

МИНЕРАЛЬНАЯ ПЛОТНОСТЬ КОСТЕЙ КРУПНЫХ СЕГМЕНТОВ ТЕЛА В ВОЗРАСТНОМ АСПЕКТЕ

Свешников К.А., Русейкин Н.С.

Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева

Подробная информация об авторах размещена на сайте

«Учёные России» - <http://www.famous-scientists.ru>

У 2870 практически здоровых людей в возрасте 3-85 лет измерена на рентгеновском костном денситометре фирмы «GE/Lunar» (США) масса минералов (ММ) в крупных сегментах тела: костях черепа; туловище; ребрах; позвоночнике; костях таза; верхних и нижних конечностях. У мальчиков в 3-5 лет ММ несколько выше, чем у девочек, особенно в нижних конечностях. При первом скачке роста у девочек (7 лет) была тенденция к незначительному увеличению ММ. В 12-14 лет ММ у них выше во всех обследованных сегментах. В 15 лет у девушек ММ составляла 90%, у юношей - 70-80%. У женщин в 18 лет скелет полностью минерализован, у мужчин – только в 19-20 лет. Это существенное уточнение существующего мнения, что скелет полностью минерализован только в 21-25 лет. В трудоспособном возрасте была тенденция к увеличению массы минералов. У мужчин она сохранялась до 60 лет в позвоночнике и верхних конечностях.

Для ранней диагностики, профилактики и лечения остеопороза необходима не только новейшая техника и результаты всесторонних исследований минеральной плотности в стандартных точках, где чаще всего возникают переломы, но и в крупных сегментах тела в возрастном аспекте. Такие данные также требуются в процессе реабилитации больных после травм или уравнивания длины конечностей. Чрезвычайно важно знать, что же является определяющим в процессе восстановления массы минералов (ММ) костей скелета. Среди таких факторов называют рост, массу тела, длину и плотность костей, величину физической нагрузки, характер питания, количество потребляемого кальция, этническую принадлежность, национальные и географические различия [1, 4]. По данным европейских авторов минеральная плотность шейки бедра и области большого вертела достоверно различны в зависимости от географических зон [5]. Американские авторы указали на то, что минеральная плотность шейки бедра у афроамериканок на 13% больше, чем у белых женщин [6]. Существует мнение о различии в сроках формирования костной массы периферического и осевого скелета.

Данные о возрастной динамике ММ костей крупных сегментов тела в настоящее время отсутствуют, так как проведение работы стало возможным только после появления костных денситометров с ошибкой измерения $\pm 2\%$.

Материал и методы

У 2870 практически здоровых людей (из них женщин - 1842, мужчин – 1038) в возрасте 3-85 лет измерена ММ скелета на дихроматическом костном денситометре фирмы «Norland» (США) и рентгеновском костном денситометре фирмы «GE/Lunar» (США) серии DPX, модель NT с программой enCore™2002. Измерения ММ выполняли в следующих крупных сегментах тела: кости черепа; туловища; ребра; позвоночник; кости таза; верхние и нижние конечности. Результаты обследования распечатывались на принтере, затем заносились на другой компьютер для обработки по возрастным группам. В качестве инструмента вычислений использован пакет статистического анализа и встроенные формулы расчетов данных компьютерной программы Microsoft® Excel (2003). Анализ результатов обследования проводили с учетом методических ре-

комендаций Международного общества клинической денситометрии (ISCD, 2003).

Соблюдалось главное условие при выполнении таких исследований - приходившие на обследование были совершенно случайными людьми. О возможности измерить МП население оповещалось по радио, телевидению, печатались статьи в газетах. Активно информировал людей областной пенсионный фонд, организации ветеранов войны и труда. Исключались из анализа те, кто имел заболевания или применял препараты, ведущие к деминерализации скелета.

Результаты исследований

1. Женский пол. 1.1. Возраст 3-20 лет.

При анализе данных в возрасте 3 лет обращает на себя внимание то, что наи-

большая масса минералов в костях черепа (табл. 1). В нижних конечностях процентное содержание минералов (ПСМ) меньше в 2,1 раза. Столько же в ребрах, позвоночнике и туловище. Самое низкое ПСМ в костях таза и верхних конечностях.

