

УДК 616.718.5-001.5-08:616.728.4-008

Анатомо-функциональное состояние голеностопного сустава после лечения переломов Pilon

И. И. Труфанов

Запорожская медицинская академия последипломного образования. Украина

Запорожская городская клиническая больница экстренной и скорой медицинской помощи. Украина

Pilon fractures are difficult for treatment and unfavourable for prediction. The purpose of the present work was to assess the extent of anatomic-functional disorders in the ankle joint after Pilon fractures, which were treated in different ways. The materials and methods were as follows: remote results were studied in 38 patients; radiometric indices, which characterized the geometrical shape of articular surfaces, were examined. The following result was obtained: the coaxiality of articular surface rings after union of fragments could be affected. Kinds of disturbances in the joint geometry were isolated. Radiological changes in the shape of the ankle joint were examined in correlation with its function. Analysis of the results showed that in conditions of a deformity of the articular surface in the form of steps sized 1–2 mm later there was further remodeling due to regeneration of the cartilage. The function of sliding of the articular surfaces was preserved, but with a smaller range.

Переломы Pilon складні у лікуванні та прогностично несприятливі. Метою роботи була оцінка ступеня анатомо-функціональних порушень надп'яtkово-гомількового суглоба після перелому Pilon, який лікували різними способами. Матеріал і методи: вивчено віддалені результати у 38 пацієнтів. Вимірювали рентгенометричні показники, що характеризують геометричну форму суглобових поверхонь. Результати: співосність кіл суглобових поверхонь після зрощення відламків може порушуватися. Виокремлено типи порушень геометрії суглоба. Рентгенологічні зміни форми надп'яtkово-гомількового суглоба розглядали у співставленні з його функцією. Аналіз результатів показав, що за умов деформації суглобової поверхні у вигляді сходинок розміром 1–2 мм відбувається подальше ремоделювання завдяки регенерації хряща. Функція ковзання суглобових поверхонь зберігається, але у меншому обсязі.

Ключевые слова: перелом Pilon, рентгенометрия, маллеолярный угол, остаточные деформации

Введение

В лечении сложных и прогностически неблагоприятных переломов Pilon, по данным научной литературы, существует два основных стратегических направления. Первое предусматривает полное восстановление анатомической формы суставного конца берцовых костей путем открытого сопоставления отломков и их фиксации пластинами и винтами [2, 6], что связано с дополнительной травмой мягких тканей, риском ишемии, некроза и замедленной регенерацией. Второе основано на устранении основных компонентов деформации преимущественно закрытым способом, путем лигаментотаксиса с использованием внешних аппаратов [3–5]. Это направление, будучи малоинвазивным, менее

опасно в плане ишемических осложнений, но не всегда приводит к полному восстановлению формы суставной поверхности. Решить, какое из них более рациональное, можно оценив получаемые результаты лечения. Данная статья является продолжением нашей предыдущей публикации [3] и преследует цель: оценить степень анатомо-функциональных нарушений голеностопного сустава после перелома Pilon, леченного различными способами.

Материал и методы

Изучены результаты лечения 38 больных, перенесших перелом Pilon, спустя 8–24 мес после окончания лечения. Согласно классификации АО больные имели следующие типы переломов: 43А

(5 пациентов), 43В (12) и 43С (21). Для лечения использовали закрытое или открытое вправление отломков и их фиксацию спице-стержневым аппаратом у 19 пострадавших, открытое вправление отломков и стабилизацию внутренними фиксаторами (пластины, винты) в сочетании с дополнительной внешней фиксацией — у 7, закрытое вправление отломков на системе скелетного вытяжения с последующей фиксацией циркулярной гипсовой повязкой — у 12.

