

УДК 616.71-001.5:616.71-007.1

ПОВОРОЗНЮК В.В., МАКОГОНЧУК А.В.

ГУ «Институт геронтологии им. акад. Д.Ф. Чеботарева НАМНУ», г. Киев
Винницкий национальный медицинский университет им. Н.И. Пирогова

ПОСТТРАВМАТИЧЕСКАЯ ОСТЕОПЕНИЯ ПРИ ПЕРЕЛОМАХ ДЛИННЫХ ТРУБЧАТЫХ КОСТЕЙ

Резюме. Исследование проведено на 20 половозрелых самках крыс линии Vistar в возрасте 6 мес. Всем животным под ингаляционным эфирным наркозом были выполнены поперечный перелом диафиза бедренной кости и интрамедуллярный остеосинтез тонким стрежнем. С целью изучения реакции скелета на наличие перелома на 10-е и 30-е сутки после остеотомии под эфирным наркозом проводилась двухфотонная рентгеновская денситометрия. В ходе исследования было установлено, что при переломе диафиза бедренной кости наблюдается системная реакция скелета, что выражается в потере костной массы в некоторых его участках, интенсивность которой зависит от стадии репаративного остеогенеза. На 10-е сутки после остеотомии на фоне активного формирования регенерата наблюдалась интенсивная потеря костной массы в костях передних конечностей, таза и ребер, которая уменьшалась к 30-му дню после остеотомии, т.е. к окончанию процесса формирования костной мозоли. Во второй фазе формирования регенерата (10–30-е сутки) наблюдалась активная потеря костной массы позвоночника на фоне стабилизации минеральной плотности костной ткани других участков скелета.

Влияние системного остеопороза и остеопении на риск возникновения переломов костей является спорным и доказанным фактом. Остеопороз является причиной переломов, а наличие остеопоротических переломов, в свою очередь, усиливает прогрессирование системного остеопороза. В течение первого года после перелома шейки бедренной кости наблюдается снижение минеральной плотности костной ткани (МПКТ) скелета, причем темпы потери костной массы составляют порядка 4 % для проксимальных метаэпифизов бедренных костей и 2 % для поясничного отдела позвоночника. Однако в течение следующих 5 лет эти потери достигают 8 % для бедренных костей и 5 % для позвоночника [3]. Повреждение кости само по себе также влияет на организм, а значит, и на скелет в целом [1]. Снижение минеральной плотности костной ткани, наблюдающееся в процессе регенерации перелома, принято называть термином «посттравматическая остеопения» [2]. Это состояние может носить как локальный, так и системный характер. Однако большинство авторов связывает развитие остеопении с иммобилизацией, степень и сроки которой зависят от сегмента и тяжести травмы [4, 8]. В то же время изолированное влияние перелома, а именно процесса регенерации перелома на состояние костной ткани скелета, до сих пор остается вопросом дискуссионным.

По данным W.D. Wiel et al., при переломах наблюдалось снижение МПКТ вертельной области на стороне повреждения, которое прогрессировало по мере консолидации перелома костей голени, достигало максимума через 4 месяца с момента травмы и сохранялось в течение

года после перелома. Однако эти изменения объясняются довольно длительной иммобилизацией травмированной конечности. При этом наблюдалось незначительное снижение МПКТ поясничного отдела позвоночника, которое сохранялось только в период ограничения нагрузки на травмированную конечность. МПКТ достаточно быстро восстанавливалась после ее возобновления [8].

Похожие результаты были получены M.K. Karlsson et al. при проспективном исследовании структурно-функционального состояния скелета с помощью двухэнергетической рентгеновской денситометрии у пациентов после корригирующей остеотомии большеберцовой кости по поводу остеоартроза коленного сустава с наличием варусной деформации [5]. Причем, кроме потери костной массы оперированной конечности, эти исследователи установили потерю МПКТ также в поясничном отделе позвоночника и вертельной области неоперированной конечности. При этом авторы не приводят показатели динамики МПКТ контрольной группы пациентов, поэтому нет полной уверенности в том, что потеря костной массы обусловлена переломом, а не физиологической потерей или остеопенией в результате других причин.

В отличие от результатов вышеназванных исследований, ряд авторов продемонстрировали отсутствие системной реакции скелета в процессе регенерации переломов длинных трубчатых костей, ограничиваясь максимумом контралатеральной конечностью [4, 6, 7].

