

© Группа авторов, 2006

Минеральная плотность костей скелета после травм и при удлинении конечностей в условиях нормального и нарушенного менструального цикла

А.А. Свешников, Н.Б. Бегимбетова, С.Е. Дудич

Mineral density of skeletal bones after injuries and during limb lengthening in case of normal and disordered menstrual cycle

A.A. Sveshnikov, N.B. Beggimbetova, S.E. Doudich

Федеральное государственное учреждение науки

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

На рентгеновском двухэнергетическом костном денситометре фирмы «General Electric Medical Systems/Lunar» серии DPX, модель NT с программой enCore™2002 определяли минеральную плотность (МП) костей скелета у двух групп женщин: 1) с неизменившимся после травмы или удлинения конечности менструальным циклом (МЦ); 2) с отсутствовавшим в течение 1,5-2 месяцев МЦ. Измеряли МП как во всем скелете, так и позвоночнике и проксимальных третях бедренных костей. При нарушении МЦ деминерализация была намного большей.

Ключевые слова: остеопороз, менструальный цикл, переломы, удлинение конечности.

Mineral density (MD) of skeletal bones was measured using the roentgen double-energy bone densitometer of «General Electric Medical Systems/Lunar» firm DPX series, NT model, with enCore™2002 program in two groups of women: 1) with the menstrual cycle (MC) unchanged after injury or limb lengthening; 2) with MC absent for 1,5–2 months. MD was measured both throughout the skeleton, and in the spine and the proximal thirds of femurs. In case of MC disorders demineralization was much more.

Keywords: osteoporosis, menstrual cycle, fractures, limb lengthening.

В плане реализации задач Всемирной Декады (2000-2010 г.) костей и суставов представляется весьма актуальным изучение всего многообразия факторов, которые могут оказывать влияние на минеральную плотность (МП) костей скелета и процесс репаративного костеобразования.

Активность репаративного процесса после травм и в процессе удлинения конечностей является предметом особого внимания как травматологов, так и ортопедов. В предыдущей работе [1]

мы установили существенное влияние нарушений менструального цикла (МЦ) на минерализацию костной мозоли и регенерата и высказали суждение о том, что нельзя проводить плановые операции на 4-7-е дни МЦ [2].

В задачу настоящего исследования входило изучение активности репаративного костеобразования после травм и удлинения конечностей при сохраненном и нарушенном менструальном цикле.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Под наблюдением находились 246 женщин в возрасте 18-40 лет. Из них 56 после травм нижних конечностей (голень, бедро) и 190 после ортопедических операций (удлинение голени и бедра). Измеряли МП скелета на рентгеновском двухэнергетическом костном денситометре фирмы «General Electric Medical Systems/Lunar» серии DPX, модель NT с программой enCore™2002. Измерения выполняли в стандартных точках: поясничном отделе позвоночника, проксимальной трети бедренных костей (шейка, пространство Варда, большой вертел, диафиз) и всем скелете. В позвоночнике наряду с МП (г/см²) определяли суммарное содержание минералов в граммах в каждом позвонке, а так-

же суммарную величину в L₂-L₄.

Для анализа состояния МЦ женщины один раз в месяц заполняли анкету. После их анализа формировали две группы: 1) с сохраненным; 2) с нарушенным циклом. МЦ считали нарушенным, если менструаций не было 1,5-2 месяца. В контрольную группу входили здоровые женщины.

Травма. Суммарное количество минеральных веществ (СМВ) через 2 месяца при сохраненном цикле было на 4 % меньше, чем в норме, а при нарушенном цикле — на 19 % (табл. 1). В поясничных позвонках соответственно на 5 и 10 % (табл. 2). В шейках бедренных костей — на 9 и 14 % (табл. 3). В пространстве Варда — на 4 и

20 % (табл. 4). В большом вертеле – на 14 и 25 % (табл. 5). В диафизе – на 6 и 10 % (табл. 6).

