

Д.В. Самусенко, Е.Н. Овчинников, Н.Д. Хубаев, Т.А. Ларионова

**МИНЕРАЛИЗАЦИЯ КОСТНОЙ ТКАНИ ПРИ НАРУШЕНИЯХ ПРОЦЕССОВ
КОНСОЛИДАЦИИ ЗАКРЫТЫХ ПЕРЕЛОМОВ ЛОДЫЖЕК**

ФГУ РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова Росмедтехнологий (Курган)

Проведено исследование минеральной плотности кости и скорости накопления радиофармпрепарата у больных с закрытыми переломами лодыжек на разных этапах лечения. Результаты сопоставлены со сроками начала специализированного лечения от момента травмы. Сделан вывод о единообразии циклического процесса ремоделирования костной ткани. Результат лечения прямо зависит от срока операции после травмы.

Ключевые слова: переломы, лодыжка, минерализация, давность травмы

**MINERALIZATION OF BONE TISSUE AT THE DISTURBANCES OF PROCESSES
OF CONSOLIDATION OF SIMPLE ANKLE-BONE FRACTURES**

D.V. Samusenko, E.N. Ovchinnikov, N.D. Khubayev, T.A. Larionova

Russian Scientific Center "Restorative Traumatology and Orthopedics" named after G.A. Ilizarov, Kurgan

We analyzed mineral density of bones and rate of accumulation of ^{99m}Tc in patients with simple ankle-bone fractures at different stages of treatment. The results are compared to the terms of initiation of expert treatment from the moment of injury. We drew a conclusion about uniformity of cyclic process of bone tissue remodeling. The result of treatment is directly depended on the terms of operation after injury.

Key words: fractures, ankle, mineralization, prescription of injury

ВВЕДЕНИЕ

Для достижения положительных результатов лечения переломов внутри- и околоуставных локализаций необходимо как можно в более ранние сроки восстановить анатомические взаимоотношения и функцию поврежденного сегмента. При лечении переломов лодыжек широко распространён, особенно при отсутствии смещения, консервативный метод. Однако при «двух-» и «трехлодыжечных» переломах, сопровождающихся нарушениями конгруэнтности суставных поверхностей, интерпозицией мягких тканей, разрывами дистального межберцового синдесмоза, закрытая ручная репозиция и иммобилизация гипсовой лонгетой не оказывают эффекта. Затягивание сроков оперативного лечения значительно усложняет реабилитацию больных, так как остео- и хондрогенез носят некачественный характер, что сопровождается нарушениями ремоделирования костной ткани, остеопорозом, возникновением контрактур, неадекватным распределением нагрузки. Исследованиями, проведенными ранее, показана постоянная после изначального падения в начале фиксации положительная динамика накопления минеральной плотности кости (МПК) в процессе реабилитации больных с переломами независимо от количества поврежденных сегментов и зоны исследования [4, 5]. Однако давность травмы как фактор, влияющий на направленность процессов костного ремоделирования после остеосинтеза, до настоящего времени остается недостаточно изученным, что послужило основанием для проведения данного исследования.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Обследовано 68 больных с переломами лодыжек в возрасте от 17 до 70 лет (средний возраст — $41,4 \pm 1,6$ лет) (31 мужчина, 37 женщин). С переломом только внутренней лодыжки было пять больных, только наружной лодыжки — 14, наружной лодыжки и заднего края дистального эпифиза большеберцовой кости — 5, с переломом обеих лодыжек — 16, с переломом обеих лодыжек в сочетании с задним (передним) краем дистального эпифиза большеберцовой кости — 28. По срокам поступления в РНЦ «ВТО» больные были разделены на три группы. В сроки до 7 дней после травмы (1-я группа) поступило 47 пациентов, до 3 недель (2-я группа; застарелые переломы) — 12, более 3 недель (3-я группа; неправильно срастающиеся переломы) — 9. Все группы были сопоставимы по возрасту и полу. Распределение больных в группах в зависимости от локализации переломов в области голеностопного сустава представлено в таблице 1.