© Поворознюк В.В., Макогончук А.В., 2014

© «Травма», 2014

© Заславский А.Ю., 2014

Таким образом, влияние перелома как такового на состояние костной системы в целом является вопросом до конца не изученным и дискуссионным. Исследования по данной тематике немногочисленны. Это и послужило причиной проведения нашего исследования.

Цель исследования: изучить влияние переломов бедренной кости на структурно-функциональное состояние костной ткани в эксперименте.

Материал и методы исследования

Исследование проведено на 20 половозрелых самках крыс линии Vistar в возрасте 6 мес., содержащихся в стандартных условиях вивария Института геронтологии НАМН Украины под руководством профессора В.В. Поворознюка, руководителя отдела клинической физиологии и патологии опорно-двигательного аппарата. Всем животным под ингаляционным эфирным наркозом был выполнен поперечный перелом диафиза бедренной кости и выполнен интрамедуллярный остеосинтез тонким стержнем (рис. 1). Дополнительная внешняя иммобилизация оперированной конечности не применялась. В ходе эксперимента умерло 8 крыс. Таким образом, в эксперимент было включено 12 животных.

Структурно-функциональное состояние костной ткани изучали с помощью двухэнергетического рентгеновского денситометра Prodigy (GE Medical systems, Lunar, model 8743, 2005) с использованием программы «Экспериментальные животные». Основным показателем структурно-функционального состояния кости является показатель минеральной плотности костной ткани.

Денситометрия проводилась на 10-е и 30-е сутки после перелома под эфирным наркозом.

Динамику МПКТ рассчитывали по формуле:

$$\Delta \text{МПКТ} (\%) = (\Delta \text{МПКТ} / \text{МПКТ}_{\text{начальная}}) \cdot 100 \%,$$

где $\Delta \text{МПКТ}$ — разница абсолютных показателей минеральной плотности костной ткани до и через 10 (30) суток после перелома.



Рисунок 1. Рентгенограмма бедренной кости крысы после интрамедуллярного остеосинтеза поперечного перелома бедренной кости

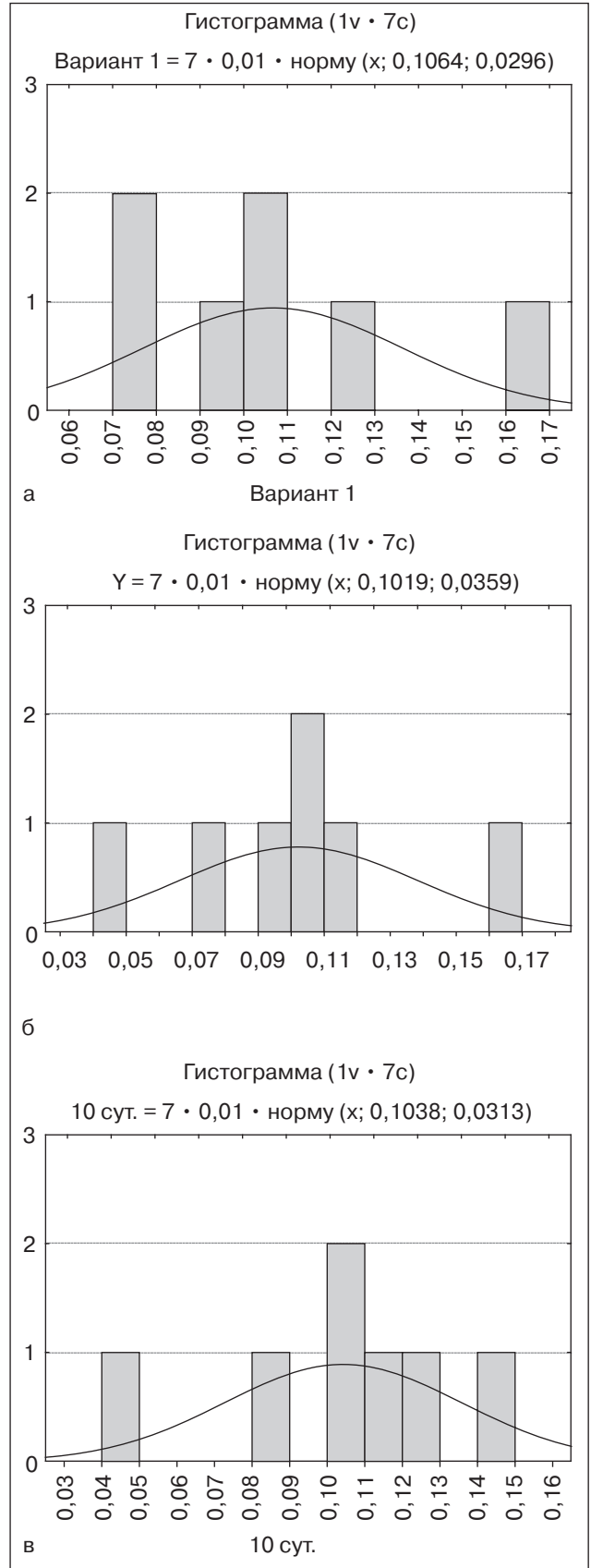


Рисунок 2. Гистограммы распределения данных МПКТ до перелома (а), на 10-е сутки (б) и на 30-е сутки (в) после перелома бедренной кости