Оценку анатомо-функционального состояния голеностопного сустава проводили посредством следующих критериев:

- симптом боли оценивали по визуально-аналоговой шкале (ВАШ) в условиях функциональных нагрузок;
- для исследования движений в голеностопном суставе использовали методику фотометрии в положении пациента «стоя» с расположением стопы на поверхности опоры. На кожу наносили метки в проекции верхушки наружной лодыжки (соответствующей оси вращения голеностопного сустава), головки малоберцовой кости и головки пятой плюсневой кости. Выполняли фото стопы и голени цифровой фотокамерой при максимальном разгибании и сгибании в голеностопном суставе с расстояния 1,5 м. Затем на экране компьютера по точкам воспроизводили ось голени и стопы и вычисляли величину угловых перемещений в голеностопном суставе;
- измеряли рентгенометрические показатели, характеризующие геометрическую форму суставных поверхностей (рис. 1), а именно: величину сектора суставной поверхности таранной кости в градусах — α , большеберцовой кости в градусах — β , величину секторов перемещения $\gamma = (\alpha - \beta)$, сагиттальный эпидиофизарный угол ω , маллеолярный угол m , фронтальный эпидиофизарный угол n . Мы изучили указанные рентгенометрические показатели на 25 рентгенограммах взрослых с нормальным голеностопным суставом и установили, что они характеризуются постоянством: $\alpha = (123 \pm 3)^\circ$, $\beta = (77 \pm 2)^\circ$, $\omega = (3 \pm 1)^\circ$, $m = (13 \pm 1)^\circ$, $n = (2 \pm 1)^\circ$.

С целью исследования характера распределения напряжения костной и хрящевой тканей в области голеностопного сустава в норме и при возникающих посттравматических деформациях был применен метод математического конечно-элементного компьютерного моделирования. Эти исследования проведены с участием инженера-механика А. В. Ярьско. Геометрические модели костей, использованные в расчетах, построены на основе то-

пографических срезов, проведенных в сложных нерегулярных областях через 1–5 мм, а в более простых через 5–30 мм. Модель представляла собой берцовые кости, соединенные между собой межберцовым синдесмозом, кости стопы, скрепленные между собой хрящевыми соединениями, суставные поверхности берцовых и таранной костей покрыты слоем хряща 1,5 мм (при деформации толщина его в соответствующих местах увеличена). Напряжения рассматривали при действии осевой нагрузки величиной 800 Н и вертикальном расположении оси большеберцовой кости. Свойства материалов взяты из данных литературы [7, 8].

Результаты и их обсуждение

Характер и локализация боли. Жалобы на боли предъявляли 17 человек из 38 опрошенных, что составило 45 %. При оценке интенсивности боли по десятибалльной шкале пациенты распределились следующим образом: 11 оценили боль в 1–3 балла, 5 — 4–5 баллов, 1 — 8 баллов. У большинства (11) боли носили характер стартовых и после ходьбы в течение 3–10 мин исчезали или уменьшались, у остальных — появлялись к концу дня после пребывания на ногах. У всех пациентов, жаловавшихся на боль, сохранялась умеренная отечность мягких тканей вокруг голеностопного сустава. Было установлено, что жалобы на боли предъявляли те пострадавшие, у которых после удаления фиксатора прошло 3–6 мес (15 человек) и лишь у двух боли продолжали беспокоить спустя год и более после завершения лечения.

Особо важное клиническое значение мы придавали непосредственному источнику боли. Понятно, что им являются болевые рецепторы, которые находятся в синовиальной оболочке сустава и сухожилий, капсуле сустава, сухожильно-фасциальных

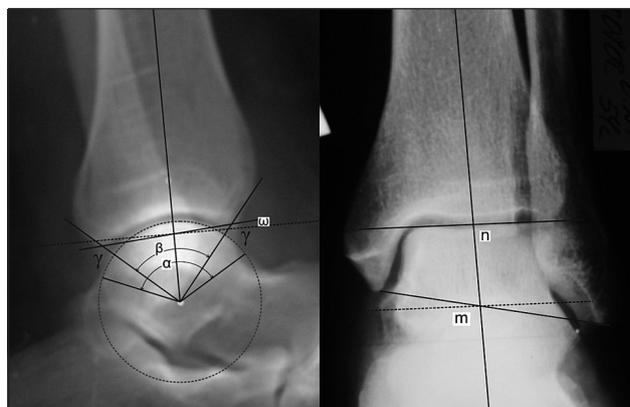


Рис. 1. Фото рентгенограмм голеностопного сустава в двух проекциях. Схема измерения показателей, характеризующих геометрическую форму суставных поверхностей

