

ЧАСТОТА ДЕФИЦИТА ВИТАМИНА D СРЕДИ ПОДРОСТКОВ МОСКОВСКОЙ ВЫБОРКИ

Е.Е.Михайлов, Т.А.Короткова, Н.В.Демин, Л.И.Беневоленская

Центр профилактики остеопороза МЗ РФ, ГУ Институт ревматологии РАМН, Москва

Резюме

Цель. Изучить частоту дефицита витамина D среди подростков московской выборки и его возможного влияния на величину МПКТ.

Материал и методы. 318 подросткам 14-18 лет (139 м и 179 д) проводились клинический осмотр, антропометрия, расчет суточного потребления кальция, денситометрия, определение суточной концентрации 25 (ОН)D, общего и ионизированного кальция.

Результаты. Выявлено большее потребление кальция с молочными продуктами мальчиками по сравнению с девочками ($p < 0,0001$). Сывороточная концентрация общего кальция ($p < 0,02$) и 25(ОН)D ($p < 0,0001$) у мальчиков также была достоверно выше. Частота дефицита витамина D у девочек составила 53,6%, что было в 10 раз выше, чем у мальчиков. Частота гиповитаминоза и недостаточности витамина D была значительно выше среди девочек, обследованных в феврале-марте, а частота дефицита витамина D значительно преобладала в группе, обследованной в ноябре-декабре (58,8%). Корреляции между концентрациями сывороточного 25(ОН)D и возрастом, ростом, весом, индексом массы тела, суточным потреблением кальция, уровнем общего и ионизированного кальция, МПКТ не установлено. В группе девочек 14-15 лет с дефицитом витамина D выявлено повышение МПКТ в проксимальных отделах бедренной кости.

Ключевые слова: подростки, дефицит витамина D, потребление кальция, МПКТ

Остеопороз (ОП) может быть результатом как сниженного накопления костной ткани в период роста и консолидации скелета, так и повышенной потери кости в пожилом возрасте. Относительный вклад каждого фактора варьирует среди различных субъектов, но низкий пик костной массы (ПКМ) является главной детерминантой риска последующего ОП и переломов [1]. Хотя, как показали семейные исследования, приблизительно 80% вариабельности ПКМ может быть объяснено влиянием генетических факторов, значительная ее часть определяется средовыми факторами, на которые можно воздействовать [2]. До недавнего времени считалось, что ПКМ достигается к третьей или четвертой декаде жизни. Однако последние исследования показали, что большая часть скелетной массы накапливается уже к концу подросткового периода [3,4,5]. Таким образом, при профилактике ОП следует обращать особое внимание на экзогенные факторы, способствующие накоплению костной массы в детском и подростковом возрасте, включающие питание и физическую активность [6]. Выраженный дефицит витамина D приводит к рахиту у детей и к остеопении у взрослых, но менее известен эффект незначительного снижения концентрации витамина D на скелет в период роста. Установлено, что менее выраженный дефицит витамина D, называемый недостаточностью, оказывает отрицательное влияние на состояние кости у взрослых и пожилых людей [7, 8, 9], однако его воздействие на костный метаболизм у детей и подростков менее ясен. В исследованиях, проведенных в Испании, Франции и Финляндии, было показано, что 80% детей и подростков имеют недостаточность витамина D [25(ОН)D] менее 20 нг/мл в зимний период [10,11,12]. В ряде исследований подтверждена ключевая роль кальция в накоплении костной массы в период роста тела у детей и подростков [13,14], однако влияние витаминной недостаточности на процесс минерализации скелета в этой возрастной группе все еще требует уточнения.

Целью настоящего исследования являлось изучение частоты дефицита витамина D среди здоровых подростков московской выборки и его возможного влияния на количественные характеристики костной ткани - величину костного минерала и минеральную плотность костной ткани (МПКТ).

