

МИНЕРАЛЬНАЯ ПЛОТНОСТЬ КОСТЕЙ СКЕЛЕТА, МАССА МЫШЕЧНОЙ, СОЕДИНИТЕЛЬНОЙ И ЖИРОВОЙ ТКАНЕЙ ПРИ МНОЖЕСТВЕННЫХ ПЕРЕЛОМАХ КОСТЕЙ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ

А.А. СВЕШНИКОВ, А.Г. КАРАСЕВ, Л.А. СМОТРОВА

Федеральное государственное учреждение науки «Российский научный центр «Восстановительная травматология и ортопедия» им. академика Г.А. Илизарова» Федерального агентства по здравоохранению и социальному развитию»
(директор — заслуженный деятель науки РФ, чл.-корр. РАМН, профессор В.И. Шевцов)

На рентгеновском двухэнергетическом костном денситометре фирмы «General Electric Medical Systems/Lunar» серии DPX, модель NT с программой enCore™2002 изучали минеральную плотность области переломов, а также всей конечности и всего скелета. Одновременно определяли изменения массы мышечной, соединительной и жировой тканей как в конечности, так и всем теле. Впервые провели наблюдение за изменением площади конечности и всего тела после травм. Установлено, что масса минеральных веществ в скелете за время фиксации после двойного перелома бедра уменьшалась на 15%. Через 1 месяц после снятия аппарата эта величина составляла 7%, а через 1,5 года — 4%. При переломах бедра и голени эти же показатели были равны соответственно 22, 10 и 5%. Эти изменения необходимо учитывать и корректировать для активизации репаративного процесса.

Ключевые слова: минералы скелета, мышечная, соединительная и жировая ткани, множественные переломы



Множественные переломы длинных костей характеризуются длительностью восстановления трудоспособности. Существенный прогресс в лечении таких больных достигнут благодаря применению чрескостного остеосинтеза по Илизарову, как известно, для оценки состояния репаративного процесса можно использовать рентгеновскую двухэнергетическую абсорбциометрию, дополненную радиоуклидными методами для исследования кровообращения и активности репаративного процесса [1]. Рентгеновская абсорбциометрия позволяет определить минеральную плотность (МПК) не только отдельных костей, но и всего скелета, а также такие важные в лечебном процессе показатели, как площадь конечности, ее масса, количество в ней минералов, их плотность, массу мышечной, соединительной и жировой тканей. Над этой проблемой мы работаем с 1976 года, но только техника сегодняшнего дня дает возможность очень точно и быстро получить полную информацию о течении репаративного процесса [2].

Сейчас во многих странах мира реализуются задачи Всемирной декады (2000—2010) костей и суставов. Это обусловлено тем, что патология костно-мышечной системы стоит в ряду наиболее значимых медицинских проблем с выраженным влиянием на экономику общества во всем мире. Совершенно очевидно, что многие переломы, особенно проксимальной трети бедренной кости, приводят не только к высоким показателям летальности, но и социальной дезадаптации. Это остро ставит вопрос о совершенствовании тактики лечения больных с множественными переломами.

Цель настоящей работы состоит в том, чтобы с помощью современных методов обследования выяснить те процессы, которые протекают в конечности после множественных переломов, и на их основе совершенствовать методику лечения и тактику ведения больных.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Наблюдения проведены на 67 больных с множественными переломами костей, из них 40 мужчин и 37 женщин в возрасте 18—45 лет. Лечение проводилось методом чрескостного остеосинтеза. Измерения минеральной плотности (МПК) скелета, массы мышечной, соединительной и жировой тканей проводили на костном денситометре фирмы «General Electric Medical Systems/Lunar» серии DPX, модель NT с программой enCore™2002. Измерения выполняли в стандартных точках: поясничном отделе позвоночника,

шейках бедренных костей и всем теле. В позвоночнике, наряду с МПК (г/см²), определяли суммарное содержание минералов в граммах во всем позвонке, а также суммарную величину в L₂—L₄.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

1. Параметры, характеризующие все тело. Во время фиксации после двойного перелома бедра площадь тела увеличилась на 1,6% из-за отека травмированной конечности. Через 1 месяц после снятия аппарата она увеличилась на 1%, а через 1,5 года площадь оказалась меньше нормы на 1,5%. Сумма всех минеральных веществ в теле больных в конце фиксации уменьшалась на 15% (p<0,01). Через 1,5 месяца после снятия аппарата эта величина составляла 7% (p<0,05), а через 1,5 года — 4% (p>0,05). Аналогичным образом менялась и минеральная плотность всего тела.

При переломе бедра и голени площадь тела за счет отека конечности увеличивалась на 2,3%, после снятия аппаратов была больше нормы на 1%. Через 1,5 года была меньше нормы на 1,3%. Количество минералов во всем теле на фиксации было меньше на 22% (p<0,001), через 1,5 месяца после снятия аппаратов — на 10% (p<0,01), а через 1,5 года — на 5% (p>0,05).

