

УДК 611.71

ПОЛОВЫЕ РАЗЛИЧИЯ ВОЗРАСТНОЙ ДИНАМИКИ МИНЕРАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ КОСТНОЙ ТКАНИ У ЖИТЕЛЕЙ КАРЕЛИИ

© Пашкова И.Г.¹, Гайворонский И.В.^{2,3}, Гайворонская М.Г.³, Корнев М.А.²

¹ Кафедра анатомии человека Петрозаводского государственного университета, Петрозаводск;
² кафедра нормальной анатомии Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова, Санкт-Петербург;
³ кафедра морфологии медицинского факультета
Санкт-Петербургского государственного университета, Санкт-Петербург
E-mail: pashk@onego.ru

Проведен анализ динамики минеральной плотности костной ткани поясничных позвонков у 929 человек (740 женщин и 189 мужчин) в возрасте от 20 до 87 лет, проживающих на территории Карелии. Минеральная плотность оценивалась методом двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии. Выявлено, что величина значений пиковой костной массы у мужчин на 5% ниже значений базы денситометра, у женщин – на 1,6%. Статистически значимое ($p < 0,05$) снижение минеральной плотности позвонков у женщин выявлено в возрасте 41-45 лет, тогда как у мужчин – в 51-55 лет. У женщин отмечалось неравномерное возрастное снижение костной массы в позвонках: 0,3% в год (с 40 до 50 лет), 0,8% в год (с 50 до 60 лет), 0,3 - 0,5% в год (с 61 до 75 лет), 0,7% в год (после 75 лет). У мужчин от 45 до 60 лет наблюдалось равномерное снижение костной массы (по 0,5% год), после 60 лет – по 0,3% в год. Потеря минеральной плотности костной ткани позвонков в 75 лет у женщин составила 20%, у мужчин – 11,1%.

Ключевые слова: костная ткань, позвоночник, поясничные позвонки, абсорбциометрия, денситометрия, минерализация, минеральная плотность костной ткани.

SEXUAL DIFFERENCES OF AGE-RELATED DYNAMICS OF BONE MINERAL DENSITY IN KARELIAN POPULATION

Pashkova I.G.¹, Gaivoronsky I.V.^{2,3}, Gaivoronskaya M.G.³, Kornev M.A.²

¹ Department of Human Anatomy of Petrozavodsk State University, Petrozavodsk;
² Department of General Anatomy of S.M. Kirov Military Medical Academy, St.-Petersburg;
³ Department of Morphology of St. Petersburg State University, St.-Petersburg

The age-related changes of mineral density of lumbar vertebrae were analyzed in 929 (740 women and 189 men) patients aged from 20 to 87 living in Karelia. Bone mineral density was evaluated by dual x-ray absorptiometry. The values of mineral density peak in men were 5% lower and in women – 1.6% in comparison with data of densitometer base. A significant decrease in bone mineral density of vertebrae in women began at the age of 41-45 years, in men – 51-55 years. Women revealed the irregular reduction in bone mineral density of vertebrae: aged 40-50 years – 0.3% per year, aged 50-60 years – 0,8% per year, aged 61-75 years – 0.3 – 0.5% per year, and after 75 years – 0.7% per year. In men the reduction in bone mineral density was more regular: aged 45-60 years – 0.5% per year, after 60 years – 0.3% per year. Demineralization of vertebrae in women of 75 years was 20%, in men – 11.1%.

Keywords: bone tissue, spinal column, lumbar vertebrae, absorptiometry, densitometry, mineralization, bone mineral density.

Остеопороз и остеопоротические переломы являются важной медико-социальной проблемой современного здравоохранения. Среди многих факторов риска остеопороза важная роль принадлежит низкой минеральной плотности (МП) костной ткани, которая может быть количественно измерена с помощью рентгеновской денситометрии [1, 2, 6]. Формирование пиковой (максимальной) костной массы является ключевым этапом возрастного развития скелета и важным физиологическим моментом, определяющим прочность кости на протяжении всей жизни человека.