Таблица. Частота ограничения функции тыльного разгибания ($0-5^\circ$) у больных с переломами Pilon, леченных различными способами

Способ лечения	Количество больных	Частота случаев с ограничением тыльного сгибания $0-5^\circ$	
		абс.	%
Закрытое или открытое сопоставление костных отломков и их фиксация спице-стержневым аппаратом	19	7	37
Открытое сопоставление костных отломков и фиксация внутренними фиксаторами (пластины, винты) в сочетании с дополнительной внешней фиксацией	7	4	57
Закрытое сопоставление костных отломков на системе скелетного вытяжения с последующей фиксацией циркулярной гипсовой повязкой	12	3	25

участках мышц. Достоверно известно, что гиалиновый хрящ не содержит нервных окончаний [1]. Поэтому вряд ли правильным будет связывать возникновение боли непосредственно с нарушением формы скользящей поверхности сустава, например, как это часто бывает, образованием «ступеньки» в результате внутрисуставного перелома.

При детальном изучении характера боли нам удалось выяснить, что у большинства она имела определенную локализацию и возникала при определенной нагрузке. Так, у 6 пациентов боль локализовалась в переднем отделе голеностопного сустава и возникала или усиливалась при опоре на передний отдел стопы, у 3 — по заднелатеральной части сустава и еще у 3 — заднемедиальной части, по ходу сухожилий сгибателя пальцев и задней большеберцовой мышцы. У 2 пациентов боли не были локализованы.

Амплитуда движений в голеностопном суставе. У всех пациентов отмечено ограничение движений, их средние значения составили: после переломов типа 43А — разгибание/сгибание $(16 \pm 2)^\circ/0^\circ$ ($22 \pm 3)^\circ$, после переломов типа 43В — $(9 \pm 3)^\circ/0^\circ$ ($19 \pm 2)^\circ$ и типа 43С — $(6 \pm 3)^\circ/0^\circ$ ($20 \pm 2)^\circ$. Основной, отчетливо проявлявшейся закономерностью было то, что ограничение движений в значимо большей степени распространялось на разгибание стопы. В подавляющем большинстве случаев, независимо от типа перелома, разгибание стопы было ограничено в статистически достоверных пределах по сравнению с подошвенным сгибанием. Кроме этого, было отмечено, что чаще функция разгибания нарушалась после переломов типа 43В и 43С ($p > 0,05$).

При рассмотрении средних значений амплитуды сгибания и разгибания в зависимости от применяемого способа лечения закономерности не выявлено. Однако отмечено, что у части больных функция тыльного разгибания была крайне ограничена и составила — $5-0^\circ$. Поэтому мы провели анализ частоты случаев ограничения тыльного сгибания у пациентов, леченных различными способами (таблица).

Результаты показали, что наибольшая частота случаев с выраженным ограничением функции разгибания голеностопного сустава наблюдалась, когда имела место дополнительная расширенная операционная травма и последующая иммобилизация сустава гипсовой повязкой. У больных, где использовали малоинвазивное открытое сопоставление костных отломков или закрытое их вправление с последующим сохранением функции голеностопного сустава, частота данного ограничения была ниже.

Данные рентгенометрии голеностопного сустава. Как было отмечено выше (рис. 1), радиальное перемещение берцовых костей относительно таранной происходит по оси вращения, проходящей примерно через нижнюю часть таранной кости и верхушку наружной лодыжки. При этом в норме продольная ось большеберцовой кости совпадает с центром окружностей суставных поверхностей большеберцовой и таранной костей. Мы установили, что соосность окружностей данных суставных поверхностей после сращения отломков может нарушаться. Первый тип нарушений геометрии сустава в сагиттальной плоскости состоит в том, что за счет остаточных смещений между фрагментами происходит изменение сферической формы сагиттального профиля суставной поверхности большеберцовой кости. В большинстве наблюдаемых случаев происходило увеличение радиуса окружности суставной поверхности большеберцовой кости и, соответственно, ее ось вращения смещалась книзу относительно оси вращения суставной поверхности таранной кости (рис. 2).

Кроме этого, у 6 пациентов одновременно отмечали увеличение эпиметафизарного угла ω . Это сопровождалось тем, что продольная ось большеберцовой кости смещалась кзади относительно центров окружностей суставных поверхностей большеберцовой и таранной костей.