Во время первого скачка роста у девочек (6 лет) происходил прирост ПСМ в костях туловища, ребрах и нижних конечностей. Несколько меньшая величина в костях таза и верхних конечностей. В связи с тем, что у лиц женского пола минерализация отстает от образующейся органической основы на 1 год, эффект особенно заметен в 7 лет в верхних конечностях, туловище и ребрах. В 9 лет ПСМ становилась одинаковой в верхних и нижних конечностях.

Таблица 1. Процентное изменение массы минеральных веществ в крупных сегментах скелета женщин в возрасте 3-20 лет

Возраст (годы)	Крупные сегменты скелета						
	Кости черепа	Туловище	Ребра	Позвоночник	Кости таза	Конечности	
						верхние	нижние
3	31,2*	13,0*	14,8*	14,0*	11,0*	11,2*	14,9*
4	38,0*	15,4	17,8*	16,7*	13,1*	13,4*	18,6*
5	50,0*	19,0*	20,7*	20,1*	15,2*	15,6*	21,6*
6	49,9*	22,7*	24,1*	24,3*	19,0*	19,2*	26,2*
7	54,5*	32,3*	33,5*	31,3*	23,7*	36,1*	34,2*
8	58,3*	35,1*	37,3*	36,3*	30,3*	40,0*	36,2*
9	61,8*	36,5*	39,0*	34,6*	30,8	41,6*	41,5*
10	65,1*	38,7*	43,0*	39,0*	44,4*	43,2*	48,0*
11	65,6*	51,1*	48,0*	47,3*	46,9*	47,3*	59,9*
12	67,7*	59,9*	57,0*	57,5*	58,1*	58,1*	69,8*
13	71,4*	65,3*	61,2*	65,0*	63,2*	60,0*	87,8*
14	73,6*	71,2*	69,4*	71,1*	68,2*	70,6*	83,6*
15	86,0*	83,3*	86,9*	81,0*	76,7*	79,1*	84,7*
16	92,6*	91,7*	93,0*	84,3*	87,4*	88,6*	93,1*
17	94,6	93,9*	93,3*	91,8*	90,7*	95,3	95,4
18	96,3	98,0	96,7	94,3	94,3	96,7	96,0
19	99,7	99,9	98,4	96,1	98,4	97,5	97,3
20	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Примечание: проценты рассчитаны по отношению к массе минералов в 20 лет: 1) череп - 495,260±26,324 г.; 2) туловище - 813,122±46,515 г.; 3) ребра - 261,810±15,392 г.; 4) позвоночник - 241,111±14,746 г.; 5) кости таза - 254,254±19,455 г.; 6) верхние конечности - 288,760±39,783 г.; 7) нижние конечности - 864,881±49,950 г.; «*» p < 0,05.

В 11 лет (начало периода полового созревания у девочек – второй скачок рос-

та) ПСМ выравнивается в туловище, ребрах, позвоночнике, костях таза и верхних

конечностях. Наибольшее ПСМ в костях черепа и нижних конечностей. Это же соотношение сохраняется в 13 и 14 лет. В 15-16 лет ПСМ становится одинаковой в костях таза, туловище, ребрах и нижних конечностях (табл. 1). Несколько меньше ПСМ в костях таза и верхних конечностей. В 17-18 лет ПСМ уравнивалась в верхних и нижних конечностях. В 19 лет ПСМ во всех обследованных сегментах не отличалась от аналогичной величины в 20 лет.

1. Женский пол. 1.2. Возраст 21-80 лет.

В 26-30 лет ПСМ во всех обследованных сегментах не отличалось от значений в 21-25 лет (табл. 2). В дальнейшем (до 46-50 лет) была заметна тенденция к

увеличению ПСМ в верхних конечностях, костях таза и черепа. В 51-55 лет ПСМ начинало снижаться в туловище, ребрах, позвоночнике и костях таза. В 56-60 лет наиболее существенное снижение ПСМ в происходило в ребрах, костях таза и туловище. Практически без изменений ПСМ в костях черепа и конечностях. В 66-70 лет наиболее существенно масса минералов убывает из ребер и костей таза. В 76-80 столь же значительная убыль минералов в позвоночнике. В 81– 85 лет наименьшая масса минералов в ребрах, позвоночнике, костях таза и нижних конечностях с большим содержанием минералов кости черепа, туловища и верхних конечностей (табл. 2).