Во всей проксимальной трети большеберцовой кости – на 8 и 14 % (табл. 7).

Таблица 1
Рост, масса тела, суммарное количество минералов в скелете, минеральная плотность (МП) у женщин через 2 месяца после травмы при нормальном и нарушенном менструальном цикле (M±SD)

Срок обследования	Кол-во людей	Рост (см)	Масса тела (кг)	Всего минералов в скелете (кг)	Площадь тела (м ²)	МП всего скелета (г/см ²)	% убыли минералов
Контроль (возраст 21-25 лет)	13	164,6±2,0	59,4±3,08	2,618±0,133	2,23±0,07	1,174±0,038	
Через 2 месяца после травмы при нормальном цикле	17	161,3±2,1	66,8±4,41	2,515±0,125	2,21±0,10	1,138±0,033	-4
Через 2 месяца после травмы при нарушенном цикле	39	159,6±1,7	61,9±3,78	2,132*±0,094	2,10 ±0,15	1,015±0,052	-19

Таблица 2
Суммарное количество минеральных веществ в поясничных позвонках (L₂-L₄), их минеральная плотность (МП) у женщин через 2 месяца после травмы при нормальном и нарушенном менструальном цикле (M±SD)

Срок обследования	Количество минералов (г)	Площадь (см ²)	МП (г/см ²)	% убыли минералов
Контроль (возраст 21-25 лет)	52,978±2,590	42,05±1,37	1,260±0,027	
Через 2 месяца после травмы при нормальном цикле	50,330±2,413	42,07±2,18	1,196±0,038	-5
Через 2 месяца после травмы при нарушенном цикле	47,752*±2,953	41,48±1,07	1,151±0,042	-10

Примечание: здесь, а также в табл. 2-14, знаком «*» обозначены величины статистически достоверно (p<0,05) отличающиеся от значений при нормальном цикле.

Таблица 3
Суммарное количество минералов в шейках бедренных костей, их минеральная плотность (МП) у женщин через 2 месяца после травмы при нормальном и нарушенном менструальном цикле (M±SD)

Срок обследования	Шейка бедренной кости слева			Шейка бедренной кости справа			% убыли минералов
	минералы (г)	площадь (см ²)	МП (г/см ²)	минералы (г)	площадь (см ²)	МП (г/см ²)	
Контроль (возраст 21-25 лет)	5,103±0,286	4,80±0,23	1,063±0,049	5,122±0,278	4,81±0,24	1,064±0,042	
Через 2 месяца после травмы при нормальном цикле	4,666*±0,205	4,75±0,15	0,982±0,055	4,671*±0,205	4,86±0,19	0,961±0,036	-9
Через 2 месяца после травмы при нарушенном цикле	4,401*±0,239	4,79±0,14	0,918±0,049	4,391*±0,130	4,77±0,17	0,921±0,029	-14

Таблица 4
Суммарное количество минералов в пространствах Варда, их минеральная плотность (МП) у женщин через 2 месяца после травмы при нормальном и нарушенном менструальном цикле (M±SD)

Срок обследования	Пространство Варда слева			Пространство Варда справа			% убыли минералов
	минералы (г)	площадь (см ²)	МП (г/см ²)	минералы (г)	площадь (см ²)	МП (г/см ²)	
Контроль (возраст 21-25 лет)	2,192±0,068	2,63±0,09	0,833±0,038	2,212±0,083	2,62±0,04	0,844±0,042	
Через 2 месяца после травмы при нормальном цикле	2,110±0,076	2,59±0,05	0,815±0,029	2,114±0,071	2,63±0,04	0,804±0,033	-4
Через 2 месяца после травмы при нарушенном цикле	1,770*±0,051	2,60±0,08	0,654±0,022	1,779*±0,064	2,59±0,06	0,687±0,024	-20