Исследование фронтального профиля голеностопного сустава выявило такую закономерность.



Рис. 2. Фото рентгенограмм больного З., 54 года, до лечения, после сопоставления отломков и спустя два года после окончания лечения

У большинства обследованных пациентов маллеолярный угол находился в пределах $8\text{--}16^\circ$, что соответствует норме. Только у 4 обследованных он был уменьшен до $4\text{--}6^\circ$, что связано с укорочением наружной лодыжки и вальгусным наклоном суставной щели. Эта деформация была обусловлена остаточным смещением латерального фрагмента большеберцовой кости вместе с дистальным фрагментом малоберцовой кверху (рис. 3). Еще у 2 больных выявлена вальгусная деформация величиной $5\text{--}6^\circ$. Сопоставляя имеющиеся посттравматические деформации с клиническими проявлениями в от-



Рис. 3. Фото рентгенограмм больной И., 64 года, на этапах лечения и спустя два года после его окончания, иллюстрирующих остаточные деформации во фронтальной плоскости

даленном периоде, мы отметили, что именно вальгусная деформация проявлялась болями, которые локализовались в латеральной части сустава или, точнее, под наружной лодыжкой. Деформации, связанные с изменением радиуса окружности суставной поверхности большеберцовой кости, сопровождалась болями значительно реже.

Мы оценили характер напряжений суставной поверхности при имеющихся деформациях. Это было выполнено путем математических расчетов на конечно-элементной модели сочленяющихся сегментов с воспроизведением нормальных геометри-



Рис. 4. Фото рентгенограмм больного З., 47 лет, на этапах лечения и его ЯМР-томограммы спустя год после окончания лечения, иллюстрирующие наличие суставной щели и заполнение дефектов суставной поверхности хрящевым регенератом

ческих взаимоотношений суставных поверхностей и при создании соответствующих деформаций.

Установлено, что в норме основная часть суставной поверхности большеберцовой кости напряжена равномерно, лишь в краевой зоне напряжение выше на 25 %–30 %. При увеличении радиуса суставной поверхности большеберцовой кости и смещении ее оси вращения книзу на 5 мм перепад

напряжений в центральной и краевой зонах составил 40 %–50 %. При моделировании вальгусной деформации зафиксировано более существенное перераспределение напряжений по поверхности сустава. Оно состояло в том, что напряжение суставной поверхности малоберцовой кости увеличивалось более чем в два раза. Эти и клинические данные дают основание считать такой вид деформации прогностически неблагоприятным.

Имеющиеся рентгенологические изменения формы голеностопного сустава мы рассматривали в сопоставлении с его функцией. Измеряя величину секторов суставной поверхности большеберцовой и таранной костей на боковой рентгенограмме, а также их разницу, которая, как мы предполагали, должна соответствовать амплитуде подвижности, установили, что между этими показателями нет прямой зависимости. Так, у 9 обследованных, у которых величина секторов перемещения, определяемых рентгенологически, составляла 46–50°, а амплитуда движений была снижена до $(30 \pm 7)^\circ$ за счет ограничения тыльного разгибания. Это обстоятельство свидетельствует, что имеющееся ограничение функции голеностопного сустава обусловлено снижением физиологической деформируемости капсулы сустава и икроножной мышцы (десмо-миогенным компонентом).

Состояние суставной щели по данным рентгенологического изображения. Измерение ее ширины в динамике выявило, что в большинстве случаев (22 (92 %) из 24 пациентов) она на момент последнего рентгенологического обследования существенно не уменьшилась по сравнению с исходным состоянием. Это свидетельствует о сохранении суставного хряща, хотя у пациентов с переломами типа В и С на отдельных участках отмечалось расширение суставной щели, связанное с остаточным смещением отломка. Возникает закономерный вопрос: что происходит с хрящом там, где в результате перемещения отломка образуется «ступенька» и межхрящевой дефект? На основе исследований [1] мы предположили, что такая неровность заполняется хрящевым регенератом. Для уточнения выполнили ЯМР-томографию пациенту спустя 1,5 года после перенесенного перелома Pilon на томографе ONI MSK Extreme 1.5 T, предназначенном специально для исследования суставного хряща.