Полученные в ходе многочисленных исследований данные свидетельствуют о том, что вариабельность костной минеральной плотности на 80% определяют генетические факторы и на 20% другие, к числу которых относят и экзогенные

факторы, которые могут существенно воздействовать на процессы накопления костной массы, модифицировать генетическую программу и снижать уровень плотности кости [7, 10]. Жизнедеятельность на Севере имеет определенную специфику, связанную с климатогеографическими особенностями окружающей среды, светового и температурного режима в сочетании с особенностями питания, недостаточным поступлением с пищей и питьевой водой микроэлементов. Негативное влияние среды проживания проявляется нарушением формирования максимально возможной индивидуальной (пиковой) костной массы в молодом возрасте, что в свою очередь рассматривается как причина увеличения заболеваемости остеопорозом [9, 11, 12]. Изучение возрастных изменений МП скелета в Республике Карелия (РК) не прово-

дилось. Важность данной работы обусловлена отсутствием региональных нормативных показателей уровня минеральной плотности костной ткани, необходимых для правильной оценки результатов диагностических исследований.

Таким образом, целью нашего исследования стало проведение количественного анализа и выявление половых различий возрастной динамики минеральной плотности костной ткани у практически здоровых женщин и мужчин, проживающих в Республике Карелия.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для количественной оценки возрастной динамики МП костной ткани осевого скелета использовали данные 929 человек (740 женщин и 189 мужчин) в возрасте от 20 до 87 лет, постоянно проживающих на территории Карелии. Отбор лиц для измерения МП проводился случайным образом среди пациентов, направленных из поликлиник, а также лиц, самостоятельно изъявивших желание обследоваться на предмет остеопороза. Из анализа исключались больные с патологией, влияющей на метаболизм костной ткани. Поясничный отдел позвоночника в силу своего аксиального расположения в скелете человека, преобладания в структуре тел позвонков губчатой костной ткани (66%), с постоянной и разнообразной по характеру функциональной нагрузкой является наиболее удобным и важным диагностическим объектом. Минеральная плотность поясничных позвонков определялась методом двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии (DEXA) на денситометре фирмы «Lunar» (США) с готовой нормативной базой. Анализировались: площадь проекции позвонков (см^2) и содержание в них костного минерала (г), суммарная проекционная минеральная плотность (МП, $\text{г}/\text{см}^2$) (L_{2-4}), Т-критерий (молодая норма) и Z-критерий (возрастная норма) в виде стандартных отклонений (SD) от норм, заложенных в базу прибора.

Все обследованные были разделены на возрастные группы с шагом в 5 лет (21-25, 26-30, 31-35, ... 81 и старше). Для определения сроков формирования пиковой костной массы обследованные с 20 до 30 лет были разделены на группы с шагом в один год.

Статистическая обработка материала осуществлялась с использованием программных продуктов «Statistica 6.0 for Windows», «Microsoft Excel». Данные представлены в виде средних значений: $M \pm SD$. Проверку гипотезы о статистической значимости различий двух выборок проводили с помощью непараметрического критерия Манна-Уитни. Проводился корреляционный ана-

лиз по Спирмену. Различия значений исследуемых параметров считали достоверными при 95% пороге вероятности ($p < 0,05$).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Возраст накопления максимально возможной костной массы и у мужчин, и у женщин составил 22 года. Средние значения пиковой МП поясничных позвонков у мужчин составили $1,23 \pm 0,18 \text{ г}/\text{см}^2$ (99,0% от пиковой костной массы базы денситометра), у женщин – $1,21 \pm 0,13 \text{ г}/\text{см}^2$ (100,7%) и этот уровень МП сохранялся до 25 лет у женщин и до 26 лет у мужчин. Сравнительный анализ полученных нами данных у жителей Карелии в возрастном диапазоне от 20 до 30 лет с заложенными в базу денситометра значениями костной массы (белых американцев) показал, что только у 65,5% мужчин и 74,7% женщин уровень МП костной ткани составляет 90% и выше. В целом, величина значений пиковой костной массы была меньше на 5% у мужчин и на 1,6% у женщин от средних значений базы денситометра. Так, по имеющимся в литературе данным, у жителей Новосибирска пик минерализации наступает к 22-23 годам у мужчин и к 20-21 годам у женщин, у петербуржцев – к 21-22 годам [9], у москвичей – к 25-26 годам у мужчин и к 18-20 годам у женщин [11]. Полученные в нашем исследовании результаты подтверждают факт наличия варибельности темпов накопления пиковой костной массы у жителей разных регионов. Эти различия, по-видимому, объясняются не только генетическими факторами, но и особенностями образа жизни, питания и влиянием экологических факторов на организм, отражающихся в уровне накопления костной массы. Существующий в Карелии как недостаток микроэлементов в питьевой воде и в почве (кальций, магний, йод, фтор, селен и др.), так и избыток (железо и др.) способствуют формированию специфической для данной территории патологии у человека, так как в организм химические элементы поступают исключительно извне – с питьевой водой и с пищей [3, 5]. Кроме того, в неблагоприятном климате северного региона отмечается снижение порога вредного воздействия на организм антропогенных факторов и понижение его функциональных возможностей [4].