Статистический анализ выполняли с помощью пакетов программ Excel 2003 и Statistica 6.0 Copyright® StatSoft, Inc. 1984–2001.

Использовали методы описательной статистики, достоверность результатов оценивали с помощью критерия Стьюдента (t). Представление данных отвечало характеру их распределения: при нормальном (по критерию Лилифорса) — в виде среднего значения и среднестатистической ошибки ($M \pm m$) (рис. 2). Уровень достоверности был принят как $p < 0,05$.

Результаты и их обсуждение

На 10-е сутки после перелома на фоне достоверного ($p < 0,001$) увеличения МПКТ задних лап животных наблюдалась потеря костной массы в других

участках скелета: передних лапах, ребрах, костях таза. Изменения МПКТ позвоночника на данном этапе репаративного остеогенеза мы не наблюдали (рис. 3а). Максимальная потеря МПКТ была выявлена в костях передних лап ($-35,5\%$), таза ($-7,1\%$) и ребер ($-10,1\%$) (рис. 3б). Увеличение МПКТ костей задних конечностей, зафиксированное с помощью рентгеновской денситометрии, связано, на наш взгляд, с формированием регенерата в месте остеотомии бедренной кости.

На 30-е сутки после остеотомии, к моменту формирования практически полноценного регенерата, наблюдалось дальнейшее увеличение костной массы задних конечностей, хотя и не такими темпами, как на 10-е сутки (рис. 4а). Частично восстановилась МПКТ костей передних конечностей и таза, показатели Δ

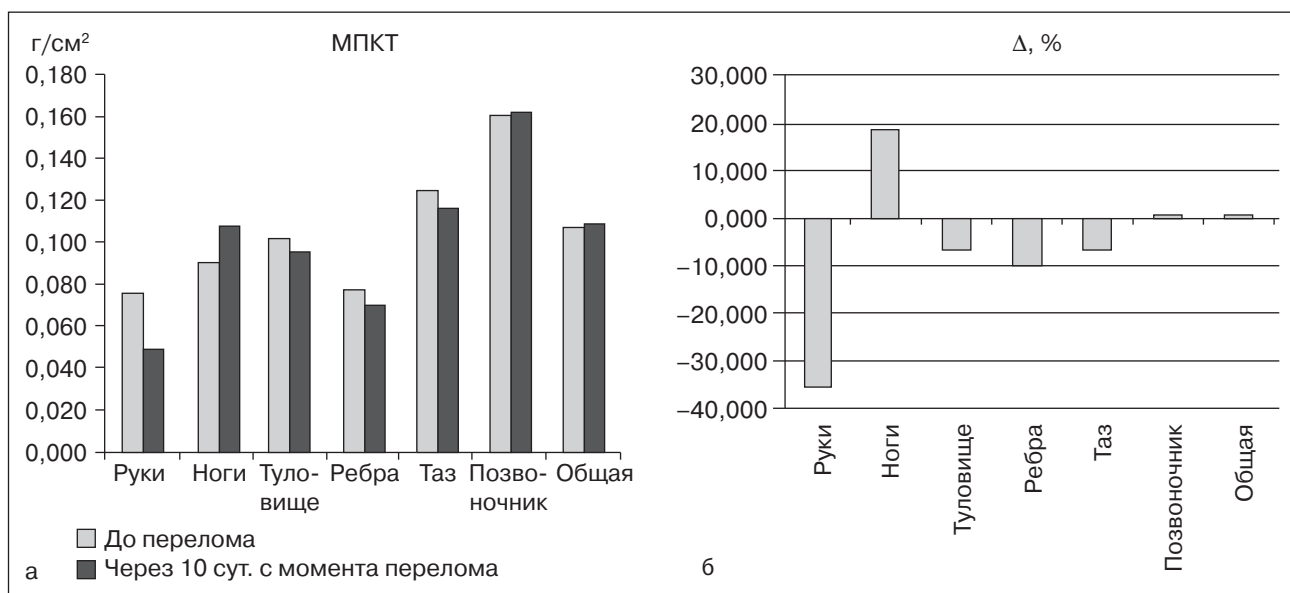


Рисунок 3. Динамика показателя МПКТ различных участков скелета через 10 суток после диафизарного перелома бедренной кости