Пациентам первой группы остеосинтез аппаратом Илизарова осуществлен в ургентном порядке, при застарелых и неправильно срастающихся переломах предоперационный койко-день составил 1–2 дня. Обследование проводилось в три этапа: 1-й — в течение первых 7 дней после операции, 2-й — через 1–1,5 месяца после операции, 3-й — после снятия аппарата Илизарова. Использовались радионуклидный и денситометрический методы исследования.

Двухфазная остеосцинтиграфия выполнялась на эмиссионном компьютерном томографе фирмы

Таблица 1

Распределение больных в группах в зависимости от локализации переломов в области голеностопного сустава

Группы больных (сроки поступления)	Локализация переломов в области голеностопного сустава					Всего
	Внутренняя лодыжка	Наружная лодыжка	Наружная лодыжка и задний край дистального эпифиза большеберцовой кости	Наружная и внутренняя лодыжки	«Трехлодыжечные»	
«Свежие» (до 7 дней)	5 (10,6 %)	8 (17 %)	3 (6,4 %)	13 (27,6 %)	18 (38,4 %)	47
Застарелые (до 3 недель)	0 (0 %)	3 (25 %)	0 (0 %)	1 (8,3 %)	8 (66,7 %)	12
Неправильно срастающиеся (свыше 3 недель)	0 (0 %)	3 (34 %)	2 (22 %)	2 (22 %)	2 (22 %)	9
Итого	5 (7,4 %)	14 (20,6 %)	5 (7,4 %)	16 (23,5 %)	28 (41,2 %)	68 (100 %)

Таблица 2

Минеральная плотность кости (г/см²) у больных первой группы

Этап обследования	Область исследования конечности			
	Травмированная		Контралатеральная	
	Латеральная лодыжка	Медиальная лодыжка	Латеральная лодыжка	Медиальная лодыжка
1-й	0,82 (0,69÷0,95)	0,89 (0,83÷0,94)	0,90 (0,87÷0,99)	0,91 (0,81÷0,98)
2-й	0,79 * (0,64÷0,85)	0,67 * (0,59÷0,87)	0,92 (0,85÷1,03)	0,92 (0,87÷0,97)
3-й	0,81 (0,73÷0,87)	0,76 (0,63÷0,81)	1,00 (0,84÷1,06)	0,91 (0,84÷0,99)

Примечание: * – различия МПК травмированной и контралатеральной конечности ($p < 0,05$).

«Siemens» (гамма-камера) после внутривенного введения технефора, меченного ^{99m}Tc. Изучали интенсивность кровотока области голеностопного сустава и интенсивность минерального обмена костной ткани области латеральной и медиальной лодыжки. Результаты исследования оценивали по степени накопления радиофармпрепарата (РФП) в сосудистую и костную фазы исследования. Определяли отношение скорости счета в симметричных участках больной и интактной конечностей (в норме равное 100 ± 0,06 %).

МПК определяли на двухэнергетическом рентгеновском абсорбциометре («Lunar DPX – NT» с программным обеспечением enCore™2002). Исследование в прямой проекции области голеностопного сустава проводили в программе «все тело» (Total Body). Методом локального анализа (Custom) определяли минеральную плотность (г/см²) костей в латеральной и медиальной лодыжке, границы которых выделяли квадратом [3]. Результаты исследования МПК представлены медианой, 25-м и 75-м перцентилями.

Для подтверждения выводов о различиях между полученными количественными значениями и взаимосвязи между изучаемыми признаками применяли методы непараметрической статистики: рассчитывали **W-критерий Вилкоксона** и коэффициент корреляции Пирсона при доверительной вероятности 0,95.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Проведенные исследования показали, что в первой группе больных в проекции поврежденной конечности к 30 – 40-му дням фиксации МПК уменьшилась на 8 – 20 %, что свидетельствовало о сохранении повышенного уровня органического обмена костной ткани в области консолидирующего перелома (табл. 2). В сравнении с контралатеральной конечностью значения МПК в проекции как латеральной, так и медиальной лодыжки достоверно снижены на 14 – 28 %.