2. Характеристика травмированной конечности. При двойных переломах бедра во время фиксации площадь конечности увеличивалась на 2%. Через 1,5 месяца после снятия аппарата она стала больше на 1,3%, через 1,5 года находилась в пределах нормы. Количество минеральных веществ на фиксации уменьшено на 20% (p<0,001), через 1,5 месяца после снятия аппарата — на 7,7% (p<0,05). Через 1,5 года минералов в конечности определялось меньше на 3,8%.

При переломах бедра и голени их площадь во время фиксации стала больше на 2,7%, через 1,5 месяца — на 1,4%, через 1,5 года — нормальная. Количество минеральных веществ в нижней конечности на фиксации уменьшилось на 26% (p<0,001), через 1,5 месяца потеря МПК составила 8% (p<0,05), через 1,5 года — 3% (p>0,05).

3. Локальные изменения минеральной плотности в месте перелома.

Двойные переломы. Через 1,5 месяца фиксации у конца проксимального костного фрагмента, где лучше кровообращение, чем в дистальном, МПК составляла 68% (табл. 1; p<0,001), у дистального — 80% (табл. 1; p<0,001), в промежуточном фрагменте — 74% (табл. 5; p<0,001). Через 4 месяца фиксации в местах перелома МПК составляла 80—

Таблица 1

Минеральная плотность бедренной кости при двойных переломах (% по отношению к величине у здоровых людей; $M \pm m$)

Время после перелома	n	Место перелома проксимальное	Промежуточный фрагмент	Место перелома дистальное
У здоровых людей ($г/см^2$)	100	1,292±0,04	1,48±0,06	1,63±0,04
Фиксация 1,5 месяца	22	68±2,4	74±1,2	80±2,3
Фиксация 2,5 месяца	22	77±3,1	68±1,6	75±1,9
Фиксация 4 месяца	22	85±2,9	70±2,8	80±3,1
ПСА: 21 день	20	99±3,7	73±1,3	95±3,0
3 месяца	18	117±4,0	82±1,5	118±2,8
1,5 года	12	126±2,5	106±1,8	135±4,2
5 лет	10	153±3,0	105±2,0	162±3,7
12 лет	8	148±2,8	104±3,0	151±2,9

Примечание: здесь, а также в табл. 6-8: ПСА — после снятия аппарата.

Таблица 2

Минеральная плотность при переломах бедренной и большеберцовой костей (% по отношению к величине у здоровых людей; $M \pm m$)

Время после перелома	n	Место перелома	
		Бедро	Голень
У здоровых людей ($г/см^2$)	100	1,41±0,028	0,95±0,027
Фиксация 1,5 месяца	14	74±2,0	71±1,7
Фиксация 2,5 месяца	14	72±2,9	69±3,8
Фиксация 4 месяца	14	87±3,1	83±4,4
ПСА: 21 день	14	102±4,0	104±2,7
3 месяца	14	127±3,3	134±1,9
1,5 года	12	139±3,5	134±2,4
5 лет	10	149±4,0	145±2,2
12 лет	9	140±3,4	133±4,0

Таблица 3

Минеральная плотность при переломе бедренной кости и двойном переломе костей голени (% по отношению к величине у здоровых людей; $M \pm m$)

Время после перелома	n	Голень			
		Бедро	Место перелома проксимальное	Промежуточный фрагмент	Место перелома дистальное
У здоровых людей ($г/см^2$)	12	1,48±0,06	0,87±0,04	1,66±0,05	1,01±0,03
Фиксация: 1,5 месяца	12	59±3,2	61±2,5	75±1,2	67±1,6
2,5 месяца	12	63±3,1	62±3,1	71±1,6	65±1,8
4 месяца	12	82±4,0	78±2,6	74±1,9	76±3,7
ПСА: 1 месяц	12	105±5,0	95±3,4	93±3,8	94±2,1
1,5 года	10	126±2,8	141±4,3	99±1,8	134±4,1
5 лет	9	141±3,9	137±5,0	103±4,3	141±2,6

Таблица 4

Минеральная плотность при двойном переломе костей голени (% по отношению к величине у здоровых людей; $M \pm m$)

Время после перелома	n	Голень		
		Место перелома проксимальное	Промежуточный фрагмент	Место перелома дистальное
У здоровых людей ($г/см^2$)	14	0,87±0,03	1,66±0,05	1,01±0,04
Фиксация: 1,5 месяца	12	68±3,0	77±1,6	75±1,5
2,5 месяца	12	79±2,7	69±1,9	70±3,4
4 месяца	12	85±3,4	70±2,7	83±3,9
ПСА: 1 месяц	12	98±4,2	95±3,2	93±4,4
1,5 года	11	137±5,2	97±2,0	125±4,7
5 лет	10	132±4,2	101±4,7	122±3,5

85% ($p<0,001$), а в промежуточном фрагменте — 70%. Через 21 день после снятия аппарата МПК составляла в местах сращения 95—99%, а в промежуточном фрагменте — 73% ($p<0,001$). Через 3 месяца эти величины составили соответственно 117—118 и 82%. Наибольшая МПК (153—162%) установлена через 5 лет, в промежуточном фрагменте в это время — 105%.

Переломы бедра и голени. В процессе фиксации аппаратом в области перелома происходило уменьшение МПК (табл. 2). Наиболее низкие цифры были через 2,5 месяца фиксации: на бедре 72% ($p<0,001$), на голени — 69% ($p<0,001$). Через 4 месяца МПК на бедре составляла 87% ($p>0,05$), на голени — 83% ($p<0,01$). Через 21 день после снятия аппарата МПК находилась в пределах нормы, но минерализация продолжалась и дальше: через 1,5 года МПК составляла 134—139% ($p<0,001$), через 5 лет — 145—149% ($p<0,001$).

Перелом бедра и двойной перелом голени. Через 1,5 месяца фиксации в месте перелома на бедре МПК составляла 59% ($p<0,001$). На голени у проксимального фрагмента — 61% ($p<0,001$), у дистального — 67% ($p<0,001$), в промежуточном фрагменте — 75% ($p<0,001$). Через 2,5 месяца на бедре отмечена тенденция к увеличению МПК, на голени она оставалась без изменений (табл. 3). Отчетливое увеличение плотности в местах переломов произошло через 4 месяца. Через 1 месяц после снятия аппарата на бедре МПК нормальная, на голени продолжала оставаться ниже нормы. Спустя 1,5 года МПК в местах переломов стала больше на 126—141%, аналогичные значения отмечены и через 5 лет.

Двойной перелом костей голени. Через 1,5 месяца у конца проксимального костного фрагмента МПК была равна 68% ($p<0,001$), у дистального — 75% ($p<0,001$), в промежуточном фрагменте — 77%. Спустя 2,5 месяца МПК начинала увеличиваться в проксимальном фрагменте (табл. 4), а в дистальном достигала наименьших значений (70%, $p<0,001$). Спустя 4 месяца отмечена отчетливая тенденция к увеличению МПК (83%, $p<0,001$). К концу первого месяца после снятия аппарата в местах сращения переломов МПК близка к норме, а через 1,5 года значительно выше нормы (125—137%), в промежуточном фрагменте — 97%.

4. Изменения мышечной, соединительной и жировой тканей в конечности.

Двойной перелом бедра. Масса всех мягких тканей конечности в течение 2,5 месяца фиксации уменьшалась на 6,8% ($p<0,05$; табл. 5). Через месяц после снятия аппарата она была меньше на 4,5%, через 1,5 года — 3,8%.

Масса мышечной и соединительной тканей за время фиксации в аппарате уменьшалась на 9,2% ($p<0,01$). Через 1,5 года дефицит составил 4,2%.

В силу потери массы мышц и соединительной ткани количество жировой ткани увеличивалось на фиксации на 6,7% ($p<0,05$), через 1 месяц снятия аппарата ее масса оставалась на 2,9% больше нормы. Через 1,5 года жировой ткани было больше на 5,3% ($p<0,05$).

Суммарная масса минералов во всей конечности через 2,5 месяца фиксации была меньше нормы на 25%. Затем начинала постепенно увеличиваться, и через 1 месяц после снятия аппарата дефицит составил 15% ($p<0,001$), а через 1,5 года — 9% ($p<0,01$).

Перелом бедра и голени. При таких переломах масса всех мягких тканей нижней конечности через 2,5 месяца фиксации оказалась уменьшенной на 9,3% ($p<0,01$), через 1,5 месяца после снятия аппарата — на 7,7% ($p<0,05$), через 1,5 года масса меньше на 5,2% ($p<0,05$).

Количество мышц и соединительной ткани (тощая масса) во всей конечности через 2,5 месяца фиксации уменьшалось на 10,1% ($p<0,01$). В течение 1,5 месяца после снятия аппарата дефицит уменьшался до 7,3% ($p<0,01$). Через 1,5 года — 4,9%.

Таблица 5

Содержание мышечной, соединительной и жировой ткани в ноге при множественных переломах нижних конечностей ($M \pm m$)

Время после перелома	n	Масса мягких тканей (ММТ) (кг)	Мышечная и соединительная ткани (кг)	Жировая ткань (кг)	% жировой ткани по отношению к ММТ	% жировой ткани в правой ноге	Масса минералов в правой ноге (кг)
У здорового человека		12,40±0,54	9,35±0,45	3,05±0,22	24,6±1,2	23,5±1,1	0,594±0,025
Двойные переломы бедра							
Фиксация 2,5 месяца	2	11,56±0,40	8,49±0,16	3,26±0,23	28,2±1,62	27,1±2,0	0,445±0,023
1,5 месяца после снятия аппарата	3	11,84±0,33	8,88±0,36	3,14±0,20	26,5±0,92	25,4±0,89	0,507±0,038
Через 1,5 года	2	11,93±0,30	8,96±0,28	3,21±0,12	26,9±0,78	25,7±0,50	0,543±0,021
Перелом бедра и голени							
Фиксация 2,5 месяца	3	10,66±0,22	7,26±0,21	3,40±0,21	29,1±1,51	28,1±1,23	0,441±0,017
1,5 месяца после снятия аппарата	2	11,16±0,42	7,95±0,27	3,21±0,18	27,8±0,70	26,7±1,49	0,493±0,019
Через 1,5 года	5	11,27±0,31	8,02±0,28	3,25±0,12	27,8±1,42	26,6±1,37	0,517±0,014

Жировой ткани в нижней конечности через 2,5 месяца фиксации становилось больше на 7,2% ($p < 0,05$). В ближайшее время после снятия аппарата ее было больше на 4,5%, через 1,5 года — 6,4% ($p < 0,05$; табл. 9).

Количество минеральных веществ во всей ноге через 2,5 месяца фиксации уменьшалось на 26% ($p < 0,001$). Через месяц после снятия аппарата эта величина составила 18% ($p < 0,001$), а через 1,5 года — 13% ($p < 0,01$; табл. 5).

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Впервые проведено столь многогранное исследование процессов, протекающих в конечности после множественных переломов, а также изучены опосредованные изменения во всем теле. В основе репаративного процесса лежит ускорение кровообращения в травмированной конечности, а постоянно возрастающее количество накапливающегося пирофосфата свидетельствует об активно протекающей деминерализации [3, 4]. Подтверждением этого положения является то, что через 2,5 месяца фиксации количество минеральных веществ уменьшается в конечности на 28—32%. Через 4 месяца фиксации МПК близка к норме, но перестроенные процессы в костной мозоли, как показали наблюдения с меченым пирофосфатом, продолжают до 5 лет, когда МПК достигала 153—162%. Через 10—12 лет МПК составила 138—152%.

Во всем скелете масса минералов оставалась меньше нормы на 10% даже через 1,5 года после завершения лечения. Можно предположить, что в основе этого эффекта лежит меньшая двигательная активность конечности, чем до травмы.

Длительная фиксация конечности в аппарате приводила к уменьшению массы мышечной, соединительной тканей и компенсаторному увеличению жировой. При переломах бедра и голени изменения на 2,5% больше, чем при переломах одного бедра.

Через 1,5 года после переломов бедра масса мышечной, соединительной тканей была уменьшена на 4,2%, после переломов бедра и голени, когда фиксировалась вся конечность — 4,9%. Но масса этих тканей уменьшалась не только

в фиксированной конечности, но и во всем теле: при переломах бедра — на 2%, бедра и голени — на 3%.

Таким образом, современные методы исследования позволяют всесторонне охарактеризовать процессы, протекающие в конечности после переломов.

SUMMARY

The mineral density of the fracture area, whole damaged limb and whole skeleton have been studied by mean Radiographic bi-energetical bone densitometer by «General Electric Medical Systems/Lunar» DPX line, model NT by the enCore™2002 program. At the same time we have evaluated a change of the weight of the muscular, connective and fat tissues both of the limb and the whole body. We were the first who have been estimated the limb and the whole body area change. Bone mineral loss during fixation after double femoral fracture was 15%. One month after frame remove this figure was 7%, and after 1.5 years — 4%. In the case of combined femoral and tibial fractures these indices were 22, 10 and 5%. These alterations of a mineral density should be take into account and corrected in order to activation of reparative process.

ЛИТЕРАТУРА

1. Свешников, А.А. Современная диагностическая техника в ортопедо-травматологической клинике / А.А. Свешников // Гений ортопедии. 1997. № 3. С. 54—60.
2. Свешников, А.А. Материалы к разработке комплексной схемы коррективки функционального состояния внутренних органов при чрескостном остеосинтезе / А.А. Свешников // Гений ортопедии. 1999. № 1. С. 48—53.
3. Sveshnikov, A.A. Mineralstoffwechsel bei Knochenbrüchen nach den Ergebnissen der Photonen Absorptionsmessung / A.A. Sveshnikov, N.V. Oficerova // Radiol. Diagn. (Berl.). 1985. Bd 26. S. 407—412.
4. Свешников, А.А. Изменение минерального компонента кости при переломах / А.А. Свешников, Н.В. Офицерова // Пат. физиол. 1984. № 3. С. 53—57.