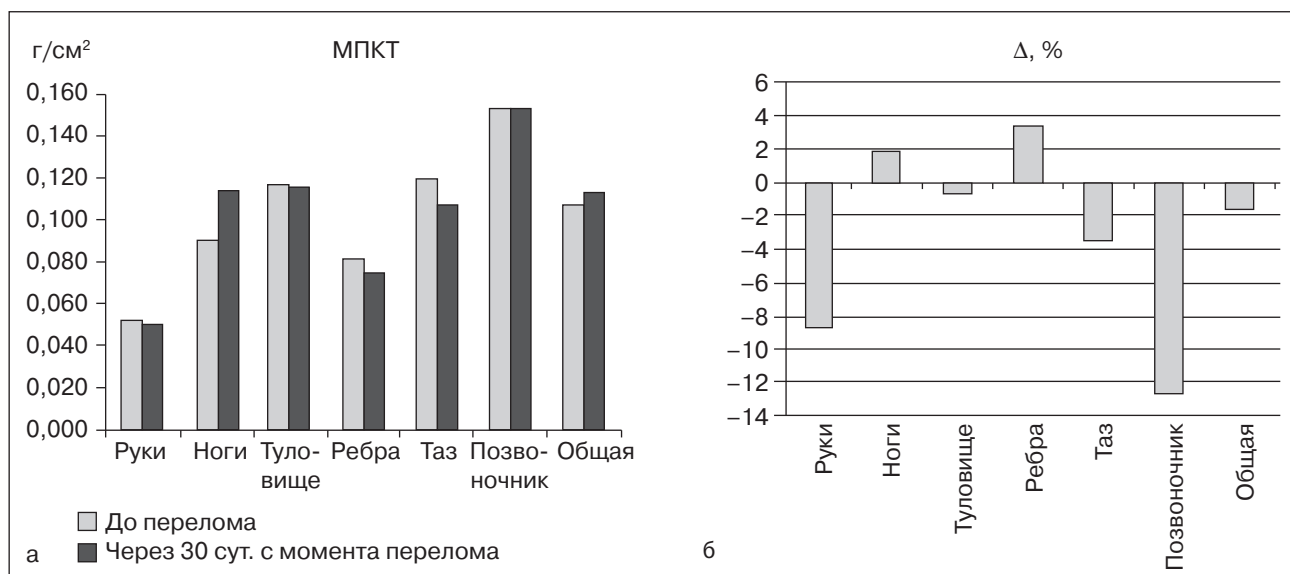


Рисунок 4. Динамика показателя МПКТ различных участков скелета через 30 суток после диафизарного перелома бедренной кости

снизились до $-8,8$ і $-3,6$ % відповідно (рис. 4б). С 10-х по 30-е сутки повністю відновились до вихідного рівня МПКТ ребер. Но саме на 30-е сутки нами зафіксовано достовірне зниження МПКТ позвоночника (на $12,2$ %). Отримані нами результати відрізняються від даних інших авторів, за виключенням констатації факта втрати костної маси позвоночника. В першу чергу це пояснюється тим, що основна маса досліджень проводилась у пацієнтів з переломами, у яких достатньо складно отримати інформацію про стан костної тканини до перелому і провести відповідний аналіз даних.

Висновки

При переломі діафіза бедренної кістки спостерігається системна реакція скелета, виражена в втраті костної маси в деяких її ділянках, інтенсивність якої залежить від стадії репаративного остеогенезу. На 10-е сутки після остеотомії на фоні активного формування регенерату спостерігалася інтенсивна втрата костної маси в кістках передніх кінцівок, тазу і ребер, яка зменшувалася до 30-го дня після остеотомії, тобто до закінчення процесу формування кісткової мозолі. У другій фазі формування регенерату (10–30-е сутки) спостерігалася активна втрата костної маси позвоночника на фоні стабілізації МПКТ інших частин скелета.

Список літератури

1. Корж Н.А., Дедух Н.В., Никольченко О.А. Репаративна регенерація кістки: сучасний погляд на пробле-

му. Системні фактори, впливаючі на заживлення перелома // *Ортопедія, травматологія і протезування*. — 2006. — 2. — 93-105.

- Augat P., Claes L. Increased cortical remodeling after osteotomy causes posttraumatic osteopenia // *Bone*. — 2008. — 43(3). — 539-43.
- Dirschl D.R., Piedrahita L., Henderson R.C. Bone mineral density 6 years after a hip fracture: a prospective, longitudinal study // *Bone*. — 2000 Jan. — 26(1). — 95-98.
- Janes G.C., Collopy D.M., Price R., Sikorski J.M. Bone density after rigid plate fixation of tibial fractures. A dual-energy X-ray absorptiometry study // *J. Bone Joint Surg.* — 2001. — 7. — 245-253.
- Karlsson M.K., Josefsson P.O., Nordkvist A., Akesson K., Seeman E., Obrant K.J. Bone loss following tibial osteotomy: a model for evaluating post-traumatic osteopenia // *Osteoporos Int.* — 2000. — 11(3). — 261-4.
- Petersen M.M., Gehrchen P.M., Nielsen P.K., Lund B. Loss of bone mineral of the hip assessed by DEXA following tibial shaft fractures // *Bone*. — 1997 May. — 20(5). — 491-495.
- Van der Poest Clement E., van der Wiel H., Patka P., Roos J.C., Lips P. Long-term consequences of fracture of the lower leg: cross-sectional study and long-term longitudinal follow-up of bone mineral density in the hip after fracture of lower leg // *Bone*. — 1999 Feb. — 24(2). — 131-134.
- Van der Wiel H.E., Lips P., Nauta J., Patka P., Haarman H.J., Teule G.J. Loss of bone in the proximal part of the femur following unstable fractures of the leg // *J. Bone Joint Surg. Am.* — 1994 Feb. — 76(2). — 230-236.

Получено 19.04.14 ■

Поворознюк В.В., Макогончук А.В.
ДУ «Інститут геронтології ім. акад. Д.Ф. Чеботарьова НАМНУ», м. Київ
Вінницький національний медичний університет ім. М.І. Пирогова

Povoroznyuk V.V., Makogonchuk A.V.
State Institution «Institute of Gerontology named after D.F. Chebotarev NAMS of Ukraine», Kyiv
Vinnitsa National Medical University named after N.I. Pirogov, Vinnitsa, Ukraine

ПІСЛЯТРАВМАТИЧНА ОСТЕОПЕНІЯ ПРИ ПЕРЕЛОМАХ ДОВГИХ ТРУБЧАСТИХ КІСТОК

Резюме. Дослідження проведено на 20 статевозрілих самках щурів лінії Vistar віком 6 міс. Усім тваринам під інгаляційним ефірним наркозом були виконані поперечний перелом діафіза стегнової кістки й інтрамедулярний остеосинтез тонким стрижнем. З метою вивчення реакції скелета на наявність перелому на 10-ту і 30-ту добу після остеотомії під ефірним наркозом проводилася двофотонна рентгенівська денситометрія. Під час дослідження було встановлено, що при переломі діафіза стегнової кістки спостерігається системна реакція скелета, що виражається у втраті кісткової маси в деяких його ділянках, інтенсивність якої залежить від стадії репаративного остеогенезу. На 10-ту добу після остеотомії на тлі активного формування регенерату спостерігалася інтенсивна втрата кісткової маси в кістках передніх кінцівок, тазу і ребер, яка зменшувалася до 30-го дня після остеотомії, тобто до закінчення процесу формування кісткової мозолі. У другій фазі формування регенерату (10–30-та доба) спостерігалася активна втрата кісткової маси хребта на тлі стабілізації мінеральної щільності кісткової тканини інших ділянок скелета.

POSTTRAUMATIC OSTEOOPENIA IN LONG BONE FRACTURES

Summary. The study was conducted on 20 adult female Vistar line rats aged 6 months. All animals under ether anesthesia by inhalation underwent transverse fracture of the femoral shaft and intramedullary osteosynthesis with thin rods. In order to study the reaction of a skeleton on a fracture on the 10th and 30th day after the osteotomy, two-photon X-ray densitometry was performed under ether anesthesia. The study found that in the fracture of the femoral shaft there has been observed systemic reaction of a skeleton, resulting in a loss of bone mass in some of its sections, the intensity of which depends on the stage of reparative osteogenesis. On the 10th day after the osteotomy on the background of the active regeneration we observed intensive bone loss in the bones of the fore limbs, pelvis and ribs, which decreased to the 30th day after the osteotomy, ie the end of the callus formation. In the second phase of formation of the regenerate (10–30th day) there was active bone loss in the spine following the stabilization of bone mineral density in other skeletal sites.