Материал и методы

Объектом исследования являлись 318 подростков в возрасте 14-18 лет (139 мальчика и 179 девочек), учащихся технического и медицинского колледжей Москвы. Обследование включало клинический осмотр детей, анкетирование с учетом факторов риска, количественную оценку МПКТ, забор образцов крови для определения уровней гидрокси-витамина D [25(ОН)D], общего и ионизированного кальция в сыворотке крови.

При осмотре проводилась антропометрия основных показателей (рост, вес, индекс массы тела, сила сжатия кисти). Для расчета суточного потребления кальция использовалась анкета с учетом частоты и количества потребляемых молочных продуктов (различные сорта сыра, кефир, йогурт, молоко, творог и др.) за неделю, предшествующую осмотру.

Денситометрия поясничного отдела позвоночника (L1-L4) и проксимального отдела бедренной кости проводилась методом двухуровневой рентгеновской абсорбциометрии аппаратом Hologic-4500/W с педиатрической референтной базой для L1-L4 с возраста одного года.

Концентрация 25-гидроксивитамина D (25(ОН)D) в сыворотке крови определялась иммуноферментным методом с использованием коммерческих тестовых систем фирм BIOMEDICA (Австрия) и IDS (США) на базе лаборатории клинических исследований и международных связей Института ревматологии РАМН (вед.н.с. к.м.н Александрова Е.Н).

Забор образцов крови у 158 девочек осуществлен за период ноябрь-декабрь 2002 г и февраль-март 2003г у 21.У мальчиков за февраль-апрель 2003 г - 136 человек и ноябрь-декабрь 2002 г - 3.

Таблица 1
ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОСТОЯНИЯ ВИТАМИНА D
НА ОСНОВАНИИ КОНЦЕНТРАЦИИ
СЫВОРОТОЧНОГО 25(OH)D [15]

Статус витамина D	Концентрация сывороточного 25(OH)D	
	нмоль/литр	нг/мл
Норма	> 100	> 40
Гиповитаминоз D	< 100	< 40
Недостаточность витамина D	< 50	< 20
Дефицит витамина D	< 25	< 10

Для характеристики витаминного состояния использовано определение МакКенна с соавт. [15] (Табл.1).

Определение концентрации общего кальция в сыворотке крови проводилось колориметрическим методом "ARSENAZO III" ФИРМЫ "DiaSys". Норма: 2,15-2,57 ммоль/л. Ионизированный кальций определялся с использованием ион-селективного метода коммерческим набором EasyLyte Calcium фирмы Medica, США. Норма: 1,10-1,33 ммоль/л.

Статистическая обработка материала проводилась с использованием пакета прикладных программ EpiInfo 6.0.

Таблица 2
ХАРАКТЕРИСТИКА ОБСЛЕДОВАННОЙ ВЫБОРКИ

ПОКАЗАТЕЛИ	МАЛЬЧИКИ (n = 139)	ДЕВОЧКИ (n = 179)
	M±SD	M±SD
Возраст (годы)	16,81±0,72*	15,84±0,89
Рост (м)	1,765±0,069*	1,639±0,061
Вес (кг)	66,08±11,71*	55,63±9,78
Индекс массы тела	21,19±3,40	20,66±3,21
Суточное потребление кальция (мг)	371,3±307,1*	205,9±162,4
Общий кальций сыворотки крови (ммоль/л)	2,386±0,164*	2,348±0,110
Ионизированный кальций (ммоль/л)	1,124±0,131	1,127±0,148
25(OH)D нг/мл	20,255±7,457* (5,2 - 40,0)	14,438±14,695 (1,6 - 87,2)