Таблица 2. Процентное изменение массы минеральных веществ в крупных сегментах скелета женщин в возрасте 21-85 лет

Возраст (годы)	Крупные сегменты скелета						
	Кости черепа	Туловище	Ребра	Позвоночник	Кости таза	Конечности	
						верхние	нижние
21-25	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
26-30	101,4	100,8	100,3	101,3	101,0	101,4	100,5
31-35	101,6	100,8	101,0	102,2	102,2	102,8	101,1
36-40	102,4	100,7	101,3	102,3	102,0	104,8	101,2
41-45	104,3	101,0	101,6	100,5	101,4	104,9	101,1
46-50	103,1	97,4	98,3	98,2	99,4	103,2	101,0
51-55	102,9	92,1*	86,3*	93,2*	93,5*	100,3	98,2
56-60	98,1	88,9*	82,1*	90,8*	86,9*	96,8	95,1
61-65	88,1*	84,2*	75,0*	85,2*	80,1*	90,1*	91,7*
66-70	87,4*	80,8*	73,2*	83,0*	73,8*	86,4*	88,2*
71-75	86,5*	73,1*	66,5*	72,2*	69,4*	80,0*	82,1*
76-80	85,6*	71,8*	64,1*	66,2*	67,8*	78,1*	74,1*
81-85	83,2*	69,8*	61,7*	61,1*	62,6*	75,2*	68,3*

Примечание: проценты рассчитаны по отношению к массе минералов в возрасте 21-25 лет: 1) череп - 494,616±29,160 г.; 2) туловище - 817,189±48,723 г.; 3) ребра - 263,542±15,128 г.; 4) позвоночник - 226,19±19,623 г.; 5) кости таза - 334,032±19,212 г.; 6) верхние конечности - 300,327±16,324 г.; 7) нижние конечности - 875,166±46,235 г.; «*» p<0,05.

2. Мужской пол. 2.1. Возраст 3-20 лет.

В 3 года наибольшее ПСМ в костях черепа и нижних конечностях (табл. 3), несколько меньшая величина в туловище, ребрах и позвоночнике и наименьшая в костях таза и верхних конечностях. В 4 года ПСМ практически не менялось. В 5 лет – время первого скачка роста у маль-

чиков – ПСМ в большей мере увеличивалось не только в костях черепа, верхних конечностей, но и в туловище, ребрах и позвоночнике. В 6 лет ПСМ становилось одинаковым в туловище, ребрах и позвоночнике. В 7-8 лет этот показатель больше в ребрах и позвоночнике. В 9 лет ПСМ в 1,8 раза больше, чем в нижних (такое соотношение сохранялось до 12 лет). В 10-11

лет ПСМ становилось одинаковым в туловище, ребрах, позвоночнике и костях таза. В 12 лет ПСМ существенно больше в ребрах и верхних конечностях. В 13 лет ПСМ значительно возрастало в туловище, ребрах и костях таза. В 14-15 лет наибольшая - в костях таза и нижних конечностях, несколько меньше в туловище и ребрах, наименьшая в костях таза и верхних конечностей. В 16 лет самая высокая величина ПСМ в нижних конечностях, костях черепа, несколько меньшая, но одинако-

вая, величина в туловище, ребрах, позвоночнике и костях таза. Самая низкая величина - в нижних конечностях. В 17 лет ПСМ выравнивается во всех сегментах. В 18 лет самое высокое значение ПСМ в верхних и нижних конечностях. В 19 лет отмечена полная минерализация в верхних, нижних конечностях и в позвоночнике. На 7% меньше, чем в возрасте 20 лет, ПСМ в костях черепа, туловище, костях таза, а в ребрах меньше на 11,4%.

Таблица 3. Процентное изменение массы минеральных веществ в крупных сегментах скелета мужчин в возрасте 3-20 лет

Возраст (годы)	Крупные сегменты скелета						
	Кости черепа	Туловище	Ребра	Позвоночник	Кости таза	Конечности	
						верхние	нижние
3	35,5*	16,7*	16,6*	15,0*	9,6*	9,9*	20,0*
4	39,8*	18,7*	17,8*	17,5*	10,9*	11,4*	22,7*
5	44,8*	21,1*	19,2*	21,0*	12,4*	17,6*	26,2*
6	50,3*	23,4*	23,8*	23,6*	16,8*	18,4*	30,0*
7	58,2*	24,5*	27,1*	27,0*	18,5*	20,3*	37,5*
8	58,9*	25,6*	27,9*	28,0*	20,3*	21,6*	38,7*
9	59,0*	28,7	29,3*	28,7*	26,9*	23,1*	40,6*
10	60,1*	29,1*	30,4*	29,6*	29,2*	24,0*	41,1*
11	61,9*	30,9*	31,9*	30,7*	29,9*	24,4*	43,3*
12	62,7*	31,9*	43,3*	35,2*	32,8*	36,3*	46,0*
13	64,0*	46,1*	49,2*	43,1*	42,8*	42,1*	49,1*
14	70,3*	62,5*	59,8*	55,0*	50,2*	51,0*	64,4*
15	79,5*	72,2*	69,3*	69,4*	69,4*	66,1*	82,1*
16	80,1*	73,6*	72,3*	76,7*	73,0*	68,7*	85,9*
17	81,7*	77,4*	83,3*	83,2*	83,7*	82,9*	94,6
18	88,9*	88,1*	87,6*	90,9*	86,9*	94,1	98,8
19	93,6*	93,0*	88,6*	96,0*	93,9*	96,8	99,6
20	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Примечание: проценты рассчитаны по отношению к массе минералов в возрасте 20 лет: 1) череп - 532,710±31,661 г.; 2) туловище - 1053,352±63,506 г.; 3) ребра - 356,517±18,369 г.; 4) позвоночник - 299,228±18,193 г.; 5) кости таза - 443,277±24,803 г.; 6) верхние конечности - 447,720±27,019 г.; 7) нижние конечности - 1172,093±93,120 г.; «*» p< 0,05.

2. Мужской пол. 2.2. Возраст 21-85 лет.

В возрасте 21-55 лет во всех обследованных сегментах нормальная минеральная плотность, а в позвоночнике и верхних конечностях ПСМ даже больше (на 6-9%), чем в 21-25 лет. Первые признаки деминерализации появлялись в костях

таза в 50 лет, в 55 лет только здесь происходила дальнейшая убыль минералов (табл. 4). В 56-60 констатировалась убыль минералов в ребрах. В 61-65 появляется третий деминерализованный сегмент - туловище. В 66-70 лет добавлялись верхние и нижние конечности, в 71-75 лет - позвоночник и кости черепа. В 76-80 лет наи-

большая деминерализация была в костях таза, ребрах, туловище и верхних конечностях. В 81-85 лет сравнительно больше

минералов было в костях черепа, позвоночнике, верхних и нижних конечностях.

Таблица 4. Процентное изменение массы минеральных веществ в крупных сегментах скелета мужчин в возрасте 21-80 лет

Возраст (годы)	Крупные сегменты скелета						
	Кости черепа	Туловище	Ребра	Позвоночник	Кости таза	Конечности	
						верхние	нижние
21-25	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
26-30	100,3	100,1	100,2	107,5*	100,1	101,3	100,5
31-35	100,2	100,2	100,8	108,4*	100,1	106,3	100,7
36-40	100,4	100,0	100,2	109,4*	100,0	108,2*	101,1
41-45	100,0	100,0	100,5	108,4*	99,1	107,4*	101,6
46-50	99,9	99,8	99,9	108,2*	91,6*	106,6	102,1
51-55	99,9	98,7	96,9	108,7*	80,6*	104,4	102,4
56-60	99,6	95,7	89,0*	108,5*	74,6*	101,4	101,8
61-65	97,1	91,8*	82,0*	101,5	67,2*	97,3	97,5
66-70	95,6	81,2*	79,4*	97,4	60,2*	93,3*	92,1*
71-75	92,6*	72,3*	76,0*	89,3*	55,1*	83,5*	85,3*
76-80	91,5*	67,0*	63,0*	86,1*	52,3*	77,4*	81,5*
81-85	87,3*	64,2*	61,4*	81,1*	50,8*	74,6*	78,3*

Примечание: проценты рассчитаны по отношению к массе минералов в возрасте 21-25 лет: 1) череп - 534,663±33,592 г.; 2) туловище - 1075,546±64,954 г.; 3) ребра - 356,454±22,159 г.; 4) позвоночник - 269,542±17,551 г.; 5) кости таза - 444,442±27,242 г.; 6) верхние конечности - 450,524±28,334 г.; 7) нижние конечности - 1177,220±79,812 г.; «*» p< 0,05.

Обсуждение результатов

До настоящего времени внимание ученых было сосредоточено в основном на изучении возрастных изменений минеральной плотности костей скелета в тех участках, где чаще всего происходят переломы [2, 3]. В данной работе впервые подробно и всесторонне изучены изменения в крупных сегментах скелета, которые могут способствовать возникновению переломов.

При анализе материала видно, что у мальчиков количество минералов даже в 3-5 лет несколько выше, чем у девочек, особенно в нижних конечностях. В связи с первым скачком роста у девочек была тенденция к незначительному увеличению ПСМ в 7 лет. Начиная с 8 лет, особенно в 12-14 лет, ПСМ у них достоверно выше во всех обследованных сегментах. В 15 лет ПСМ у девушек масса минералов составляла около 90%, а у юношей 70-80%. У женщин в 18 лет скелет полностью мине-

рализован, у мужчин – только в 19-20 лет. Это существенное уточнение существующего мнения, что скелет полностью минерализован только в 21-25 лет. В трудоспособном возрасте (31-45 лет) у женщин была слабо выраженная тенденция к увеличению массы минералов, в то время как у мужчин она достоверна в позвоночнике и верхних конечностях и сохранялась до 60 лет. Это также впервые установлено в нашей работе.

Снижение минеральной плотности у женщин начиналось в 51-55 лет и всегда наиболее выражена в ребрах, позвоночнике и костях таза. У мужчин отчетливая деминерализация происходила в 56-60 лет, прежде всего в ребрах и костях таза. В позвоночнике масса минералов не изменялась до 66-70 лет, в то время как туловище, ребрах костях таза и конечностях происходило существенное снижение.

Эти данные важны не только с теоретической точки зрения, но и с практиче-

ской, когда ставится вопрос об активности репаративного костеобразования после переломов и степени восстановления трудоспособности.

Таким образом, метод рентгеновской двухэнергетической абсорбциометрии позволяет охарактеризовать изменения минеральной плотности костей скелета в возрастном аспекте. Эти данные важны не только с теоретической точки зрения, но и с практической, когда ставится вопрос об активности репаративного костеобразования после переломов и уравнивания длины конечностей, о степени восстановления трудоспособности по массе мышечной и соединительной тканей.

Исходя из полученных данных можно сделать вывод о том, что при создании региональных баз данных минеральной плотности костей скелета необходимо учитывать изменения и в крупных сегментах тела.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, проекты 01-04-96422 и 04-07-96030.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Свешников А. А. // Физиология мышц и мышечной деятельности: материалы III Всеросс. конф. с междунар. участ., посвящ. 250-летию МГУ. М. 2005. С. 94.
2. Шевцов В.И., Свешников А.А., Овчинников Е.Н. // Гений ортопедии. 2004. № 1. С. 129.
3. Шевцов В.И., Свешников А.А., Овчинников Е.Н. // Гений ортопедии. 2004. № 3. С. 25.
4. Шевцов В. И., Свешников А. А., Овчинников Е. Н. // Гений ортопедии. 2005. № 1. С. 58.
5. Lunt M., Felsenberg D., Adams J. // Osteoporosis Int. 1997. V. 7. P. 175.
6. Wahner H.W., Dunn W.L., Riggs B.L. // Sem. Nucl. Med. 1983. V. 13. P. 282.

BONE MINERAL DENSITY OF LARGE BODY SEGMENTS IN AGE ASPECT

Sveshnikov K.A., Ruseikin N.S.

Mordovian N.P.Ogaryov state university

There has been measured mineral mass in 2870 people at the age from 3 till 85 years on Bone Densitometer «GE/Lunar» (США) mineral mass (MM) in large body segments: cranial bones; trunk; ribs; spinal column; pelvic bones; upper and lower extremities. MM in boys age 3-5 is a bit higher than in girls, especially in lower limbs. During the first growth spurt in girls (7 years) there was a tendency to the slight MM increase. In 12-14 years their MM is higher in all examined segments. In 15 years MM in girls was 90%, in boys- 70-80%.

In women in 18 years skeleton is being fully mineralized, in men—only in 19-20 years. This significant updating of existed opinion that skeleton is fully mineralized only in 21-25 years. In working age there was a tendency to increase of mineral mass. It was being preserved in men in the spinal cord and in the upper limbs until 60 years.