По данным остеосцинтиграфии, полученные результаты интенсивности кровотока также подтверждают сохранение высокого уровня обменных процессов. Интенсивность общего кровотока в поврежденной конечности к 30 – 40-му дням фиксации составила 359,8 ± 50,1 %. В сравнении с 1-м этапом лечения (начало фиксации) значимых различий получено не было. Наибольшее накопление радиофармпрепарата отмечалось на начальном этапе фиксации (561,2 ± 28,1 %), в дальнейшем отмечена тенденция к сужению зоны накопления препарата, однако его уровень оставался достаточно высоким: в области перелома он составлял через 40 дней фиксации 381,6 ± 66,0%.

В период после снятия аппарата отмечалось увеличение МПК до 10 % в проекции латеральной и медиальной лодыжки с одновременным снижением интенсивности накопления РФП – общего

Таблица 3

Минеральная плотность кости (г/см²) у больных второй группы

Этап обследования	Область исследования конечности			
	Травмированная		Контралатеральная	
	Латеральная лодыжка	Медиальная лодыжка	Латеральная лодыжка	Медиальная лодыжка
1-й	0,82 (0,76±0,92)	0,82 (0,81±0,86)	1,09 (0,91±1,24)	0,83 (0,83±0,88)
2-й	0,97 (0,92±1,03)	0,80 (0,79±0,82)	0,90 (0,81±1,00)	0,86 (0,86±0,90)
3-й	0,55 *.** (0,53±0,60)	0,67 *.** (0,59±0,69)	0,83 (0,82±0,89)	0,78 (0,76±0,85)

Примечание: * – различия МПК травмированной конечности в сравнении с первым этапом лечения;
** – различия МПК травмированной и контралатеральной конечности ($p < 0,05$).

Таблица 4

Минеральная плотность кости (г/см²) у больных третьей группы

Этап обследования	Область исследования конечности			
	Травмированная		Контралатеральная	
	Латеральная лодыжка	Медиальная лодыжка	Латеральная лодыжка	Медиальная лодыжка
1-й	0,70 (0,63±0,77)	0,75 (0,71±0,83)	0,81 (0,62±0,87)	0,81 (0,75±0,94)
2-й	0,83 (0,80±0,88)	0,77 (0,65±0,86)	0,90 (0,81±0,96)	0,88 (0,81±1,00)
3-й	0,83 (0,66±0,89)	0,77 (0,68±0,91)	0,98 (0,92±1,03)	0,98 (0,86±1,08)

кровотока до $210 \pm 9,2\%$, минерального обмена – до $225 \pm 10,7\%$.

По данным костной денситометрии, динамика МПК в группе больных с застарелыми переломами (2-я группа) отличалась появлением гипоминерализации к 3-му этапу обследования. Значения костной плотности в проекции латеральной и медиальной лодыжки травмированной конечности в период после снятия аппарата снижены на $17 - 23\%$ ($p < 0,05$) в сравнении с началом фиксации, а также с контралатеральной конечностью (табл. 3).

По данным остеосцинтиграфии, интенсивность кровотока в поврежденной конечности к 40-му дню фиксации составила $357 \pm 23\%$, в период после снятия аппарата – $289 \pm 46,5\%$.

Интенсивность минерального обмена также характеризовалось повышенным накоплением РФП в поврежденной конечности как в период фиксации, так и после снятия аппарата – 384 ± 10 и $301 \pm 8,7\%$ соответственно.

В группе больных с неправильно срастающимися переломами (более 3 недель после травмы) существенных колебаний МПК на этапах лечения нами не отмечено. Определяется умеренное повышение костной плотности в период фиксации (на $3 - 15\%$) и отсутствие изменений после снятия аппарата, что может являться следствием завершения процессов перестройки костной ткани (табл. 4).

ОБСУЖДЕНИЕ

Процесс реабилитации больных при лечении переломов методом чрескостного остеосинтеза по Илизарову включает в себя период фиксации в аппарате и период окончательного функционального восстановления после его снятия. Если для консолидации перелома первостепенное значение имеет точность репозиции отломков, при соблюде-

нии которой сращение наступает в 99% случаев, то для восстановления функции в большей степени необходимы и другие факторы – такие, как нагрузка, движение, кровоток. Эти факторы зависят от многих причин, среди которых следует отметить давность травмы, наличие сопутствующих заболеваний, осложнения в процессе лечения.

