

ВОЗРАСТНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ ПОЗВОНОЧНИКА В ВОЗРАСТЕ 5-85 ЛЕТ

Турилина Е.В.

*Федеральное государственное учреждение науки Российской научный
центр «Восстановительная травматология и ортопедия»*

им. академика Г.А. Илизарова

Подробная информация об авторах размещена на сайте

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

В возрастном аспекте (5-85 лет) изучены морфометрические данные и минеральная плотность поясничного отдела позвоночника у здоровых людей обоего пола. У девочек в 5-10 лет ширина позвонков увеличивалась на 1,4-1,5% за год. В 12-13 лет - 3,1%, в 14-17 лет - 1,3%. За 5-20 лет ширина возрастала на 24,1%. Высота позвонков в 5-10 лет ежегодно увеличивалась на 4,6%. Максимальное увеличение - на 7,3% было в 13 лет. Прирост минеральной плотности (МП) до 11 лет по 3,0-4,0% в год, в 11-12 лет - 5,7%. В 13-14 лет - 8,0%, затем по 1,4-1,8%. У мальчиков ширина позвонков в 5-6 лет ежегодно увеличивалась на 2,1%, затем до 12 лет равномерно - на 1,5%, в 13-14 лет - 3,4%. В 15-19 лет ежегодное увеличение происходило на 1,5%, после 19 лет 1,0%. Высота в 5-6 лет увеличивалась на 5,5%, затем до 12 лет ежегодно - 3,8-4,8%. В 13-15 лет - 7,1% год, в 14 лет отмечена наибольшая величина - 8,3%. МП до 12 лет увеличивалась на 3,8%. В 13 лет -5,4%. Наиболее высоким (7,9%) прирост был в 14-15 лет, затем становился меньшим - 1,1-2,4%. У взрослых людей максимальная плотность в поясничном отделе позвоночника наблюдалась в возрасте 21-25 лет. У женщин достоверное снижение ее начиналось в 46-50 лет, у мужчин - после 60 лет. Потеря минералов сопровождалась увеличением ширины позвонка за счет разрастания надкостницы. Ширина позвонков у мужчин медленно увеличивалась в любом возрасте, у женщин до 70 лет, затем уменьшалась.

Изучение минеральной плотности (МП) позвоночника в прямой и боковой проекциях стало возможным после внедрения в клиническую практику костных денситометров, основанных на методе двухфотонной абсорбциометрии [4,5]. Но всесторонняя количественная оценка МП в позвоночнике при ошибке измерения $\pm 2,5\%$, а также морфометрических параметров позвонков, оказались возможными при использовании только метода рентгеновской двухэнергетической абсорбциометрии [1]. В базе данных импортных денситометров заложены контрольные показатели фирмы-изготовителя («GE/Lunar», США), отражающие возрастные и половые отличия лиц, проживающих в США. Это заставило нас приступить к созданию региональной Уральской базы данных, так

как остаются не изученными в том числе и изменения позвоночника у детей и подростков.

Материал и методы

Наблюдения проведены на 2870 практически здоровых людях, в возрасте от 5 до 85 лет, не имевших костной патологии. Они были разбиты на группы с интервалом в один год до 20 лет и через 5 лет до 85 лет. Количество людей в группах определяли в соответствии с «Протоколом установления соотношения клинического материала при определении плотности минеральных веществ в кости» фирмы «Lunar» (США): в 5-20 лет было по 40 людей, в возрасте 21-40 лет - по 50, в 41-60 лет - по 100, в 61-80 - по 75 человек.

Измерения МП поясничного отдела позвоночника проводили на костном ден-

ситометре фирмы «General Electric Medical Systems/Lunar» серии DPX, модель NT с программой enCore™2002. В качестве инструмента вычислений использован пакет статистического анализа и встроенные формулы расчетов компьютерной программы Microsoft® Excell (Microsoft® Office 1997 – Professional Runtime).

Для включения данных в Уральскую базу цифровые данные здоровых людей были перенесены с денситометра фирмы «GE/Lunar» (США), в память персонального компьютера. Механизм управления базами данных реализован в среде Visual Basic 6.0. Хранение справочников и данных обследуемых пациентов происходил в базе данных Microsoft Access 2000. При вызывании из меню «Анализ данных – составление стандартов» для каждого возрастного периода и пола программой определялись нормативы минеральной плотности костей и автоматически заносились в справочники стандартов.

Результаты обследования Девочки L1-4

Средний фронтальный размер L1-4 в возрасте 5-10 лет увеличивался на 1,4-1,5% за год. В 12-13 лет зафиксирован максимальный прирост ширины - 3,1%. В 14-17 лет ежегодный прирост уменьшился до 1,3%. За время 5-20 лет ширина позвонков возрастала на 24,1%.

Кранио-каудальный размер сегмента в 5-10 лет ежегодно увеличивался на 4,6%. В 12-14 лет - 6,4% за год, при этом в 13 лет отмечена наибольшая величина - 7,3%. В дальнейшем увеличение размера составля-

ло в среднем на 1,2% ежегодно. За время 5-20 лет позвонки увеличивались в высоту на 78,6%.

Общая площадь сегмента возрастала в 5-11 лет на 44,8%, что составляло 6,3% за год. В 12 лет этот показатель был равен 8,9%. С 12 до 13 лет скорость роста достигала пика - 10,6% за год. В дальнейшем наблюдалось постепенное снижение интенсивности прироста площади позвонков до 1,5%. За период 18-20 лет - еще на 3,0%. В возрасте двадцати лет размер L1-4 увеличивался на 121,7% по сравнению с таковым в 5 лет.

Прирост МП в 11 лет (по сравнению с 5-ю годами) составил 22,1%, увеличиваясь ежегодно на 3,5%, что составило 0,024 г/см². В 11-12 лет процесс минерализации возрос на 5,7%. Наиболее существенный годовой прирост наблюдался с 13 до 14 лет - и составлял 8,0%, затем постепенно уменьшался до 1,4-1,8% в 19-20 лет. Прирост МП L1-4 к 20 годам увеличивался (по сравнению с 5-ю годами) на 85,3%.

Суммарное количество минералов в 5-11 лет ежегодно увеличивалось на 1,878 г. (9,9%). Прирост в 11 лет по сравнению с 5-ю годами составил 76,9%. Наибольшая годовая прибавка минералов была в 12-15 лет - 15,7%, что соответствует 5,291 г за год. В 16-17 лет годовой прирост минералов уменьшался до 7,2%. В 18-20 лет он был равен соответственно 4,1% и 2,0% или 1,790 г в год. В итоге, минеральная масса сегмента увеличивалась в 20 лет (по сравнению с 5-ю годами) на 310,9% или 46,971 г. (табл. 1).

Таблица 1. Возрастные изменения ширины, высоты, минеральной плотности (МП) и суммарного количества минералов поясничных позвонков (L1-4) у лиц женского пола 5-20 лет (M±SD)

Возраст	n	Ширина (см)	Высота (см)	МП (г/см ²)	Минералы (г)
5	40	3,15±0,16	7,39±0,43	0,649±0,037	15,108±0,754
6	40	3,20±0,17	7,75±0,45	0,675±0,040	16,740±0,844
7	40	3,25±0,17	8,10±0,41	0,698±0,041	18,357±0,925
8	40	3,30±0,18	8,47±0,50	0,721±0,042	20,153±1,008
9	40	3,35±0,18	8,85±0,52	0,743±0,043	22,028±1,098
10	40	3,40±0,19	9,26±0,53	0,766±0,045	24,117±1,200
11	45	3,47±0,20	9,72±0,56	0,793±0,046	26,737±1,316
12	45	3,55±0,20	10,35±0,61	0,838±0,049	30,790±1,518

13	48	3,66±0,20	11,11±0,65	0,899±0,053	36,556±1,804
14	55	3,73±0,21	11,72±0,69	0,971±0,057	42,448±2,114
15	55	3,77±0,21	12,30±0,72	1,033±0,061	47,901±2,391
16	65	3,81±0,22	12,76±0,74	1,088±0,064	52,894±2,643
17	75	3,85±0,22	13,00±0,76	1,133±0,067	56,707±2,834
18	90	3,87±0,23	13,11±0,77	1,164±0,067	59,056±2,956
19	92	3,89±0,24	13,18±0,78	1,186±0,069	60,806±3,041
20	12	3,91±0,24	13,20±0,79	1,203±0,071	62,079±3,101

Женщины L1-4

В 46-50 лет ширина L1-4 больше (по сравнению с 21-25-ю годами) на 3,0%. В дальнейшем, до 76 лет продолжалось постепенное увеличение ширины за каждые 5 лет на 1,3%. В возрастной группе 56-60 лет прирост площади был наибольший (на 1,7%), а в 71-75 лет уменьшался до 0,6%. После 76 лет достоверных изменений показателей не обнаружено. В итоге в 81-85 лет позвонки были шире на 10,7% (по сравнению с возрастом 21-25 лет).

Снижение высоты сегмента (на 2,7%) происходило в 51-55 лет. После 55 лет в каждой возрастной группе высота уменьшалась на 0,7-0,9%. В 81-85 величина снижения высоты L1-4 составляло 7,8%.

Площадь позвонков увеличивалась в 61-65 лет на 3,1%, затем постепенно снижалась. В 81-85 лет площадь сегмента была на 1,1% меньше, чем в 61-65 лет. Несмотря на уменьшение площади она оста-

валась большей, чем нормативные данные в возрасте 21-25 лет, на 2,0%.

За время 41-45 лет снижение МП составило 2,7%, в 46-50 лет - 4,8% при сравнении с 21-25 годами. Деминерализация в возрасте 51-65 лет была равна 4,2% за каждые пять лет. После 65 лет интенсивность убыли минералов снижалась до 2,0-2,9%. В целом, в 81-85 лет МП L1-4 деминерализация составляла 24,7%. Суммарное количество минералов в 41-45 лет уменьшилось на 2,2%. В возрасте 51-65 лет, потеря минералов составила 2,172 г (3,6%). В дальнейшем уменьшение составило 1,519 г (2,8%). В 81-85 лет масса минералов L1-4 позвонков уменьшилась на 15,027 г или 23,2%.

В возрасте 51-55 лет Т-критерий составлял -1,0SD и соответствовал норме. В 56-60 лет выявлена остеопения - Т-критерий -1,5SD. В 76-80 его величина была равна -2,7SD, что указывало на развитие остеопороза (табл. 2).

Таблица 2. Возрастные изменения ширины, высоты, минеральной плотности (МП) и суммарного количества минералов поясничных позвонков (L1-4) у женщин в возрасте 21-80 лет (M±SD)

Возраст	n	Ширина (см)	Высота (см)	МП (г/см ²)	Минералы (г)	Т-критерий
21-25	127	3,93±0,24	13,04±0,82	1,230±0,103	64,774±3,899	-
26-30	117	3,93±0,24	13,38±0,82	1,229±0,102	64,599±3,886	-
31-35	100	3,95±0,24	13,34±0,80	1,222±0,099	64,378±3,873	-
36-40	156	3,97±0,25	13,27±0,80	1,211±0,098	63,811±3,839	- 0,1
41-45	200	4,00±0,25	13,23±0,79	1,197±0,097	63,358±3,811	- 0,3
46-50	240	4,05±0,25	13,16±0,79	1,171±0,094	62,338±3,750	- 0,5
51-55	270	4,11±0,26	13,04±0,78	1,121±0,091	60,003±3,612	- 1,0
56-60	140	4,18±0,26	12,92±0,77	1,071*±0,087	57,826±3,480	- 1,5
61-65	210	4,25±0,26	12,79±0,77	0,928*±0,082	55,822±3,359	- 1,9
66-70	107	4,29±0,26	12,67±0,76	0,998*±0,080	54,176±3,261	- 2,2
71-75	100	4,32±0,27	12,55±0,75	0,969*±0,078	52,453±3,148	- 2,4

76-80	75	4,34±0,27	12,44±0,75	0,944*±0,076	50,953±3,057	- 2,7
81-85	75	4,35±0,27	12,35±0,74	0,925*±0,074	49,747±2,981	- 2,9

Примечание: знак * означает, что $p < 0,05$.

Полученные нами данные свидетельствовали о том, что морфометрические параметры позвонков у женщин в возрасте до 36-40 лет оставались неизменными. В дальнейшем прослеживалась тенденция к снижению высоты позвонков при одновременном увеличении ширины.

Наиболее рано (36-40 лет) и интенсивно процесс роста фронтального размера происходил в первом поясничном позвонке (13,2%). Во всех позвонках была тенденция к увеличению ширины до 70 лет. Высота L1-4 начинала снижаться в 46-50 лет, L2 и L3 - в 51-55 лет. Размер площади зависел от колеблющихся величин высоты и ширины. Максимальное увеличение площади (3,9%) наблюдалось в первом и третьем позвонках в 66-70 лет. Площадь четвертого позвонка от 21-25 до 81-85 лет только уменьшалась.

Мальчики L1-4

Ширина позвонков в 5-6 лет увеличивалась на 2,1%, затем до 12 лет на одинаковую величину - 1,5% за год. В 13-14 лет зафиксирован максимальный прирост ширины - 3,4%. В 15-19 лет ежегодное увеличение ширины происходило на 1,5%. После 19 лет - на 1,0%. В итоге за 5-20 лет ширина L1-4 увеличивалась на 28,6%.

Высота позвонков в 5-6 лет увеличивалась на 5,5%, затем до 12 лет ежегодный

прирост высоты составлял 4,3%. После 12 лет прирост высоты позвонков составлял 6%, в 13 лет - 7,1%, в 14 лет 8,3%. В дальнейшем рост в высоту составлял 1,0% ежегодно. За период 5-20 лет позвонки увеличивались в высоту на 87,2%.

В 5-6 лет площадь сегмента увеличивалась на 7,7%, в 6-12 лет - по 6% ежегодно. В 13 лет этот показатель был равен 9,4%. С 13 до 14 лет площадь увеличилась на 12,0% ежегодно. В дальнейшем темп прироста снижался на 1,6% каждый год. В 19-20 лет площадь увеличивалась всего лишь на 1,1%. За время 5-20 лет площадь L1-4 увеличивалась на 140,7%.

МП позвонков до 12 лет возрастала ежегодно на 3,8%. В 13 лет процент минерализации составлял 5,4. Наиболее высоким (7,9%) прирост был в 14-15 лет, затем постепенно уменьшался до 1,8%. За время 5-20 лет МП увеличивалась на 87,7%.

Суммарное количество минералов от 5 до 13 лет ежегодно увеличивалось на 2,225 г. Наибольшая годовая прибавка минералов происходила в возрасте 14-17 лет 6,576 г за каждый год или на 15,2%. Прирост массы минералов в 19 лет был равен 4,760 г (4,4%), а в 20 лет 2,380 г (2,2%). В итоге, минеральная масса увеличивалась на 351,8% по сравнению с 5-ю годами (табл. 3).

Таблица 3. Возрастные изменения ширины, высоты, минеральной плотности (МП) и суммарного количества минералов поясничных позвонков (L1-4) у лиц мужского пола 5-20 лет (M±SD)

Возраст	n	Ширина (см)	Высота (см)	МП (г/см ²)	Минералы (г)
5	40	3,32±0,20	7,54±0,42	0,659±0,040	16,505±0,989
6	40	3,39±0,20	7,96±0,46	0,688±0,041	18,572±1,112
7	40	3,44±0,21	8,35±0,49	0,713±0,043	20,490±1,225
8	40	3,50±0,21	8,74±0,52	0,736±0,044	22,522±1,350
9	40	3,55±0,21	9,09±0,53	0,760±0,046	24,533±1,473
10	40	3,61±0,22	9,43±0,55	0,784±0,047	26,698±1,602
11	44	3,66±0,23	9,79±0,57	0,810±0,049	29,023±1,731
12	47	3,72±0,24	10,30±0,61	0,837±0,050	32,080±1,925
13	49	3,81±0,24	11,01±0,65	0,883±0,053	37,019±2,221
14	52	3,94±0,25	11,93±0,69	0,945±0,057	44,434±2,664

15	51	4,04±0,25	12,67±0,72	1,020±0,061	52,147±3,123
16	58	4,12±0,26	13,18±0,74	1,090±0,065	59,202±3,542
17	70	4,17±0,26	13,60±0,76	1,146±0,069	64,964±3,895
18	82	4,21±0,26	13,89±0,79	1,194±0,073	69,817±4,089
19	90	4,25±0,27	14,03±0,81	1,223±0,074	72,910±4,275
20	115	4,27±0,27	14,12±0,84	1,237±0,075	74,577±4,375

Мужчины L1-4

В 51-55 лет ширина L1-4 позвонков больше на 3,4% (по сравнению с возрастом 21-25 лет). В дальнейшем, до 71-75 лет продолжалось постепенное увеличение ширины в среднем на 1,2% каждые 5 лет. После 75 лет показатели возрастали еще на 1,0%. В 81-85 лет позвонки были шире на 9,8%.

Высота L1-4 после 55 лет в каждой возрастной группе уменьшилась на 1,0%, в 61-65 лет - на 3,0%, в 71-76 лет - на 1,3%. В итоге 81-85 лет (по сравнению с 21-25 годами) высота L1-4 была меньше 7,2%.

Площадь позвонков увеличивалась до 66-70 лет на 3,3%, затем постепенно снижалась. В 81-85 лет размер сегмента на 0,6% меньше, чем в 66-70 лет. В целом,

площадь позвонков увеличивалась на 2,0% по сравнению с возрастом 21-25 лет.

МП В 56-60 лет была снижена на 4,6%, в 61-65 лет на 7,1% ($p < 0,05$) при сравнении с 21-25 годами. В дальнейшем величина снижения составляли 2,9% в каждой возрастной группе. В 81-85 лет МП L1-4 была снижена на 18,1%.

В возрасте от 56-60 лет, величина потери минералов была равна 1,969 г (3,0%). Суммарное количество минералов в 61-66 лет уменьшилось на 4,6%. В 81-85 лет на 12,775 г (6,5%, $p < 0,05$) В возрасте 66-70 лет Т-критерий составлял -1,2SD, что указывало на развитие остеопении. В 81-85 лет остеопения была более выражена (Т-критерий -2,2 SD; табл. 4).

Таблица 4. Возрастные изменения ширины, высоты, минеральной плотности (МП) и суммарного количества минералов поясничных позвонков (L1-4) у мужчин в возрасте 21-85 лет (M±SD)

Во-зра		Ширина (см)	Высота (см)	МП (г/см ²)	Минералы (г)	Т-кри-
21	1	4,35±0,2	14,22±0,	1,249±0,10	77,259±4,898	-
26	1	4,36±0,2	14,22±0,	1,248±0,10	77,375±4,881	-
31	1	4,37±0,2	14,19±0,	1,244±0,10	77,141±4,863	-
36	1	4,39±0,2	14,16±0,	1,239±0,09	77,019±4,839	-
41	1	4,41±0,2	14,10±0,	1,232±0,09	76,607±4,810	-
46	1	4,45±0,2	14,05±0,	1,225±0,09	76,590±4,749	-
51	1	4,50±0,2	13,99±0,	1,212±0,09	76,301±4,612	-
56	1	4,55±0,2	13,89±0,	1,191±0,09	75,271±4,480	-
61	1	4,61±0,2	13,78±0,	1,161±0,09	73,690*±4,359	-
66	1	4,68±0,3	13,66±0,	1,122±0,08	71,728*±4,261	-
71	7	4,72±0,3	13,48±0,	1,084±0,08	68,970*±4,148	-
76	7	4,76±0,3	13,34±0,	1,050±0,08	66,673*±4,057	-
81	7	4,78±0,3	13,20±0,	1,022±0,08	64,484*±3,981	-

Примечание: знак * означает, что $p < 0,05$.

Обсуждение результатов

Метод рентгеновской двухэнергетической абсорбциометрии существенно

расширил спектр изучения всех характеристик позвоночника. Появилась возможность при минимальной ошибке исследо-

вать ширину, высоту, МП и суммарное количество минеральных веществ в каждом отдельно взятом позвонке, так и при их сочетании, что крайне важно для практики.

Высокая точность измерения позволила изучить морфометрические показатели и минеральную плотность в динамике.

Обнаружено также, что при возрастной потере минералов компенсаторно увеличивалась ширина позвонка. В связи с этим растет площадь его поперечного сечения и это рассматривается как компенсация механической прочности, снижающейся в связи с убылью минералов [2, 4, 6].

Сведения о суммарном количестве минералов в позвонке являются наиболее достоверными показателями его прочности, а пространственная плотность лишь дополняла эти данные. Нами установлено, что снижение минеральных веществ у женщин начиналось в предменопаузном периоде (46-50 лет), у мужчин – после 60 лет. В 70-80 лет более глубокие изменения происходили у женщин [3, 5].

Представленные материалы расширяют возможности организации ранней диагностики и профилактики остеопении и остеопороза. Полученные нами данные включены в Уральскую базу данных, которая заложена в компьютер и по отношению к ним анализируются результаты у больших.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, проект № 07-04-96033.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Свешников А.А. // Ортопед. травматол. 1988. № 11. С. 51.
2. Шевцов В.И., Свешников А.А. // Гений ортопедии. 2001. № 4. С. 76.
3. Шевцов В.И., Свешников А.А. // Гений ортопедии. 2004. № 1. С. 129.
4. Mazess, R.B. // The osteoporotic syndrome: prevention and treatment . - N.Y.: JRL Pres. 1983. P. 15.
5. Riggs B.L., Wahner H.W., Dunn W.L. // J. Clin. Invest. 1981. v. 67. P. 328
6. Wahner H.W., Dunn W.L., Riggs B.L. // Sem. Nucl. Med. 1983. v. 13. P. 282.

AGE-RELATED CHANGES OF MINERAL DENSITY AND MORPHOMETRIC DATA OF THE SPINAL COLUMN

Turilina Ye.V.

The Russian G.A. Ilizarov centre of science «Regenerative traumatology and orthopedy»

Morphometric data and mineral density of the lumbar spine have been studied in healthy people in age-related aspect (5-85 years) of both sexes. In 5-10 years old girls width of vertebrae has being increased up to 1, 4-1, 5% per year. In 12-13 years – 3, 1%, in 14-17 years- 1, 3%. For the period from 5 to 20 years width has being increased at 24, 1%. Height of vertebrae in 5-10 years has being increased at 4, 6%. Maximum increase – 7, 3% was at the age of 13 years. Increase of mineral density (MD) before 11 years was at 3, 0 - 4, 0% per year, at the age 11-12 years – 5, 7%. At the age of 13-14 years – 8 %, then at 1, 4-1, 8%. Width of vertebrae in 5-6 years old boys has being increased at 2, 1%, then before 12 years gradually at 1, 5%, at the age 13-14 years – 3, 4%. At the age of 15-19 years annually increase was at 1, 5%, after 19 years at 1, 0%. Height at the age of 5-9 years has being increased at 5, 5%, then before 12 years annual increase was 3, 8-4, 8%. At the age of 13-15 years it was 7, 1% per year, at the age of 14 years has been noticed maximum size – 8, 3%. Mineral density before 12 years has being increased at 3, 8%. At the age of 13 years – 5, 4%. Maximum increase (7, 9%) was at the age 14-15 years, then became lesser – 1, 1-2, 4%. In adults mineral density in the lumbar spine was noticed at the age from 21 up to 25 years. In women actual reduction of mineral density was noticed at the age of 46-50 years, in men – after 60 years. Loss of minerals was accompanied by increase of width of vertebra because of enlargement of periosteum. Width of vertebrae in men has being increased slowly at any age, in women before 70 years, then decreased.