Возраст является одним из главных факторов, влияющих на МП позвонков. Результаты проведенного корреляционного анализа показали, что величина суммарной МП поясничных позвонков у женщин в большей степени зависит от возраста ($r = -0,45$, $p < 0,001$), чем у мужчин ($r = -0,16$, $p < 0,05$) (рисунок 1).

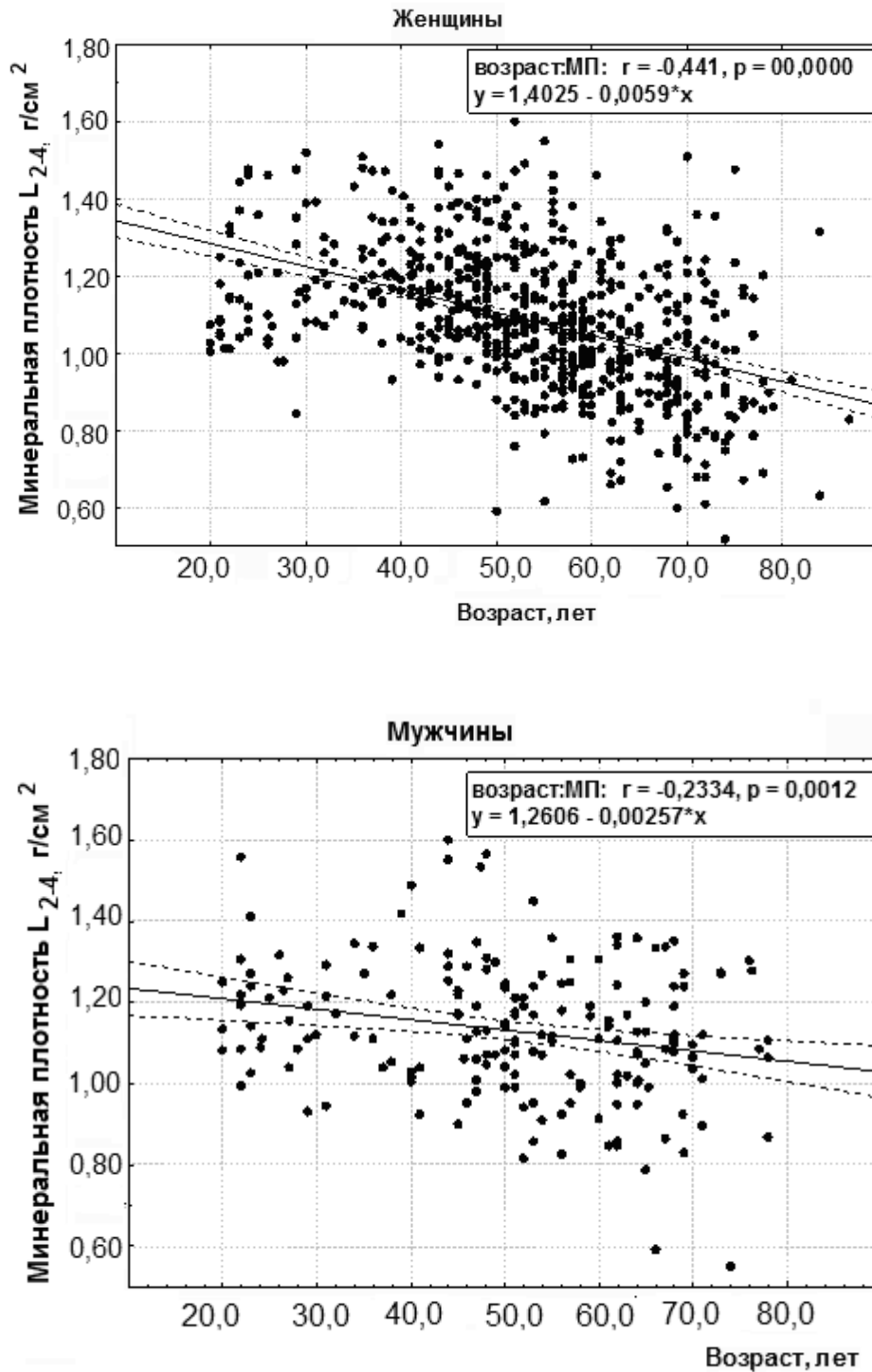


Рис. 1. Зависимость суммарной МП поясничных позвонков (L2-4) от возраста у женщин и мужчин.

В результате количественного анализа суммарной МП поясничных позвонков (L₂₋₄) были получены результаты, отражающие динамику возрастных изменений минерализации костной ткани у мужчин и у женщин, которые представлены в таблице 1.

У женщин в возрасте от 20 до 40 лет и у мужчин до 50 лет величины МП поясничных позвонков не имели значимых различий ($p=0,422$), их средние значения у женщин составили $1,20 \pm 0,14$ г/см² (Т-критерий 0,03 SD, 99,9% от пиковой

костной массы денситометра), у мужчин – $1,18 \pm 0,19$ г/см² (-0,6 SD, 94,2% соответственно).

После достижения пика костной массы некоторые авторы отмечают продолжающийся рост МП костной ткани до 30-летнего возраста, а величина прироста у женщин составляет от 4,8% в декаду в области предплечья и до 12,5% для всего тела [14]. В нашем исследовании величина прироста значений МП костной ткани позвонков к 35 годам у женщин составила 1,7%, к 40 годам – 3,4%, а у мужчин к 45 годам – 1,7%.

Сравнительный анализ суммарной минеральной плотности поясничных позвонков (L₂₋₄) у мужчин и у женщин разных возрастных групп (M ± SD)

Возраст, лет	Женщины		Мужчины		Достоверность различий по Манну-Уитни P
	МП, г/см ²	T-критерий (SD)	МП, г/см ²	T-критерий (SD)	
20 лет	1,08±0,11	-1,03	1,16±0,09	-0,70	0,365
21-25	1,19±0,13	-0,03	1,20±0,15	-0,34	0,624
26-30	1,18±0,18	-0,16	1,16±0,10	-0,73	0,520
31-35	1,21±0,10	0,11	1,19±0,13	-0,42	0,659
36-40	1,23±0,14	0,32	1,17±0,18	-0,34	0,234
41-45	1,17±0,14*	-0,25	1,23±0,19	-0,12	0,149
46-50	1,15±0,15***	-0,39	1,15±0,16	-0,68	1,0
51-55	1,10±0,18***	-0,81***	1,11±0,15*	-1,10	0,798
56-60	1,04±0,15***	-1,31***	1,09±0,16*	-1,21	p<0,01
61-65	1,01±0,16***	-1,54***	1,07±0,15**	-1,42*	0,184
66-70	0,98±0,17***	-1,86***	1,09±0,24	-1,23	p<0,01
71-75	0,96±0,21***	-1,83***	1,05±0,24	-1,24	0,236
76-80	0,92±0,17***	-2,25***	1,11±0,15	-0,70	p<0,05
81 и >	0,89±0,21***	-2,56***	-	-	-

Примечание: * – p < 0,05; ** – p < 0,01; *** – p < 0,001 по сравнению с данными возрастной группы 21-25 лет одного пола.