Известно, что цикл репаративной клеточной регенерации запускается с момента повреждения и продолжается с различными анатомо-функциональными исходами в зависимости от того, достигнута репозиция или нет [1, 6]. У больных, поступивших в ранние сроки, динамика МПК и накопления РФП в области лодыжек травмированной конечности, наблюдаемая через $35 - 45$ дней после операции (что соответствует $37 - 47$ -му дню после травмы), свидетельствует о завершении формирования органического костного матрикса и начале его минерализации, которая в дальнейшем имеет тенденцию к увеличению [2].

Данные изменения (рис. 1) приняты нами за основу, то есть показывают динамику восстановительных процессов в ранние сроки после травмы при наличии оптимальных условий (ранние сроки поступления, остеосинтез в ургентном порядке) для реабилитации.

В этой ситуации динамику МПК у больных 2-й группы можно объяснить следующим образом. При поступлении больного на оперативное лечение в сроки до 3 недель после травмы этапы обследования относительно начала цикла регенерации сдвинуты вперед, то есть показывают ту динамику, которая наблюдается при оптимальных условиях через некоторое время. Так, пик минерализации органического костного матрикса наблюдается на $35 - 45$ -е сутки после операции. Однако это является лишь отражением процессов, протекающих в костной

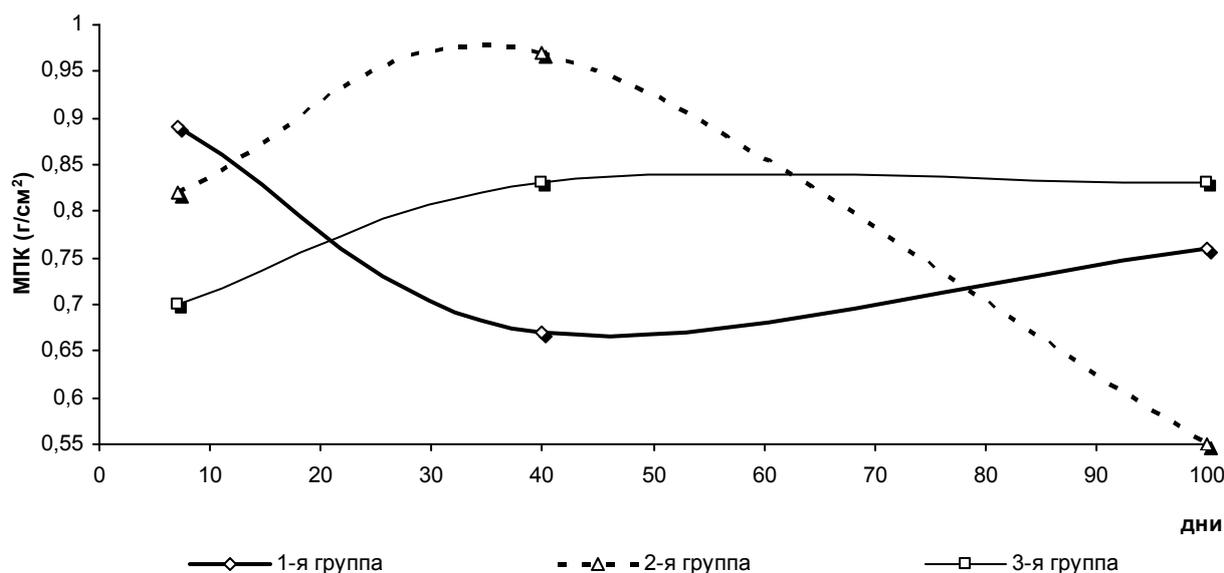


Рис. 1. Динамика МПК в области внутренней и наружной лодыжек травмированной конечности у больных разных групп в послеоперационном периоде.

Таблица 5

Сроки восстановительного лечения больных в зависимости от давности травмы

Сроки (дни)	Группа больных (давность травмы)		
	1-я (до 7 дней)	2-я (1–3 недели)	3-я (свыше 3 недель)
Средний срок поступления	2,5 ± 0,3	10,8 ± 1,1	47,3 ± 7,3*
Средний срок фиксации в аппарате	54,6 ± 2,1	53,3 ± 2,8	60,1 ± 4,1*
Средний срок реабилитации после снятия аппарата	44,5 ± 2,2	48,8 ± 6,3	66,5 ± 6,4 *
Средний срок реабилитации после операции (общий срок лечения)	98,6 ± 3,4	101,1 ± 7,5	126,2 ± 6,8*

Примечание: * – отличия статистически достоверны ($p < 0,05$) с 1-й и 2-й группами.