Клиническое наблюдение

Больной З., 47 лет, получил перелом Pilon, который лечили методом скелетного постоянного вытяжения в течение 4 недель, затем конечность фиксировали циркулярной гипсовой повязкой на 3 мес. Через 5 мес начал ходить с дозированной опорой.

На момент исследования жаловался на стартовые боли, исчезающие после нескольких минут ходьбы. Боли локализовались в области наружной лодыжки. Амплитуда движений в голеностопном суставе: разгибание/сгибание $6^{\circ}/0^{\circ}/22^{\circ}$, ходил без дополнительной опоры. На ЯМР-томограммах отмечено заполнение образовавшихся неровностей суставной поверхности большеберцовой кости хрящевой тканью. Показано локальное истончение суставного хряща по наружной части голеностопного сустава, что, вероятно, связано с его перегрузкой в этой зоне за счет вальгусной деформации (рис. 4).

Анализируя приведенные клинико-рентгенологические проявления, мы пришли к мнению, что при наличии незначительных деформаций суставной поверхности в виде ступенек величиной 1–2 мм в последующем происходит ее ремоделирование за счет регенерации хряща и функция скольжения суставных поверхностей сохраняется, хотя и в уменьшенном объеме.

Выводы

У больных, перенесших перелом Pilon, основным патологическим симптомом является ограничение функции сустава, которое распространяется в результате уменьшения разгибания, независимо от типа перелома. Чаще полное ограничение функции разгибания отмечали после открытого вправления и внутренней фиксации костных отломков винтами и пластиной.

Болевой синдром у больных, перенесших перелом Pilon, со временем уменьшается, у большинства в отдаленные сроки отсутствует, сустав продолжает функционировать, но с уменьшенной амплитудой движений. Среди осмотренных пациентов лишь одному был показан артродез голеностопного сустава.

Можно выделить два основных вида остаточных деформаций суставного конца большеберцовой кости, которые могут возникнуть после лечения переломов Pilon. Первый обусловлен смещением

отдельных фрагментов по длине и ширине, что приводит к изменению радиуса окружности суставной поверхности большеберцовой кости и нарушению соосности вращения сочленяющихся поверхностей. Второй связан с изменением наклона суставной поверхности во фронтальной плоскости (вальгус). Эти виды деформаций неоднозначны в прогностическом отношении, в первом случае распределение напряжений по суставным поверхностям отклоняется от нормы незначительно, во втором — образуется участок перенапряжения на суставной поверхности малоберцовой и наружной части большеберцовой костей, что приводит к развитию локальных артрозных изменений.

Список литературы

1. Остеоартроз: консервативная терапия: Монография / Н. А. Корж, Н. В. Дедух, И. А. Зупанец. — Х.: Золотые страницы, 2007. — 424 с.
2. 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. — 2011. — Т. 12, № 2. — С. 6–10.
3. Побел А. Н. Расположение отломков при переломах Pilon и выбор способа их сопоставления и удержания / А. Н. Побел, И. И. Труфанов, В. С. Гацак // Ортопед. травматол. — 2011. — № 3. — С. 111–116.
4. 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.
5. An update on the management of high-energy Pilon fractures / I. S. Tarkin, M. P. Clare, A. Marcantonio, H. C. Pape // Injury. — 2008. — Vol. 39, Issue 2. — P. 142–154.
6. A retrospective analysis of comminuted intra-articular fractures of the tibial plafond: Open reduction and internal fixation versus external Ilizarov fixation / S. Bacon, W. R. Smith, S. J. Morgan et al. // Injury. — 2008. — Vol. 39, Issue 2. — P. 196–202.
7. Проблемы прочности в биомеханике: Учеб. пособие для технич. и биол. спец. вузов / Под ред. И. Ф. Образцова. — М.: Высш. шк., 1988. — 311 с.
8. Разрушение неметаллов и композитных материалов / Под ред. Ю. Н. Работнова; [пер. с англ. Н. И. Малинина, С. Т. Милейко]. — М.: Мир, 1976. — Ч. II: Органические материалы (стеклообразные полимеры, эластомеры, кость). — 311 с.