Таблица 5

Суммарное количество минералов в большом вертеле, их минеральная плотность (МП) у женщин через 2 месяца после травмы при нормальном и нарушенном менструальном цикле (M±SD)

Срок обследования	Большой вертел слева			Большой вертел справа			% убыли минералов
	минералы (г)	площадь (см ²)	МП (г/см ²)	минералы (г)	площадь (см ²)	МП (г/см ²)	
Контроль (возраст 21-25 лет)	15,093±0,501	15,42±0,61	0,979±0,035	15,505±0,554	15,93±0,63	0,967±0,048	
Через 2 месяца после травмы при нормальном цикле	13,411*±0,314	15,41±0,24	0,870±0,029	13,378*±0,397	15,49±0,49	0,864±0,028	-14
Через 2 месяца после травмы при нарушенном цикле	11,625*±0,427	15,39±0,38	0,756±0,031	11,596*±0,424	15,46±0,21	0,750±0,036	-25

Таблица 6

Суммарное количество минералов в проксимальной трети диафиза бедренной кости, их минеральная плотность (МП) у женщин через 2 месяца после травмы при нормальном и нарушенном менструальном цикле (M±SD)

Срок обследования	Диафиз бедренной кости слева			Диафиз бедренной кости справа			% убыли минералов
	минералы (г)	площадь (см ²)	МП (г/см ²)	минералы (г)	площадь (см ²)	МП (г/см ²)	
Контроль (возраст 20-25 лет)	17,629±0,729	113,61±0,62	1,297±0,058	17,754±0,762	13,70±0,71	1,303±0,036	
Через 2 месяца после травмы при нормальном цикле	16,757±0,690	113,59±0,75	1,120±0,032	16,768±0,661	13,65±0,53	1,228±0,028	-6
Через 2 месяца после травмы при нарушенном цикле	16,017*±0,519	113,63±0,45	1,183±0,029	16,028*±0,526	13,52±0,67	1,185±0,040	-10

Таблица 7

Суммарное количество минералов в проксимальном отделе бедренной кости, его минеральная плотность (МП) у женщин через 2 месяца после травмы при нормальном и нарушенном менструальном цикле (M±SD)

Срок обследования	Проксимальный отдел бедренной кости слева			Проксимальный отдел бедренной кости справа			% убыли минералов
	минералы (г)	площадь (см ²)	МП (г/см ²)	минералы (г)	площадь (см ²)	МП (г/см ²)	
Контроль (возраст 21-25 лет)	33,327±0,704	30,49±0,74	1,093±0,043	33,338±0,766	30,53±0,74	1,092±0,031	
Через 2 месяца после травмы при нормальном цикле	30,684*±0,562	30,55±0,63	1,004±0,028	30,671*±0,419	30,51±0,85	1,005±0,029	-8
Через 2 месяца после травмы при нарушенном цикле	28,657*±0,365	30,52±0,57	0,939±0,038	28,669*±0,226	30,59±0,58	0,937±0,043	-14

Удлинение конечности. СМВ при нормальном МЦ было уменьшено во всем скелете на 22 %, при нарушенном – на 31 % (табл. 8). В позвоночнике деминерализация составляла соответственно 9 и 19 % (табл. 9). В шейках бедренных костей – 4 и

12 % (табл. 10). В пространстве Варда – 13 и 31 % (табл. 11). В большом вертеле – 7 и 13 % (табл. 12). В диафизе проксимальной трети бедренной кости – 4 и 9 % (табл. 13). Во всей проксимальной трети бедренной кости 6 и 17 % (табл. 14).