ткани по всей площади отломков, и никоим образом не свидетельствует о завершённой консолидации, то есть о достижении сращения между сочленяющимися поверхностями костной раны. Подтверждением этого является отсутствие статистически достоверных различий между сроками фиксации и полной реабилитации у больных 1-й и 2-й групп (табл. 5). Отчасти отсутствие различий обусловлено и небольшой разницей в сроках поступления.

Совершенно другая ситуация складывается у больных, поступивших на лечение после длительного (в среднем 47 дней) безуспешного консервативного лечения. У них как средние сроки фиксации в аппарате и реабилитации после снятия, так и общий срок лечения достоверно больше, чем у больных первых двух групп. При этом динамика накопления МПК показывает завершенность процессов как формирования матрикса, так и его ремоделирования. В этих условиях, начав специализированное лечение, гораздо труднее добиться функционального восстановления сегмента, о чем свидетельствуют сроки реабилитации.

В целом при изучении степени корреляции среди всего контингента обследованных больных между общим сроком лечения и временем, прошедшим с момента травмы до операции, выявлена

слабоположительная зависимость (коэффициент Пирсона 0,4).

ВЫВОДЫ

1. Отличающаяся динамика минеральной плотности костей в послеоперационном периоде у больных разных групп представляет собой отрезки одного и того же циклического волнообразного процесса, захваченные в зависимости от срока, прошедшего после травмы и обусловленного единым филогенетически сформированным циклом репаративной костной регенерации.

2. Показателями завершенности процессов консолидации являются не абсолютные значения минеральной плотности костей, а характер кривой динамики ее накопления.

3. Для достижения положительных анатомо-функциональных результатов лечения необходимо осуществлять остеосинтез травмированного сегмента в ранние сроки и в ургентном порядке.

ЛИТЕРАТУРА

1. Денисов-Никольский Ю.И., Миронов С.П., Омеляненко Н.П., Матвейчук И.В. Актуальные проблемы теоретической и клинической остеопатологии. – М., 2005. – 336 с.

2. Корнилов Н.В., Аврунин А.С. Адаптационные процессы в органах скелета. — СПб., 2001. — 269 с.
3. Ларионова Т.А., Овчинников Е.Н., Самусенко Д.В. Минеральная плотность костной ткани и концентрация остеотропных гормонов при лечении множественных закрытых переломов верхней конечности // Вестник травматологии и ортопедии. — 2008. — № 1. — С. 89—91.
4. Свешников А.А., Карасев А.Г., Смотров Л.А. Минеральная плотность костей скелета, масса мышечной, соединительной и жировой тканей при множественных переломах костей нижних конечностей // Остеопороз и остеопатии. — 2005. — № 2. — С. 34—36.
5. Свешников А.А., Карасев А.Г., Смотров Л.А., Овчинников Е.Н. Минеральная плотность костей скелета при множественных переломах костей нижних конечностей // Гений ортопедии. — 2006. — № 1. — С. 98—103.
6. Стецула В.И., Веклич В.В. Основы управляемого чрескостного остеосинтеза. — М., 2003. — 220 с.

Сведения об авторах

Самусенко Дмитрий Валерьевич — к.м.н., ст. н. с. научно-клинической лаборатории травматологии ФГУ РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова (640014, г. Курган, ул. М. Ульяновой, д. 6; тел.: 8 (3522) 45-41-57; e-mail: dvsamusenko@mail.ru).

Овчинников Евгений Николаевич — к.б.н., ст. н. с. отдела рентгеновских, ультразвуковых и радионуклидных методов исследования ФГУ РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова.

Хубаев Николай Дианозович — м. н. с. научно-клинической лаборатории травматологии ФГУ РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова.

Ларионова Татьяна Адиславовна — к.м.н., и.о. зав. отделением радиоизотопной диагностики ФГУ РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова.