

## **Репаративное костеобразование при лечении чрез- и межвертельных переломов по Илизарову**

**А.А. Свешников, А.В. Каминский, Т.А. Ларионова**

## ***Reparative bone formation in the treatment of trans- and intertrochanteric fractures according to Ilizarov***

**A.A. Sveshnikov, A.V. Kaminsky, T.A. Larionova**

Федеральное государственное учреждение

«Российский научный центр "Восстановительная травматология и ортопедия" им. академика Г. А. Илизарова Росмедтехнологий», г. Курган  
(генеральный директор — заслуженный деятель науки РФ, член-корреспондент РАМН, д.м.н., профессор В.И. Шевцов)

О состоянии кровообращения и костеобразования при лечении по Илизарову чрез- и межвертельных переломов судили по величине накопления меченого технефора, плотности минеральных веществ в костных фрагментах, концентрации остеокальцина и остеотропных гормонов (паратирин, кальцитонин), а также соматотропина. Максимальное накопление меченого технефора в месте перелома наблюдалось на 28-й день, затем оно уменьшалось. Снижение накопления технефора, концентрации остеокальцина рассматривали как показатель наступления сращения, что подтверждали результатами непосредственного измерения плотности минеральных веществ. В регуляции костеобразования существенная роль принадлежит остеотропным гормонам.

Ключевые слова: переломы проксимального отдела бедра, костеобразование, гормоны.

The condition of blood circulation and bone formation during the treatment of trans- and intertrochanteric fractures were judged by the amount of labeled technephor accumulation, mineral density in bone fragments, concentration of osteocalcin and osteotropic hormones (parathyrin, calcitonin) and of somatotropin as well. The peak accumulation of labeled technephor in fracture site was observed on day 28, after that it decreased. The reduction of technephor accumulation, that of osteocalcin concentration was considered as a measure of union achievement, that was confirmed by the results of direct measurement of mineral density. Osteotropic hormones play a significant role in bone formation regulation.

Keywords: proximal femur fractures, bone formation, hormones.

Лечение переломов проксимального отдела бедренной кости, которые относятся к тяжелым повреждениям, до сих пор остается актуальной проблемой для врачей-травматологов. Особое место среди них занимают переломы вертельной области. Наличие высоко остеогенной губчатой кости в зоне перелома и хорошего кровообращения сочетаются со сложными биомеханическими условиями. Среди специалистов по остеопорозу центральная часть этой области известна под названием "пространство Варда", хотя на самом деле, это квадрат со стороной в 1 см. Это самое «слабое» место в проксимальной трети бедренной кости. Здесь за год до появления рентгенологических признаков методом рентгеновской двухэнергетической абсорбциометрии выявляются признаки деминерализации, и именно в этом месте нередко проходит линия перелома.

Решающая роль в процессе появления и лечения таких переломов принадлежит степени повреждения кровеносных сосудов, питающих головку и шейку бедренной кости, не только в момент травмы, репозиции отломков, но и оперативного вмешательства. Исход лечения порой трудно прогнозировать, так как он зависит от

степени изменения кровообращения, нарушения структуры и плотности минералов в проксимальной трети бедренной кости. Но число переломов прямо связано и с изменением потребления как кальция, так и белка и указывает на важную роль кислотно-щелочного равновесия. Экскреция кальция у больных повышена из-за сильно кислотной диеты, увеличения потребления натрия, хотя кость идеально поддерживает кислотно-щелочное равновесие, так как содержит достаточное количество щелочи и буферного вещества. Большое потребление человеком белка увеличивает эндогенное образование кислоты (серные аминокислоты) и приводит к увеличению потери кальция в почках в результате отрицательного баланса. Ацидоз комбинируется с повышенным уровнем паратирина, что стимулирует резорбцию.

Исходя из изложенного, актуальным было своевременное выявление активности репаративного процесса для возможного принятия необходимых мер. В задачу исследования входило изучение радионуклидными методами кровообращения в месте перелома, костеобразования, плотности минеральных веществ и концентрации гормонов, регулирующих репаративный процесс.

# МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Наблюдения проведены на 35 больных с переломами проксимальной трети бедренной кости. Больные были подразделены на четыре группы: 1) чрезвертельные переломы – 8 больных; 2) чрезвертельные с отрывом малого вертела – 9; 3) межвертельные – 8; 4) вертально-диафизарные (межвертельные) с отрывом малого вертела – 10.

Чрескостный остеосинтез выполняли с помощью аппарата Илизарова [1]. Он позволял при минимальной травме мягких и костной тканей создать условия для полноценной репарации. Из-за малой травматичности остеосинтез в большинстве случаев проводили по принципам неотложной хирургии. Стабильная фиксация отломков обеспечивала оптимальные условия для регенерации кости, способствуя активизации поведения больных. Уже на следующий день после операции больные могли ходить с помощью костылей. Срок фиксации аппаратом зависел от возраста, давности перелома и тяжести травмы и составлял 50-70 дней.

В плане диагностики происходящих изменений важным было то, что лаборатория радионуклидной диагностики ФГУ «РНЦ «ВТО» им. Г.А. Илизарова Росмедтехнологий» располагает новейшими технологиями для обследования больных – эмиссионным компьютерным томографом (гамма-камера) фирмы «Siemens», рентгеновским двухэнергетическим костным денситометром фирмы «GE/Lunar» ((США), гамма-счетчиком для определения остеотропных гормонов, а также костными маркерами, в частности, остеокальцина. Исследования на этих приборах проводили в первые две недели после оперативного вмешательства, перед снятием аппарата (1,5 месяца фиксации) и через 4 месяца после снятия аппарата.

Для обследований на гамма-камере использовали остеотропное соединение – технефор, кото-

рый метили по  $^{99m}\text{Tc}$ . Исследование проводили сразу после инъекции препарата «ангиофаза», регистрировали время его перемещения в сосудистом русле, включая поступление в место перелома. Через 3 часа определяли величину накопления  $^{99m}\text{Tc}$ -технефора в месте перелома (остеофаза), на расстоянии 2 см от него, а также в шейке и головке бедренной кости. По степени накопления радиофармпрепарата (РФП) судили о состоянии костеобразования. Результат выражался в виде коэффициента относительного накопления (КОН, %): отношение величины активности в месте измерения к соответствующему значению на противоположной конечности.

Минеральную плотность (МП) определяли во всех вышеуказанных точках. Сравнение осуществляли с соответствующими данными у практически здоровых людей аналогичного возраста.

Для того, чтобы оценить степень возможного влияния повышенной концентрации гормонов на МП в скелете в целом определяли ее в интактной лучевой кости.

Концентрацию гормонов стресс-группы (АКТГ, альдостерон, кортизол) и остеотропных гормонов (паратирин, кальцитонин), а также гормона роста и костного маркера остеокальцина проводили в сыворотке крови методом радиоиммунологического анализа с использованием наборов фирмы «Cea Ire Sorin bio international» (Франция). Подсчет величины активности и автоматическая распечатка концентрации гормонов проводилась на гамма-счетчике фирмы «Tracor Eurora» (Голландия).

В качестве инструмента вычислений использован пакет статистического анализа и встроенные формулы расчетов компьютерной программы Microsoft® Excell (Microsoft® Office 1997 – Professional Runtime).

# РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

На 1-3-й дни после перелома меченый технефор после введения появлялся в участке проксимальнее перелома на 8-12 с позднее, чем в противоположной здоровой. К 7-му дню это различие уменьшалось до 4 с. К 14-му дню различие во времени появления технефора в больной и здоровой конечностях уменьшалось до 2 с, а с 21-го дня было одинаковым.

*Первая группа (чрезвертельные переломы).* В первые две недели в области перелома формировалась гиперваскулярная зона (табл. 1): кровенаполнение составляло  $154 \pm 5,3\%$  ( $p < 0,05$ ). При дальнейших наблюдениях отмечена тенденция к постепенному снижению этой величины, но даже через 4 месяца после травмы

в прилежащих к перелому участках кости сохранялся повышенный уровень кровенаполнения, а в области перелома была гиперваскулярная зона.

В первые две недели после травмы в костной фазе в области перелома происходило существенное накопление остеотропного РФП (технефора) и в прилежащих отделах кости. Максимальная величина была на 28-й день (табл. 2). В дальнейшем отмечена тенденция к сужению зоны накопления препарата и локализация его по линии перелома, однако его уровень оставался достаточно высоким даже через 4 месяца после травмы (рис. 1).

Таблица 1

Кровенаполнение (по данным с меченым технефором, %) в области проксимального отдела бедренной кости в процессе лечения чрезвертельных переломов ( $M \pm m$ )

| Место измерения    | Дни после перелома |          |          |          | После снятия аппарата (месяцы) |         |
|--------------------|--------------------|----------|----------|----------|--------------------------------|---------|
|                    | 14                 | 28       | 45       | 60       | 2                              | 4       |
| Головка            | 121±3,9            | 184±3,2* | 140±4,3* | 125±3,0  | 115±3,2                        | 106±2,7 |
| Шейка              | 132±4,7            | 202±5,9* | 153±3,8* | 133±2,9  | 117±3,5                        | 108±2,2 |
| 2 см проксимальнее | 207±6,2*           | 281±6,2* | 166±5,0* | 146±4,1* | 121±4,1                        | 110±3,6 |
| Перелом            | 154±5,3*           | 306±5,8* | 181±7,6* | 167±5,8* | 144±3,8*                       | 116±2,3 |
| 2 см дистальнее    | 233±7,1*           | 297±6,7* | 159±3,8* | 139±3,7* | 117±2,9                        | 112±4,0 |

Примечание: здесь, а также в табл. 2-9 знаком «\*» обозначены данные, достоверно ( $p < 0,05$ ) отличающиеся от значений в противоположной здоровой конечности.

Таблица 2

Динамика накопления меченого технефора (%) в области проксимального отдела бедренной кости в процессе лечения чрезвертельных переломов ( $M \pm m$ )

| Место измерения    | Дни после перелома |           |           |           | После снятия аппарата (месяцы) |          |
|--------------------|--------------------|-----------|-----------|-----------|--------------------------------|----------|
|                    | 14                 | 28        | 45        | 60        | 2                              | 4        |
| Головка            | 151±7,1*           | 184±9,1*  | 161±7,0*  | 151±6,0*  | 136±6,0                        | 127±6,4  |
| Шейка              | 161±6,3*           | 202±10,3* | 181±5,9*  | 161±7,4*  | 140±3,4*                       | 133±4,2  |
| 2 см проксимальнее | 348±16,6*          | 381±18,2* | 373±15,4* | 339±14,3* | 268±10,3*                      | 186±8,1* |
| Перелом            | 409±21,4*          | 532±22,3* | 481±19,3* | 422±18,7* | 283±12,6*                      | 239±9,7* |
| 2 см дистальнее    | 374±18,3*          | 396±8,5*  | 354±17,2* | 337±16,1* | 276±8,3*                       | 192±7,7* |

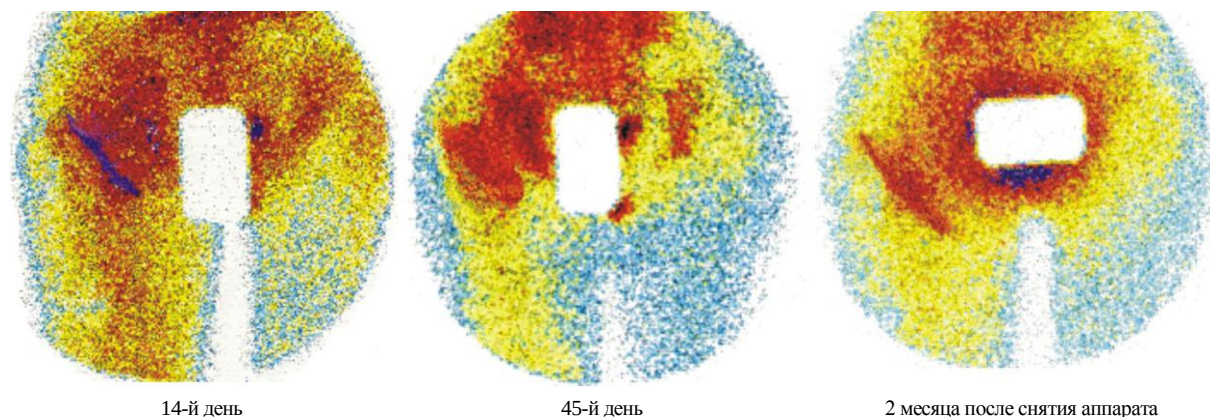


Рис. 1. Сцинтиграммы, отражающие состояние репаративного костеобразования в процессе лечения чрезвертельных переломов. По мере сращения перелома величина меченого технефора убывает, а после снятия аппарата он локализуется в основном в месте перелома

Данные костной денситометрии свидетельствовали о том, что между костными отломками происходило постепенное увеличение МП, которая в первые 14 дней после перелома быстро увеличивалась. Через 1,5 месяца плотность составляла  $0,571 \pm 0,024$  г/см<sup>2</sup> ( $p < 0,05$ ), а через 4 месяца после травмы была близка к значениям в норме -  $0,978 \pm 0,039$  г/см<sup>2</sup> ( $p > 0,1$ ).

На расстоянии 2 см от места перелома выявлены следующие изменения МП: на 14-й день она составляла  $0,826 \pm 0,073$  г/см<sup>2</sup> (у здоровых людей  $1,063 \pm 0,048$  г/см<sup>2</sup>,  $p < 0,01$ ), через 1,5 месяца фиксации - уменьшалась на  $25 \pm 2,3$  % ( $p > 0,001$ ). Затем происходило постепенное увеличение, и к 4-му месяцу после травмы она составляла  $1,245 \pm 0,098$  г/см<sup>2</sup> ( $p < 0,001$ ), что превышало исходный уровень на 11,8 %.

Обнаружено непрерывное уменьшение накопления технефора и восстановление кровообращения. Это давало нам основание считать, что наступило сращение и можно снимать аппарат.

Такое заключение соответствовало результатам рентгенологического исследования и клинических наблюдений.

После снятия аппарата величина накопления технефора продолжала снижаться, однако и через 10-12 месяцев она была выше нормы.

Отмечены изменения и в противоположной конечности, где плотность также постепенно уменьшалась и через 1,5 месяца фиксации была снижена на 10,2 %, а через 2 месяца приближалась к значениям у здоровых лиц.

*Вторая группа (чрезвертельные с отрывом малого вертела).* Наличие отколовшегося малого вертела приводило к тому, что над областью его проекции кровообращение на 14-й день ниже нормального значения ( $83 \pm 3,7$  %). В последующие дни оно интенсивно ускорялось, но несколько ниже, чем в первой группе. Ускоренный кровоток сохранялся здесь до 45-го дня (табл. 3). Оценивая результаты в целом, следует указать, что отрыв малого вертела сопровождался образо-

ванием большей костной мозоли, и поэтому во всех местах измерения кровотока был выше значений в первой группе на 10-16 % (рис. 2).

В малом вертеле остеотропного технефора в первые две недели накапливалось мало. По мере формирования костной мозоли содержание РФП практически ничем не отличалось от места перелома (табл. 4).

Третья группа (межвертельные переломы). На 14-й день наиболее интенсивное кровообращение

в области вертелов и проксимального метафиза бедренной кости. В отколловшемся проксимальном фрагменте – наименьшее. К 28-му дню кровотока восстанавливался и практически не отличался от показателей в первой группе (табл. 5).

Накопление меченого технефора в вертелях и проксимальном метафизе не отличалось от первой группы, но было значительно меньшим по линии перелома, а также в шейке и головке бедренной кости (табл. 6; рис. 3).

Таблица 3

Кровенаполнение (%) в области проксимального отдела бедренной кости при лечении чрезвертельных переломов с отрывом малого вертела ( $M \pm m$ )

| Место измерения    | Дни после перелома |          |          |          | После снятия аппарата (месяцы) |          |
|--------------------|--------------------|----------|----------|----------|--------------------------------|----------|
|                    | 14                 | 28       | 45       | 60       | 2                              | 4        |
| Головка            | 129±4,3            | 190±5,1* | 144±3,6* | 130±3,9  | 119±3,7                        | 109±2,9  |
| Шейка              | 141±3,4*           | 217±5,3* | 159±4,2* | 139±3,1* | 120±3,1                        | 111±2,7  |
| 2 см проксимальнее | 221±7,6*           | 303±9,1* | 183±4,8* | 163±5,2* | 130±3,8                        | 118±4,1  |
| Перелом            | 289±7,7*           | 325±8,6* | 193±6,7* | 175±5,3* | 153±4,6*                       | 142±6,1* |
| 2 см дистальнее    | 248±8,0*           | 307±9,9* | 175±5,6* | 147±4,5* | 126±3,5                        | 123±3,9  |
| Малый вертел       | 83±3,7             | 275±7,3* | 209±8,6* | 189±5,3* | 166±3,9*                       | 132±4,7  |

Таблица 4

Динамика накопления меченого технефора (%) в области проксимального отдела бедренной кости при лечении чрезвертельных переломов с отрывом малого вертела ( $M \pm m$ )

| Место измерения    | Дни после перелома |           |           |           | После снятия аппарата (месяцы) |           |
|--------------------|--------------------|-----------|-----------|-----------|--------------------------------|-----------|
|                    | 14                 | 28        | 45        | 60        | 2                              | 4         |
| Головка            | 164±6,3*           | 192±9,8*  | 174±8,1*  | 162±7,3*  | 142±2,4*                       | 133±4,9   |
| Шейка              | 172±5,2*           | 218±12,1* | 193±6,7*  | 172±5,9*  | 151±4,4*                       | 139±6,1*  |
| 2 см проксимальнее | 389±17,2*          | 436±20,0* | 387±18,3* | 343±16,1* | 240±17,0*                      | 201±9,7*  |
| Перелом            | 463±17,4*          | 547±23,6* | 506±18,1* | 461±17,2* | 295±14,3*                      | 244±12,5* |
| 2 см дистальнее    | 402±19,0*          | 314±20,7* | 383±21,9* | 357±13,4* | 256±12,3*                      | 212±10,7* |
| Малый вертел       | 43±1,2*            | 428±19,6* | 478±18,0* | 432±19,6* | 278±16,8*                      | 227±8,0*  |

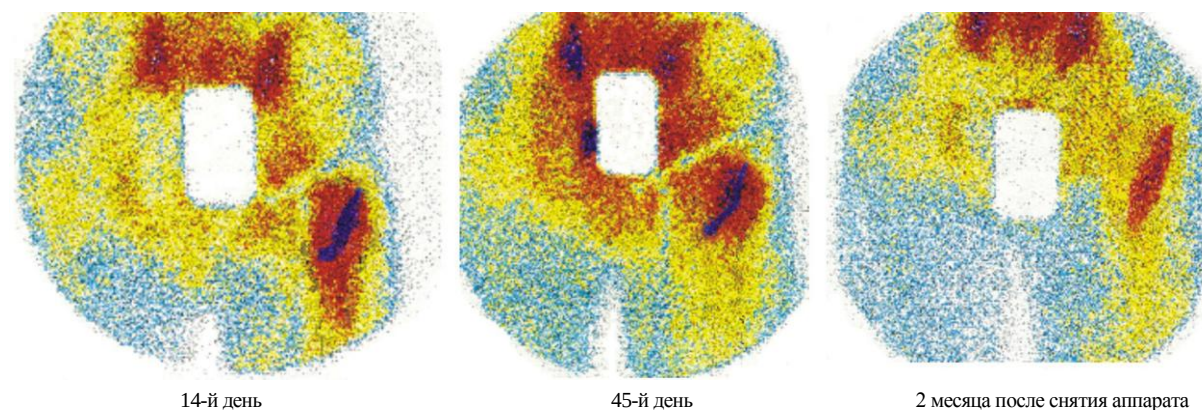


Рис. 2. Сцинтиграммы, отражающие состояние репаративного костеобразования в процессе лечения чрезвертельных переломов с отрывом малого вертела. На 45-й день в проксимальном отделе сохраняется зона гиперфиксации в силу интенсивного костеобразования в области малого вертела. После снятия аппарата видна гиперпродукция костной ткани

Таблица 5

Кровенаполнение (%) в области проксимального отдела бедренной кости в процессе лечения межвертельных переломов ( $M \pm m$ )

| Место измерения    | Дни после перелома |           |          |          | После снятия аппарата (месяцы) |         |
|--------------------|--------------------|-----------|----------|----------|--------------------------------|---------|
|                    | 14                 | 28        | 45       | 60       | 2                              | 4       |
| Головка            | 107±4,5            | 169±5,7*  | 149±6,7* | 128±7,1  | 118±4,4                        | 109±3,2 |
| Шейка              | 114±5,2            | 179±6,5*  | 170±5,3* | 139±4,1* | 123±6,7                        | 111±4,0 |
| 2 см проксимальнее | 129±6,7            | 269±10,3* | 178±7,6* | 151±6,7* | 129±8,5                        | 115±6,1 |
| Перелом            | 136±9,0            | 287±10,4* | 196±5,4* | 178±5,3* | 135±6,5                        | 129±7,4 |
| 2 см дистальнее    | 247±10,3*          | 303±9,4*  | 165±4,7* | 142±4,0* | 121±3,9                        | 114±5,9 |



Таблица 6

Динамика накопления меченого технефора (%) в области проксимального отдела бедренной кости в процессе лечения межвертельных переломов ( $M \pm m$ )

| Место измерения    | Дни после перелома |           |           |           | После снятия аппарата (месяцы) |          |
|--------------------|--------------------|-----------|-----------|-----------|--------------------------------|----------|
|                    | 14                 | 28        | 45        | 60        | 2                              | 4        |
| Головка            | 127±9,6            | 165±7,0*  | 169±13,4  | 148±5,6*  | 129±9,5                        | 123±5,4  |
| Шейка              | 133±10,2           | 184±12,7* | 185±13,8* | 157±4,1*  | 136±8,8                        | 130±6,5  |
| 2 см проксимальнее | 229±13,3*          | 367±13,4* | 382±12,3* | 341±14,6* | 276±12,0*                      | 178±8,5* |
| Перелом            | 304±16,2*          | 471±23,0* | 469±20,2* | 409±14,3* | 268±11,8*                      | 231±9,5* |
| 2 см дистальнее    | 365±12,1*          | 402±14,3* | 359±13,1* | 341±11,3* | 181±7,0*                       | 181±6,5* |

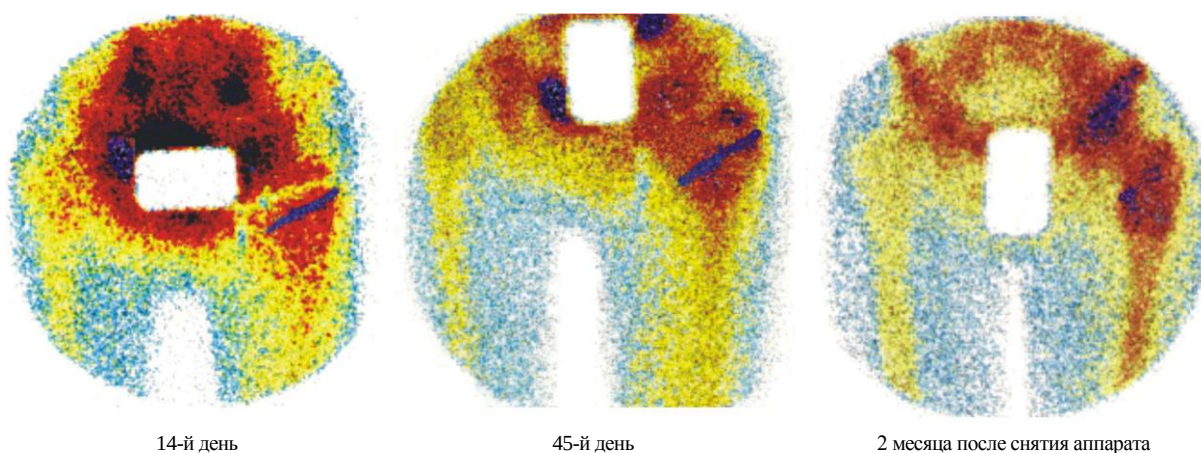


Рис. 3. Сцинтиграммы, отражающие состояние репаративного костеобразования в процессе лечения межвертельных переломов проксимальной трети бедренной кости. После снятия аппарата в силу нагрузки видна реакция со стороны диафиза и более длительная реакция со стороны костей таза в ответ на травму

*Четвертая группа (вертельно-диафизарные переломы).* При таких переломах кровообращение страдает в наибольшей степени, так как линия перелома проходит не на уровне метафиза, где много трабекулярной кости, а диафиза, где в основном компактная кость. В силу этого в формирующемся регенерате между костными фрагментами кровообращение на 14-й день было ускорено на  $205 \pm 10,9$  %, в то время как при межвертельных

ных –  $289 \pm 7,7$  % ( $p < 0,05$ ). Над проекцией малого вертела показатель кровотока составил  $36 \pm 2,8$  % от уровня в нормальной здоровой кости. До 28-го дня кровотока ниже, чем во второй группе, а затем различия уже не выявлялись (табл. 7). В силу худшего кровотока накопление и поглощение меченого технефора было меньшим (табл. 8). Однако эти различия сохранялись только на протяжении первого месяца после травмы.

Таблица 7

Кровенаполнение (%) в области проксимального отдела бедренной кости при лечении вертельно-диафизарных (межвертельных) переломов ( $M \pm m$ )

| Место измерения    | Дни после перелома |           |           |           | После снятия аппарата (месяцы) |           |
|--------------------|--------------------|-----------|-----------|-----------|--------------------------------|-----------|
|                    | 14                 | 28        | 45        | 60        | 2                              | 4         |
| Головка            | 148±5,3*           | 178±6,6*  | 174±7,1*  | 149±5,5*  | 140±5,0*                       | 129±6,7   |
| Шейка              | 154±6,8*           | 193±5,3*  | 182±4,1*  | 176±8,3*  | 142±4,3*                       | 132±5,3   |
| 2 см проксимальнее | 168±7,0*           | 287±12,3* | 293±11,7* | 303±10,4* | 208±9,0*                       | 178±6,8*  |
| Перелом            | 205±10,9*          | 345±15,0* | 425±19,3* | 311±14,0* | 252±11,8*                      | 212±10,3* |
| 2 см дистальнее    | 187±8,5*           | 274±12,3* | 353±12,6* | 251±11,6* | 230±10,7*                      | 192±9,5*  |
| Малый вертел       | 36±2,8*            | 169±7,0*  | 253±10,5* | 293±14,2* | 233±10,2*                      | 186±7,4*  |

Таблица 8

Динамика накопления меченого технефора (%) в области проксимального отдела бедренной кости в процессе лечения вертельно-диафизарных (межвертельных) переломов ( $M \pm m$ )

| Место измерения    | Дни после перелома |           |           |           | После снятия аппарата (месяцы) |           |
|--------------------|--------------------|-----------|-----------|-----------|--------------------------------|-----------|
|                    | 14                 | 28        | 45        | 60        | 2                              | 4         |
| Головка            | 147±5,8*           | 176±6,9*  | 159±5,6*  | 145±4,6*  | 132±3,4*                       | 128±4,3   |
| Шейка              | 150±4,7*           | 195±9,5*  | 171±8,4*  | 164±5,3*  | 143±4,6*                       | 132±5,0   |
| 2 см проксимальнее | 365±15,0*          | 333±12,3* | 285±11,7* | 240±8,6*  | 194±7,2*                       | 186±6,9*  |
| Перелом            | 348±10,3*          | 441±17,8* | 459±13,3* | 329±9,5*  | 273±8,8*                       | 241±10,1* |
| 2 см дистальнее    | 178±6,9*           | 275±9,8*  | 346±10,5* | 377±13,7* | 193±7,4*                       | 182±6,5*  |
| Малый вертел       | 35±1,6*            | 228±10,3* | 343±11,6* | 312±13,4* | 246±9,2*                       | 220±11,6* |

**Концентрация остеокальцина.** Определение остеокальцина – белка, продуцируемого остеобластами, подтвердило результаты вышеприведенных радионуклидных исследований (табл. 9): начало репаративного процесса приводило к значительному повышению активности остеобластов. Концентрация остеокальцина зависела от характера перелома: наиболее высокая активность остеобластов в первой группе (чрезвертельные переломы), где наиболее благоприятные условия для регенерации (трабекулярная кость). При отрыве малого вертела активность их вначале несколько ниже. При чрезвертельных переломах активность наименьшая. Концентрация остеокальцина существенно снижалась на 60-й день после переломов, наиболее заметно у больных первой и третьей групп. В силу активно протекающих перестроечных процессов содержание остеокальцина приближалось к нормальным значениям лишь через 4 месяца после снятия аппарата.

**Концентрация гормонов стресс-группы и остеотропных гормонов.** В ответ на травму, прежде всего, реагировала гипофиз-адреналовая система: концентрация АКТГ увеличивалась в 9,3 раза. Под влиянием этого гормона стимулировалась продукция гормонов коры надпочечников: альдостерона в 3,5 раза, кортизола – в 2,6 раза.

Существенно возрастала активность и других эндокринных желез. Концентрация паратгормона на 3-й день увеличена в 8,9 раза. К 14-му дню она достигала максимальных значений (14,0 раз) и сохранялась на высоких цифрах до 21-го дня, а затем уменьшалась.

Концентрация гормона роста увеличивалась

в 2,2 раза на 3-й день, затем непрерывно возрастала, достигала максимальных значений (10,5 раза) на 45-й день. В дальнейшем она снижалась, оставаясь на высоких величинах (6,4 раза) и после снятия аппарата.

Начало повышения концентрации кальцитонина отмечено на 7-й день. Максимальные значения (увеличение в 2,6 раза) отмечены на 45-й день. Вслед за этим концентрация уменьшалась, но в течение всего срока наблюдения была выше нормы.

**Изменения МП в лучевой кости.** Она адекватно отражает изменения минералов в скелете [2]. Тенденция к снижению МП (на 3,6 %) обнаружена на 7-й день, а статистически достоверная величина (12,6 %) – на 21-й день. Наибольшая величина снижения (15,3 %) была на 28-й день. Затем очень медленно увеличивалась и к 45-му дню после снятия аппарата была снижена на 4,8 %. Полное восстановление наблюдалось через месяц после снятия аппарата. Эти изменения плотности указывают на существенную роль эндокринной системы, в частности, на длительно сохраняющуюся повышенную концентрацию паратиринина.

Результаты исследований свидетельствуют о том, что процессы костеобразования и перестройки костной ткани идут и после наступления клинически определяемого сращения перелома, но их интенсивность ослаблялась в динамике. Закономерные изменения МП в зоне перелома и в противоположной неповрежденной конечности также подтверждают мысль о первичной мобилизации организмом минеральных веществ в ответ на стресс-реакцию.

Таблица 9

Концентрация остеокальцина (нг/мл) в сыворотке крови в процессе лечения чрез- и межвертельных переломов проксимальной трети бедренной кости ( $M \pm m$ )

| Номер группы | Дни после перелома |                 |                 |                 | После снятия аппарата (месяцы) |                |
|--------------|--------------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------------------|----------------|
|              | 14                 | 28              | 45              | 60              | 2                              | 4              |
| Первая       | 28,1 $\pm$ 1,3*    | 37,3 $\pm$ 1,6* | 30,1 $\pm$ 1,1* | 18,6 $\pm$ 1,0* | 8,8 $\pm$ 0,6                  | 6,4 $\pm$ 1,0  |
| Вторая       | 26,3 $\pm$ 1,9*    | 41,3 $\pm$ 3,0* | 35,3 $\pm$ 1,5* | 20,1 $\pm$ 1,8* | 10,2 $\pm$ 1,5*                | 7,3 $\pm$ 1,3  |
| Третья       | 24,0 $\pm$ 1,2*    | 38,4 $\pm$ 1,9* | 33,4 $\pm$ 1,2* | 26,7 $\pm$ 1,3* | 8,2 $\pm$ 0,4*                 | 6,1 $\pm$ 1,5  |
| Четвертая    | 20,3 $\pm$ 1,0*    | 34,9 $\pm$ 2,0* | 39,7 $\pm$ 1,6* | 33,6 $\pm$ 1,9* | 12,7 $\pm$ 0,6*                | 9,3 $\pm$ 0,4* |

Примечание: нормальные значения остеокальцина 6,4 $\pm$ 0,4 нг/мл.

## ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

В связи с точным сопоставлением отломков шейки бедренной кости при лечении по методу Г.А. Илизарова костеобразование происходило первичным натяжением, поэтому клиническая и рентгенологическая картины были чрезвычайно скудными для суждения об активности репаративного процесса. В силу этого на передний план выдвигались радионуклидные методы, основанные на использовании меченых соединений и отражающие состояние обменных процессов на уровне атомов. Компьютерная обработка результатов позволила выявить статистически достоверные изменения.

В первые дни после перелома до 12 с замедлялось время поступления РФП в проксимальный костный фрагмент, так как в это время только начиналось формирование органической основы и кровеносных сосудов. Меченое соединение локализовалось в основном в участках дистальнее места перелома. В связи с тем, что при применении аппарата Г.А. Илизарова репаративный процесс протекает активно, постепенно происходило существенное улучшение кровообращения. Меченое соединение все в большей мере начинало накапливаться и в проксимальном фрагменте. Накопление РФП умень-

шалось по мере удаления от места перелома в силу того, что здесь была меньшая активность обменных процессов. Такая локализация РФП является признаком нормально протекающего сращения [3]. При лечении переломов проксимальной трети бедренной кости максимальное накопление меченого технефора в месте сращения отмечено на 7-й неделе, затем его величина уменьшалась. Такая динамика накопления давала возможность контролировать репаративный процесс. В основе возможности контроля лежит то, что меченые фосфаты имеют сродство к незрелому коллагену. Первичным центром связывания их являются гликопротеидные участки коллагена. Имеет значение и то, что незрелый апатит имеет малый размер кристалла и большую поверхность, поэтому и значительно возрастало количество РФП в процессе формирования регенерата. При таком количестве минералов регенерат в месте сращения является достаточно прочным и может выдержать физиологические нагрузки. МП в это время составляла 80 % (от величины в норме).

По мере сращения костных фрагментов в костях скелета происходила мобилизация минеральных веществ. Об этом мы судили по их МП в интактной лучевой кости, которая уменьшалась до 15 %. При традиционных методах лечения (гипс и скелетное вытяжение) МП в лучевой кости снижалась до 20 %. И даже рентгенологически наблюдалось истончение кортикального слоя [4].

Установлено, что уже на первые сутки после перелома наблюдалось значительное увеличение концентрации АКТГ и как следствие воздействия его на надпочечники – возрастание количества кортизола и альдостерона. По существующим представлениям [5] под влиянием альдостерона уменьшается выведение калия из организма, происходит задержка воды, повышается проницаемость тканей в месте травмы, развивается асептическая воспалительная реакция. Усиленное выведение ионов калия вызывало повышение гидрофильности тканей и мышечного тонуса. Конкретным проявлением этого эффекта в наших наблюдениях являлась отечность в месте перелома.

Увеличение концентрации паратиреоидного гормона с первых же дней после травмы приводило к растворению костного минерала и органического матрикса в результате чего возрастало накопление меченого технефора. Повышенная концентрация этого гормона тормозила продукцию кальцитонина, необходимого для минерализации вновь образующегося органического вещества. Но на 3-й неделе концентрация паратиринина начинала снижаться и возрастало содержание кальцитонина и соматотропина.

Кальцитонин, как известно, ослабляет деминерализацию костных фрагментов, тормозит активность остеокластов, увеличивает массу формирующегося регенерата, способствуя перестройке

его в зрелую кость. Поэтому содержание этого гормона увеличено и после снятия аппарата.

Изменение концентрации соматотропина, как мы видели, происходило однонаправленно с кальцитонином. Он подавляет действие инсулина, стимулирует образование коллагена путем воздействия на биосинтез РНК и ДНК и включение аминокислот в клетки, оказывает влияние на минеральный обмен [7]. В результате такого действия в костных фрагментах прекращалась убыль минералов и их величина начинала возрастать. Изучение гормонального фона в организме явилось дополнительным диагностическим тестом репаративного процесса, в том числе и состояния его отдельных звеньев. Уровень концентрации гормонов подтверждает обоснованность заключений, делаемых по результатам радионуклидных исследований.

В данной работе использовался маркер формирования кости остеокальцин. Он продуцируется остеобластами и является неколлагеновым белком. У подростков концентрация его повышена во время пубертатного периода (13-18 лет). У взрослых – увеличена в случаях интенсивной перестройки кости. Снижение активности остеобластов сопровождалось уменьшением уровня остеокальцина. Поэтому он служит специфическим индикатором костеобразования. Нами обнаружена его повышенная концентрация в период формирования регенерата.

Но концентрация не всех гормонов изменяется однонаправленно. Как показали наши предыдущие исследования [8, 9], после травм снижается секреция лютеинизирующего гормона. У мужчин уменьшается концентрация тестостерона, у женщин – эстрогенов, что в известной мере снижает концентрацию гормонов, обладающих выраженными анаболическими свойствами (эстрон, андростендион, прогестерон).

Определение уровня гормонов позволило вскрыть внутренние механизмы происходящих изменений. Первоначальное увеличение, а затем снижение их концентрации приводило в движение клеточный пул, активизировало цепь реакций, ведущих к митозу и клеточной пролиферации, способствовало дифференцировке их в остеобласты, освобождению химических медиаторов, лизосомальных ферментов и гистамина.

Таким образом, изучение гормонального фона в организме в процессе лечения переломов позволяет контролировать состояние отдельных звеньев репаративного процесса, подтверждает обоснованность заключений, проводимых по результатам радионуклидных исследований.

Результаты исследований дают основание считать, что жесткая фиксация фрагментов проксимальной трети бедренной кости стабилизирует процессы в месте перелома и создает общее благоприятное состояние организма во время лечения.

## ВЫВОДЫ

1. Результатами радионуклидных исследований, костной денситометрии и определения концентрации остеотропных гормонов, а также костного маркера - остеокальцина подтверждено, что при лечении чрез- и межвертельных переломов бедренной кости по Г.А. Илизарову создаются максимально благоприятные условия для развития репаративного процесса.

2. Максимальное накопление меченого технефора в месте перелома наблюдалось на 7-й неделе, затем оно уменьшалось. Снижение активности меченого технефора в месте перелома

является показателем наступления сращения, что подтверждено результатами измерения плотности минеральных веществ, а также определения концентрации костного маркера остеокальцина.

3. В регуляции костеобразования существенная роль принадлежит остеотропным гормонам. С первого дня после травмы возрастала концентрация гормонов стресс-группы, а затем остеотропных гормонов – паратирин и кальцитонина - и гормона передней доли гипофиза - соматотропина.

## ЛИТЕРАТУРА

- Илизаров, Г. А. Чрескостный остеосинтез при переломах шейки бедренной кости / Г. А.Илизаров, С. И. Швед, В. М. Шигарев // Ортопед., травматол. – 1983. - № 9. – С. 46-47.
- Свешников, А. А. Материалы к разработке комплексной схемы коррективки функциональных изменений в органах при чрескостном остеосинтезе / А. А.Свешников // Гений ортопедии. - 1999. - № 1. - С. 48-52.
- Sveshnikov, A. A. Mineralstoffwechsel bei Knochenbrüchen nach den Ergebnissen der Photonen-Absorptionsmessung / A. A. Sveshnikov, N. V. Oficerova // Radiol. Diagn. - 1985. - Bd. 26. - S. 407-412.
- Renal leak of calcium in postmenopausal osteoporosis / B. E. Nordin [et al.] // Clin. Endocrinol. - 1994. - Vol. 41. - P. 41-45.
- Russel, W. The noninvasive determination of bone mineral content by photon absorptiometry / W. Russel, I. Chesney, V. Shore // Am. J. Dis. Child. – 1982. – Vol. 136. – P. 578-580.
- Свешников, А. А. Роль циклических нуклеотидов в репаративном костеобразовании / А. А. Свешников, Н. В. Офицерова, С. В. Ральникова // Вопросы мед. химии. – 1989. - № 4. - С. 9-11.
- Свешников, А. А. Изменение минерального компонента кости при переломах / А. А. Свешников, Н. В. Офицерова // Пат. физиол. – 1984. - № 3. – С. 53-57.
- Свешников, А. А. Менструальный цикл после травм и при удлинении конечностей / А. А. Свешников, Н. В. Офицерова, Л. В. Пролева // Гений ортопедии. – 1997. - № 3. – С. 78-83.
- Свешников, А. А. Влияние оперативных вмешательств на концентрацию гормонов крови, регулирующих менструальный цикл / А. А. Свешников // Гений ортопедии. – 1998. - № 1. – С. 48-53.

Рукопись поступила 27.07.05.

## Предлагаем вашему вниманию



### В.И. Шевцов, А.П. Шейн, А.А. Скрипников, Г.А. Криворучко **РЕАКТИВНОСТЬ И ПЛАСТИЧНОСТЬ КОРЫ ГОЛОВНОГО МОЗГА В УСЛОВИЯХ ВАЗОАКТИВНОЙ КРАНИООСТЕОПЛАСТИКИ**

Курган : ДАММИ, 2006. – 124 с.: ил. 22.

В монографии проанализированы основные тенденции в изменении качественных, количественных электроэнцефалографических и электронейромиографических характеристик функционального состояния больных с последствиями инсульта и тяжелой черепно-мозговой травмы в процессе лечения по методике вазоактивной краниоостеопластики, разработанной в Российском научном центре «Восстановительная травматология и ортопедия» имени академика Г.А. Илизарова. Изучены специфические особенности реакции центральной нервной системы на вазоактивную краниоостеопластику у пациентов в зависимости от возраста, этиологии и тяжести исходного поражения пирамидных структур головного мозга, а также сформулированы представления о стадийности и механизмах реактивных перестроек в коре головного мозга под влиянием вазоактивной краниоостеопластики у больных указанных нозологических групп. Кроме того, авторами представлен новый способ оценки выраженности центрального гемипареза по данным электронейромиографии – методика расчета цереброспинального индекса, а также на основе применения данного критерия – технология картирования моторных зон коры больших полушарий головного мозга.

Книга предназначена для нейрофизиологов, нейрохирургов, реабилитологов.