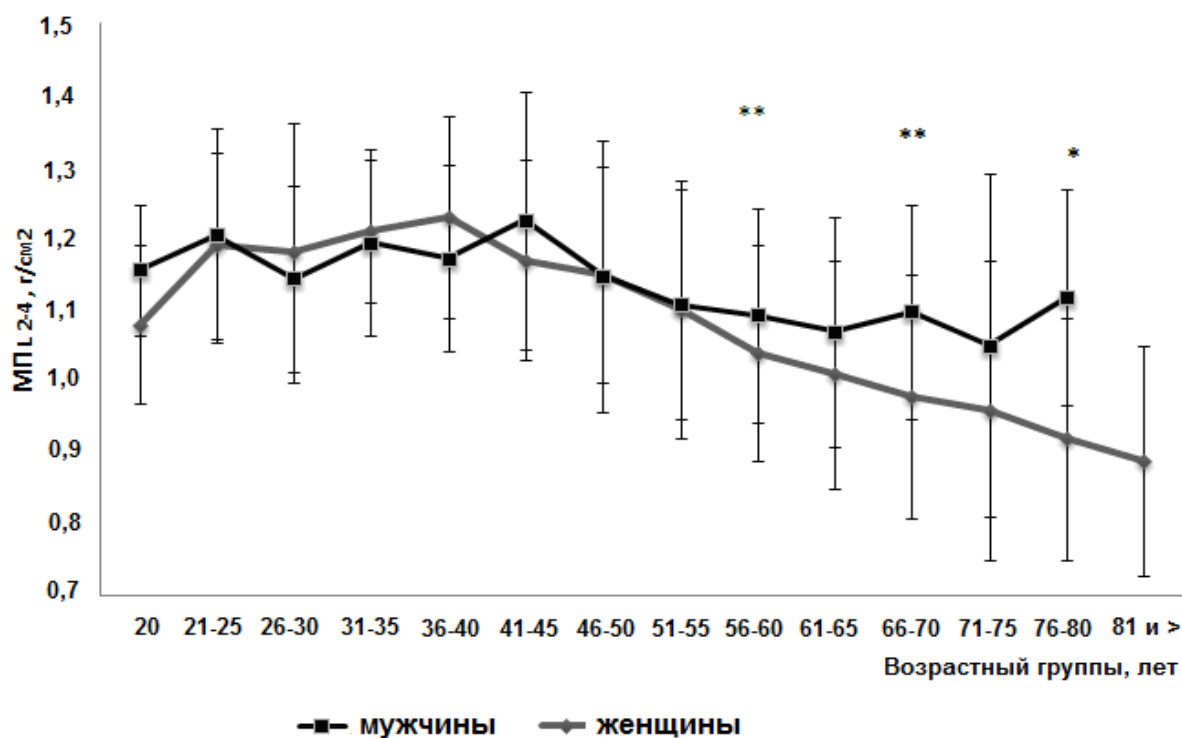


Рис. 2. Половые различия возрастных изменений суммарной МП поясничных позвонков L₂₋₄ у мужчин и женщин (* – p<0,05; ** – p<0,01).

Статистически значимое (p<0,05) снижение МП позвонков у женщин выявлено в возрасте 41-45 лет, тогда как у мужчин – в 51-55 лет. Половые различия величины МП костной ткани выявлены в возрастных диапазонах 56-60 (p<0,01), 66-70 (p<0,01) и 76-80 лет (p<0,05), причем значения показателей МП позвонков у мужчин имели большие величины, чем у женщин (рисунок 2).

В 75 лет снижение МП в поясничных позвонках у женщин составило 20%, тогда как у мужчин – 11,1%, а в 81-87 лет у женщин – 25,2%.

Следует отметить неравномерное возрастное снижение МП костной ткани в позвонках у женщин, а именно: 0,3% в год (с 40 до 50 лет), 0,8% в год (с 50 до 60 лет), 0,3-0,5% в год (с 61 до 75 лет), 0,7% в год (после 75 лет). У мужчин в

возрасте от 45 до 60 лет наблюдалось равномерное снижение МП позвонков (по 0,5% год), после 60 лет – по 0,3% в год. Полученные нами результаты согласуются с данными других авторов, отмечающих у женщин три фазы потери костной ткани: доменопаузальная (до 50 лет), характеризующаяся незначительной потерей костной плотности, постменопаузальная (до 69 лет) – с ускоренной потерей МП и сенильная (после 70 лет), для которой характерна медленная потеря костной ткани [2, 7]. В старших возрастных группах замедление снижения МП позвонков, или даже отсутствие снижения у мужчин, обычно связывают с накоплением деформационных изменений тел позвонков, нарастанием дегенеративных изменений в позвоночнике, завышающих денситометрические показатели.

У 9,6% мужчин и у 2,6% женщин до 50 лет средние значения МП позвонков (по Z-критерию) имеют низкую минеральную плотность (ниже – 2 SD).

Анализ данных о частоте встречаемости низкой МП поясничных позвонков (по T-критерию) показал, что нормальный уровень МП позвонков имеют 70% мужчин до 40 лет и 79,5% женщин до 50 лет. Изменения, соответствующие остеопении, выявлялись во всех возрастных группах с максимальным числом у женщин в возрасте от 51 до 60 лет (55,6%), тогда как у мужчин в возрастном интервале от 61 до 70 лет (44,7%). Количество лиц с изменениями в костной ткани, соответствующих остеопорозу, возрастало после 70 лет: у мужчин – до 23%, тогда как у женщин в 71-80 лет составило 42,3%, а после 80 лет – 57,1%.

Половые различия в возрастном снижении МП костной ткани у женщин многие авторы связывают с более ранним снижением содержания половых гормонов, которые оказывают влияние на состояние костного метаболизма, приводят к нарушению кальциевого обмена, подавлению активности остеобластов, что ведет к преобладанию процессов резорбции над процессами формирования костной ткани [2, 7, 13]. Дефицит эстрогенов способствует продукции остеобластами фактора, стимулирующего активность остеокластов и их дифференцировку, что обуславливает повышенную резорбцию кости. Отмечается, что резкое снижение эстрадиола (на 34,6%) у женщин происходит в 51-55 лет, а в 56-60 лет – на 58,8%, у мужчин снижение концентрации тестостерона происходит в 61-70 лет, когда в позвонках диагностируется остеопения. Кроме того, имеют значение и половые различия в уровне кальцитонина и паратиреоидного гормонов [8]. Влияние этих факторов ослабевает с увеличением возраста, и у лиц старше 70 лет потеря костной массы уже в большей степени связана со снижением всасыва-

ния кальция в кишечнике, возрастным уменьшением синтеза витамина D и развитию резистентности к его воздействию на организм [2].

Таким образом, выявленные половые различия и особенности возрастных изменений минеральной плотности костной ткани в позвонках у жителей Карелии подтверждают необходимость создания региональных возрастных норм для денситометрической оценки состояния минеральной плотности костной ткани. Полученные данные указывают на необходимость проведения профилактических мероприятий с целью достижения более высоких значений пиковой костной массы уже в молодом возрасте.

ЛИТЕРАТУРА

1. Беневоленская Л.И. Клинические рекомендации. Остеопороз. Диагностика, профилактика и лечение. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2009. – С. 272.
2. Беневоленская Л.И. Остеопороз – актуальная проблема медицины // Остеопороз и остеопатии. – 1998. – № 1. – С. 4-7.
3. Горбачев А.Л., Добродеева Л.К., Теддер Ю.Р., Шацова Е.Н. Биогеохимическая характеристика северных регионов. Микроэлементный статус населения Архангельской области и прогноз развития эндемических заболеваний // Экология человека. – 2007. – № 1. – С. 4-11.
4. Горбачев А.Л., Луговая Е.А. Возрастные перестройки микроэлементной системы человека как биохимический механизм старения // Северо-Восточный научный журнал. – 2010. – № 1. – С. 54-62.
5. Доршакова Н.В., Каранетян Т.А. Особенности патологии жителей Севера // Экология человека. – 2004. – № 6. – С. 48-52.
6. Насонов Е.Л. Остеопороз: стандарты диагностики и лечения // Consilium Medicum. – 2001. – № 9. – С. 416-420.
7. Риггз Б.Л., Мелтон Л.Дж. Остеопороз: пер. с англ. – М. – СПб. : БИНОМ-Невский диалект, 2000. – 560 с.
8. Свешников А.А. Минеральная плотность костей скелета, масса мышц и проблемы профилактики переломов: монография // Изд-во «Академия Естествознания», 2013. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.monographies.ru/196>, свободный (03.11.2013).
9. Фаламеева О.В., Храпова Ю.В., Садовая Т.Н., Верхотурова В.Т. Минеральная плотность костной ткани позвоночника у здорового населения детского, подросткового и юношеского возраста // Хирургия позвоночника. – 2008. – № 1. – С. 58-65.
10. Франке Ю., Рунге Г. Остеопороз: пер. с нем. – М. : Медицина, 1995. – 304 с.
11. Щепелягина Л.А., Моисеева Т.Ю. Проблемы остеопороза в педиатрии: научные и практические задачи // Рос. педиатрический журнал. – 2004. – № 1. – С. 4-11.

12. *Cooper C., Westlake S., Harvey N.* Review: developmental origins of osteoporotic fracture // *Osteoporosis Int.* – 2006. – Vol. 17, N 3. – P. 337-347.
13. *Lindsay R.* The oestrogen receptor in bone – evolution of knowledge // *Brit. J. of obstetrics and gynecology.* – 1996. – Vol. 103. – P. 16-19.
14. *Reicker R.R., Davies K.M., Hinders S.M.* Bone gain in young adult women // *JAMA.* – 1992. – Vol. 268. – P. 2403-2408.