Таблица 8

Рост, масса тела, суммарное количество минералов в скелете, минеральная плотность (МП) его у женщин через 3 месяца distraction при нормальном и нарушенном цикле (M±SD)

Срок обследования	Кол-во людей	Рост (см)	Масса тела (кг)	Всего минералов в скелете (кг)	Площадь тела (м ²)	МП всего скелета (г/см ²)	% убыли минералов
Контроль (возраст 18 лет)	15	165,1±4,0	56,2±2,5	2,376±0,104	2,12±0,10	1,118±0,047	
Через 3 месяца при нормальном цикле	80	156,3±2,0	62,1±4,3	1,845*±0,094	1,97±0,11	0,937±0,028	-22
Через 3 месяца при нарушенном цикле	110	156,6±2,0	61,9±3,8	1,639*±0,084	1,94±0,12	0,844±0,275	-31

Таблица 9

Суммарное количество минеральных веществ в поясничных позвонках (L₂-L₄), их минеральная плотность (МП) у женщин через 3 месяца distraction при нормальном и нарушенном менструальном цикле (M±SD)

Срок обследования	Количество минералов (г)	Площадь (см ²)	МП (г/см ²)	% убыли минералов
Контроль (возраст 18 лет)	52,978±2,590	42,05±1,37	1,260±0,059	
Через 3 месяца при нормальном цикле	48,210*±1,392	41,89±1,71	1,149±0,055	-9
Через 3 месяца при нарушенном цикле	42,912*±1,431	42,17±2,07	1,018±0,043	-19

Таблица 10

Суммарное количество минералов в шейках бедренных костей, их минеральная плотность (МП) у женщин через 3 месяца distraction при нормальном и нарушенном менструальном цикле (M±SD)

Срок обследования	Шейка бедренной кости слева			Шейка бедренной кости справа			% убыли минералов
	минералы (г)	площадь (см ²)	МП (г/см ²)	минералы (г)	площадь (см ²)	МП (г/см ²)	
Контроль (возраст 18 лет)	4,687±0,154	4,60±0,19	1,019±0,049	4,705±0,171	4,64±0,23	1,013±0,053	
Через 3 месяца при нормальном цикле	4,525±0,112	4,56±0,18	0,992±0,031	4,522±0,158	4,57±0,24	0,990±0,034	-4
Через 3 месяца при нарушенном цикле	4,013*±0,212	4,63±0,16	0,867±0,026	4,016*±0,165	4,58±0,19	0,877±0,022	-12

Таблица 11

Суммарное количество минералов в пространствах Варда, их минеральная плотность (МП) у женщин через 3 месяца distraction при нормальном и нарушенном менструальном цикле (M±SD)

Срок обследования	Пространство Варда слева			Пространство Варда справа			% убыли минералов
	минералы (г)	площадь (см ²)	МП (г/см ²)	минералы (г)	площадь (см ²)	МП (г/см ²)	
Контроль (возраст 18 лет)	2,247±0,085	2,33±0,11	0,961±0,049	2,252±0,098	2,35±0,11	0,972±0,044	
Через 3 месяца при нормальном цикле	1,954*±0,099	2,36±0,18	0,828±0,035	1,962*±0,082	2,40±0,10	0,818±0,039	-13
Через 3 месяца при нарушенном цикле	1,563*±0,079	2,29±0,19	0,696±0,029	1,557*±0,075	2,36±0,12	0,660±0,031	-31

Таблица 12

Суммарное количество минералов в большом вертеле, их минеральная плотность (МП) у женщин через 3 месяца distraction при нормальном и нарушенном менструальном цикле (M±SD)

Срок обследования	Большой вертел слева			Большой вертел справа			% убыли минералов
	минералы (г)	площадь (см ²)	МП (г/см ²)	минералы (г)	площадь (см ²)	МП (г/см ²)	
Контроль (возраст 18 лет)	9,297±0,255	11,0±0,54	0,845±0,043	9,313±0,240	11,1±0,59	0,839±0,053	
Через 3 месяца при нормальном цикле	8,654*±0,169	11,2±0,32	0,771±0,032	8,646*±0,208	11,0±0,31	0,786±0,030	-7
Через 3 месяца при нарушенном цикле	8,132*±0,286	11,1±0,28	0,732±0,026	8,127*±0,342	11,2±0,48	0,726±0,028	-13

Таблица 13

Суммарное количество минералов в диафизе проксимальной трети бедренной кости, их минеральная плотность (МП) у женщин через 3 месяца distraction при нормальном и нарушенном менструальном цикле (M±SD)

Срок обследования	Диафиз бедренной кости слева			Диафиз бедренной кости справа			% убыли минералов
	минералы (г)	площадь (см ²)	МП (г/см ²)	минералы (г)	площадь (см ²)	МП (г/см ²)	
Контроль (возраст 18 лет)	15,985±0,318	113,27±0,52	1,211±0,044	16,013±0,523	13,25±0,64	1,209±0,057	
Через 3 месяца при нормальном цикле	15,344±0,198	113,14±0,18	1,168±0,052	15,329±0,462	13,26±0,56	1,156±0,032	-4
Через 3 месяца при нарушенном цикле	14,539*±0,397	113,21±0,24	1,101±0,047	14,527*±0,597	13,27±0,42	1,095±0,045	-9

Таблица 14

Суммарное количество минералов в проксимальном отделе бедренной кости, его минеральная плотность (МП) у женщин через 3 месяца distraction при нормальном и нарушенном менструальном цикле (M±SD)

Срок обследования	Проксимальный отдел бедра слева			Проксимальный отдел бедра справа			% убыли минералов
	минералы (г)	площадь (см ²)	МП (г/см ²)	минералы (г)	площадь (см ²)	МП (г/см ²)	
Контроль (возраст 18 лет)	30,375±0,258	29,1±0,71	1,045±0,077	30,273±0,147	29,1±0,56	1,042±0,044	
Через 3 месяца при нормальном цикле	28,553*±0,556	28,8±0,63	0,910±0,038	28,536*±0,765	32,1±0,79	0,889±0,037	-6
Через 3 месяца при нарушенном цикле	25,213*±0,704	29,2±0,48	0,863±0,023	25,198*±0,737	28,4±0,62	0,785±0,042	-17

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

При травме, если она происходит в первые дни МЦ, возникает нарушение цикла в силу того, что механическое воздействие является сильнейшим стресс-фактором, вызывающим торможение в гипоталамусе и, как следствие, уменьшается продукция нейrogормонов и гонадотропинов. Снижается образование половых гормонов, которые удерживают минеральные вещества в кости. Ортопеды, проводящие плановые операции, как правило, не интересуются состоянием МЦ. Больных вызывают на плановые операции сразу после менструации - именно тогда, когда делать операцию как раз нельзя (А.А. Свешников и соавт., 1998). В итоге МЦ нередко нарушается и менструаций нет 1,5-2 месяца, иногда больше. На языке профессионалов (гинекологов) эти нарушения называются так: опсопройоменорея, опсоолигоменорея, опсоменорея и олигоменорея. Восстановлением цикла никто не занимается, ждут, пока нарушение пройдет само собой. А это является врачебной ошибкой, поскольку может наступить угасание функции яичников. Кроме этого, длительное время сниженная концентрация половых гормонов замедляет репаративный процесс.

В наших наблюдениях прослежена четкая взаимосвязь между состоянием МЦ и, следовательно, концентрацией эстрогенов и СМВ в костях скелета. Наиболее ярко она проявлялась в трабекулярной ткани (позвоночник, большой вертел), где активно протекают обменные процессы. Изменялось не только СМВ, но и уменьшался синтез белка и увеличивалось выведение азота из организма. Снижалось воздействие эстрогенов на белковую матрицу кости, ослаблялся обмен веществ и функциональное состояние остеогенных клеток костного мозга. На это указывают наши предыдущие исследования [3].

При низкой концентрации эстрогенов активность остеобластов уменьшается, усиливается резорбция и деминерализация, а врач сокрушается: «Почему плохо минерализуется регенерат?». Регулируя минерализацию регенерата, эстрогены способствуют повышению активности остеобластов, защищают кость от воздействия паратиринина.

В предыдущей нашей работе [1] мы обстоятельно изучили частоту встречаемости различных нарушений МЦ после травм и при удлинении конечностей и показали, что она составляет соответственно 60,1 % и 76 %. В данной работе стояла задача выяснить, как нарушения МЦ сказываются на СМВ скелета и отдельных его крупных сегментов. Обнаружено, что деминерализация выявлялась во всем скелете, прежде всего, в местах преимущественного расположения трабекулярной кости, так как в компактной - значительная часть минералов прочно фиксирована.

Изучение МЦ применительно к чрескостному остеосинтезу необходимо потому, что циклические изменения в системе нейrogуморальной регуляции функции яичников и гормональнозависимых от них органах сопровождаются колебаниями функционального состояния нервной, эндокринной, сердечно-сосудистой и других систем организма, от которых зависит, в частности, синтез коллагена и активность других слагаемых репаративного процесса [5]. В фазе роста фолликула преобладает тонус парасимпатического отдела вегетативной нервной системы, суживаются капилляры сосудистой системы, повышается тонус всех сосудов, ускоряется ток крови. В фазе желтого тела капилляры расширяются, хорошо видны их артериальные и венозные участки, тонус сосудов снижен [6]. Ток крови не всегда равномерный. Непосредственно перед менструацией капилляры находятся в спастическом состоянии. В процессе остеосинтеза необходима нормальная концентрация эстрадиола, усиливающего биосинтез коллагеновых и неколлагеновых белков. Отмечается изменение содержания растворимых липидов костного матрикса, а также фосфолипидов [3].

Эстрадиол способствует дифференцировке клеток. Костная и хрящевая ткани могут рассматриваться как мишени для эстрадиола. Число рецепторов для эстрадиола невелико, но они обладают высокой связующей способностью. Низкая концентрация прогестерона также уменьшает синтез специфических белков, изменяет функциональное состояние органов-мишеней.

ФСГ активирует мембранный фермент аденилатциклазу. Это приводит к усилению образования цАМФ, выполняющего роль внутриклеточного посредника в реализации биологического действия ФСГ [6]. Под влиянием цАМФ активируется протеинкиназа, участвующая в фосфорилировании функционально важных белков. В итоге стимулируется генетически детерминированная специфическая функция клеток мишеней [3].

Столь подробное рассмотрение вопроса – прямой выход на установление оптимальных дней для проведения оперативных вмешательств, при которых были бы минимальными гормональные изменения на уровне гипоталамус-гипофиз и, следовательно, оптимальный вариант активности репаративного процесса.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, проект № 04-07-96030.

ЛИТЕРАТУРА

1. Состояние и механизм регуляции менструального цикла после травмы и при удлинении конечности по сравнению с умственной и физической нагрузкой / А. А. Свешников [и др.] // Гений ортопедии. – 1997. - № 3. – С. 29-34.
2. Свешников, А. А. Влияние оперативных вмешательств на концентрацию гормонов крови, регулирующих менструальный цикл / А. А. Свешников // Гений ортопедии. – 1998. - № 1. – С. 48–53.
3. 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.
4. Березовская, Т. П. Радионуклидные исследования функционального состояния костного мозга / Т. П. Березовская, А. А. Свешников // Мед. радиол. – 1985. - № 2. – С. 53-55.
5. Свешников, А. А. Концентрация гормонов, регулирующих процесс костеобразования, и циклических нуклеотидов при переломах длинных костей / А. А. Свешников, Н. В. Офицера, С. В. Ральникова // Ортопед. травматол. - 1987. – N 9. - С. 30-35.
6. Федоров, Н. А. Биологическое и клиническое значение циклических нуклеотидов / Н. А. Федоров. - М. : Медицина, 1979. - 280 с.

Рукопись поступила 14.10.04.