*р - приведено в тексте

Таблица 3
ПОКАЗАТЕЛИ ВЕЛИЧИНЫ КОСТНОГО МИНЕРАЛА (г) СРЕДИ ЛИЦ ОБСЛЕДОВАННОЙ ВЫБОРКИ

Область сканирования	МАЛЬЧИКИ		ДЕВОЧКИ		р
	M	SD	M	SD	
L1 - L4	62,543	11,496	52,389	8,526	< 0,00001
Шейка бедра	4,916	1,936	4,019	0,585	< 0,00001
Большой вертел	10,037	1,989	7,059	1,426	< 0,00001
Межвертельная область	31,665	6,013	21,406	3,517	< 0,00001
Общий	46,913	8,290	32,466	5,122	< 0,00001

Таблица 4
ПОКАЗАТЕЛИ МИНЕРАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ КОСТНОЙ ТКАНИ (г/см²) В ОБСЛЕДОВАННОЙ ВЫБОРКЕ

Область сканирования	МАЛЬЧИКИ		ДЕВОЧКИ		р
	M	SD	M	SD	
L1 - L4	0,957	0,112	0,931	0,098	0,03
Шейка бедра	0,939	0,134	0,826	0,104	< 0,00001
Большой вертел	0,792	0,111	0,710	0,096	< 0,00001
Межвертельная область	1,168	0,151	1,074	0,125	< 0,00001
Общий	1,025	0,207	0,934	0,106	< 0,00001

Результаты

Общая характеристика обследованных подростков представлена в табл. 2, из которой видно, что по большинству показателей выявлены высоко значимые отличия между группами подростков различного пола. Так, мальчики были значимо старше ($p < 0,0001$), имели более высокий рост и вес тела ($p < 0,0001$) и больше потребляли кальция с молочными продуктами ($p < 0,0001$). Концентрация общего кальция ($p < 0,02$) и гидроксивитамина D ($p < 0,0001$) в сыворотке крови также была выше у мальчиков по сравнению с девочками.

Индекс массы тела и концентрация ионизированного кальция в сыворотке крови не отличались в этих группах.

Аналогичная закономерность выявлена при анализе денситометрических характеристик костной ткани. Показатели величины костного минерала (табл. 3) и минеральной плотности костной ткани (табл. 4) были значимо выше у мальчиков во всех областях сканирования.

Так как средние показатели уровней сывороточного 25(OH)D не выявили значимых различий между возрастными группами мальчиков и девочек, характеристика витаминного статуса оценивалась в общей группе подростков одного пола (табл. 5). Анализ показал, что распределение категорий статуса витамина D значимо отличалось у мальчиков и девочек ($\chi^2 = 126,6$; $p < 0,00001$). Хотя у девочек частота нормальных показателей концентрации витамина была значимо выше ($p < 0,002$) по сравнению с мальчиками,

ХАРАКТЕРИСТИКА ВИТАМИННОГО СТАТУСА В ГРУППЕ ОБСЛЕДОВАННЫХ ПОДРОСТКОВ

Таблица 5

Статус витамина D	МАЛЬЧИКИ		ДЕВОЧКИ	
	Абс.	%	Абс.	%
Норма	1	0,8	18	10,1*
Гиповитаминоз D	69	49,6*	14	7,8
Недостаточность витамина D	62	44,6	51	28,5
Дефицит витамина D	7	5,0	96	53,6*
Всего:	139	100,0	179	100,0

*р - приведено в тексте

ХАРАКТЕРИСТИКА ВИТАМИННОГО СТАТУСА В ГРУППЕ ДЕВОЧЕК, В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВРЕМЕНИ ГОДА

Таблица 6

Статус витамина D	Ноябрь - Декабрь		Февраль - Март	
	Абс.	%	Абс.	%
Норма	18	11,4	0	-
Гиповитаминоз D	8	5,1	6	28,6*
Недостаточность витамина D	39	24,7	12	57,1*
Дефицит витамина D	93	58,8*	3	14,3
Всего:	158	100,0	21	100,0

ХАРАКТЕРИСТИКА ВИТАМИННОГО СТАТУСА У МАЛЬЧИКОВ И ДЕВОЧЕК ОБСЛЕДОВАННЫХ В ОДНО ВРЕМЯ ГОДА (Февраль - Март)

Таблица 7

Статус витамина D	МАЛЬЧИКИ		ДЕВОЧКИ	
	Абс.	%	Абс.	%
Норма	1	0,8	0	-
Гиповитаминоз D	61	48,8	6	28,6
Недостаточность витамина D	57	45,6	12	57,1
Дефицит витамина D	6	4,8	3	14,3
Всего:	125	100,0	21	100,0

ВЕЛИЧИНА КОСТНОГО МИНЕРАЛА (г) В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КОНЦЕНТРАЦИИ ВИТАМИНА D У ДЕВОЧЕК 14-15 ЛЕТ

Таблица 8

Область сканирования	Концентрация витамина 25(OH)D				р
	Менее 10 нг/мл (n = 36)		10 нг/мл и более (n = 31)		
	М	SD	М	SD	
L1 - L4	53,579	10,397	49,329	7,037	0,08
Шейка бедра	4,158	0,673	3,807	0,471	0,03
Большой вертел	7,179	1,439	6,760	1,207	0,2
Межвертельная область	22,446	3,286	20,606	3,440	0,03
Общий	33,782	5,067	31,430	4,815	0,06

частота дефицита витамина D составила 53,6%, что более чем в десять раз превышало аналогичный показатель у мальчиков (p<0,00001). В группе мальчиков значимо чаще отмечен гиповитаминоз D (p<0,0001). Частота недостаточности витамина D значимо не отличалась между группами

подростков. Учитывая многочисленные литературные данные о значимых сезонных различиях в концентрации 25(OH)D проведен анализ витаминного статуса в группе девочек в зависимости от времени года, когда осуществлялся забор образцов крови (табл. 6). Различия в распределе-

МПКТ (г/см²) В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КОНЦЕНТРАЦИИ ВИТАМИНА D У ДЕВОЧЕК 14-15 ЛЕТ

Область сканирования	Концентрация витамина 25(OH)D				p
	Менее 10 нг/мл (n = 36)		10 нг/мл и более (n = 31)		
	M	SD	M	SD	
L1 - L4	0,940	0,112	0,889	0,092	0,08
Шейка бедра	0,849	0,121	0,791	0,103	0,04
Большой вертел	0,741	0,109	0,683	0,089	0,01
Межвертельная область	1,095	0,126	1,036	0,116	0,04
Общий	0,962	0,115	0,899	0,096	0,02

нии категорий витаминного статуса между этими группами девочек были статистически значимы ($\chi^2 = 29,2$; $p < 0,00001$). Частота гиповитаминоза и недостаточности витамина D была значимо выше среди девочек, обследованных в феврале-марте ($p < 0,003$ и $p < 0,005$), тогда как частота дефицита витамина D (58,8%) значимо преобладала в группе, обследованной в ноябре-декабре ($p < 0,0001$). Значимых различий в частоте нормальных показателей не выявлено. Кроме того, средняя концентрация сывороточного 25(OH)D у девочек группы ноябрь-декабрь ($14,04 \pm 15,43$ нг/мл) была значимо ниже ($17,40 \pm 6,56$ нг/мл), чем в сравняемой группе ($p < 0,0001$). Принимая во внимание выявленные нами различия в характеристике витаминного статуса между мальчиками и девочками и сезонные различия в группах девочек, была проведена оценка витаминного статуса у мальчиков и девочек, обследованных в одно время года (табл. 7). Как видно из таблицы, ни по одному из показателей не получено значимых различий ($\chi^2 = 4,9$; $p = 0,2$).

Для оценки возможной взаимосвязи был проведен корреляционный анализ концентрации сывороточного 25(OH)D со следующими количественными показателями: возраст, рост, вес, индекс массы тела, суточное потребление кальция, уровни общего и ионизированного кальция, а также денситометрические характеристики костной ткани. Не выявлено значимой связи ни с одним из изученных показателей. При оценке влияния концентрации сывороточного 25(OH)D на денситометрические характеристики костной ткани обращало на себя внимание, что значения коэффициентов корреляции у девочек имели однозначно отрицательный характер (от $-0,17$ до $-0,35$), не достигая статистической значимости. Было предпринято сравнение средних значений количественных характеристик костной ткани в двух группах подростков: с дефицитом витамина D (концентрация 25(OH)D менее 10 нг/мл) и остальной группой. Анализ не выявил значимых различий в общих группах мальчиков и девочек, за исключением девочек в возрасте 14-15 лет, где получены не совсем ожидаемые результаты. Так, величина костного минерала шейки бедра и межвертельной области у девочек с дефицитом витамина D была значимо выше, чем в группе сравнения (табл. 8). Еще большие различия получены при оценке МПКТ (табл. 9). Как видно из таблицы, практически во всех регионах проксимального отдела бедренной кости МПКТ была значимо выше у девочек с дефицитом витамина D. Эти группы девочек значимо не отличались по другим параметрам, которые влияют на количественные характеристики костной ткани (рост, вес, индекс массы тела), за исключением величины суточного потребления кальция. Так, средние показатели суточного потребления кальция у девочек с дефицитом витамина D ($266,11 \pm 181,66$ мг) значимо превышали этот показатель ($183,02 \pm 157,65$ мг) среди девочек сравняемой группы, что само по себе вряд ли может объяснить отмеченные различия.

Обсуждение

Длительно сохраняющийся тяжелый дефицит витамина D у взрослых приводит к остеомалации, метаболическому заболеванию кости с типичными биохимическими изменениями (низкая концентрация кальция и фосфора и повышенная активность щелочной фосфатазы). При этом костная гистология показывает снижение минерализации костного матрикса, увеличение объема остеоида и снижение костной формации. Дефицит витамина D может быть подтвержден оценкой сывороточной концентрации 25(OH)D, который является главным циркулирующим метаболитом витамина D. У пациентов с остеомалацией уровень сывороточного 25(OH)D обычно ниже 5 нг/мл или вообще не определяется. В противоположность им, больные первичным ОП обычно имеют концентрацию сывороточных кальция и фосфора в нормальных пределах, а щелочная фосфатаза у них редко бывает повышена. Поэтому по мнению многих авторов дефицит витамина D не является значимым патогенетическим фактором в развитии ОП [16]. Однако появлению все больше данных, показывающих, что постоянно низкий уровень витамина D может оказывать неблагоприятное влияние на кальциевый гомеостаз, приводя к потере кости, даже если нет остеомалации. Показано, что 25(OH)D способствует стимуляции абсорбции кальция в кишечнике, объясняющей вторичное повышение паратиреоидного гормона в результате дефицита витамина D, хотя уровень 1,25-дигидроксивитамина D (1,25-(OH)₂D) может быть в нормальных пределах. Ранним признаком недостаточности витамина D является вторичное повышение концентрации сывороточного паратиреоидного гормона, который в это время может оставаться в нижних пределах нормы [17]. Различные исследования показали отрицательную корреляцию между сывороточным 25(OH)D и паратиреоидным гормоном [18]. В Дании исследователи обнаружили, что концентрация 25(OH)D ниже 12 нг/мл (30 нмоль/л) приводит к вторичному гиперпаратирезму и снижению МПКТ в проксимальном отделе бедра [19]. Порог в 12 нг/мл для определения витаминной недостаточности признается и другими авторами [20]. М. J. McKenna и R. Freaney использовали порог 25 нмоль/л (10 нг/мл), который очень близок вышеуказанному [15]. Распространенность дефицита витамина D у взрослых и пожилых людей достаточно хорошо изучена в Северной Америке и европейских странах [21,22,23]. Распространенность дефицита витамина D среди молодых взрослых наиболее низкая в Северной Америке и Скандинавии (4-9%) и достигала 40% и более в странах Западной и Центральной Европы в зимний период. В популяции пожилых лиц этот показатель равнялся соответственно 25% и от 8 до 60%. При исследовании здорового населения 19 городов в возрасте 71-76 лет из одиннадцати европейских стран [24], в период с января по март, средняя концентрация сывороточного 25(OH)D колебалась от 10 нг/мл (Греция) до 24 нг/мл (Швейцария) у мужчин и от 8,4 нг/мл (Греция, Испания) до 19 нг/мл

(Норвегия) у женщин. В последние годы появляется все больше исследований относительно распространенности дефицита витамина D среди детей и подростков. Во всех исследованиях отмечены выраженные сезонные различия как в концентрации сывороточного 25(OH)D, так и в частоте дефицита витамина. При обследовании мальчиков (13,6-15,9 лет) одной из школ Парижа концентрация сывороточного 25(OH)D в сентябре составила 23,4±18,0 нг/мл, [11], что сопоставимо с показателями московских подростков, обследованных в феврале-марте. В то же время этот показатель в феврале-марте у парижских школьников был уже 8,24±6,0 нг/мл, что значимо ниже, чем в нашей выборке. Причем в марте у 100% французских детей выявлен дефицит витамина D (менее 12 нг/мл). В одном из последних исследований в четырех европейских странах [25] статус витамина D изучался у девочек 12-13 лет в период с февраля по март. Концентрация сывороточного гидрокси-витамина D колебалась от 9,76 нг/мл (Дания) до 16,5 нг/мл (Финляндия). Близкая к нашим данным частота дефицита витамина D (51%) отмечена в Дании; в Финляндии и Польше этот показатель составил 33%, а наиболее низкая частота дефицита зарегистрирована в Ирландии (18%). В то же

время частота витаминной недостаточности (менее 20 нг/мл) в этих странах ранжировалась от 88 до 96%, что сопоставимо с аналогичной частотой (82,1%) в нашей выборке. Низкая частота дефицита витамина D среди подростков отмечена также в Исландии (18%) [26] и Финляндии (14%) [12]. В других финских исследованиях выявлена сходная низкая частота дефицита витамина D среди девочек и связь низкой концентрации сывороточного 25(OH)D со снижением минеральной плотности ультрадистального радиуса [27], а также повышение костной резорбции и снижение прироста костной массы за трехлетний период [28]. В большинстве других исследований такие находки не подтверждаются, и делается заключение, что значимое влияние дефицита витамина D на формирование ПКМ у подростков и развитие последующего ОП до настоящего времени не доказано [23]. В нашем исследовании не удалось установить значимой взаимосвязи между концентрацией сывороточного 25(OH)D и количественными характеристиками костной ткани. Выявленный феномен повышения МПКТ в проксимальном отделе бедренной кости у девочек 14-15 лет с дефицитом витамина D требует дальнейшего изучения и уточнения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Docio S., Riancho J.A., Perez A. et al. Seasonal deficiency of vitamin D in Children: A potential target for osteoporosis-preventing strategies? *J. Bone Miner. Res.*, 1998, 13 (4), 544-548.
2. Shaw N.J., Bishop N.J. Mineral accretion in growing bones - a framework for future? *Arch. Dis. Child.*, 1995, 72, 177-179.
3. Matkovic V., Selic T., Wardlaw G.M. et al. Timing of peak bone mass in Caucasian females and its implication for the prevention of osteoporosis: Inference from a cross-sectional model. *J. Clin. Invest.*, 1994, 93, 799-808.
4. Щеплягина Л.А., Моисеева Е.Ю., Богатырева А.О. и др. Возрастные особенности минеральной плотности костной ткани в детском возрасте. Приложение к журналу "Остеопороз и остеопатии", Российский конгресс по остеопорозу, 20-22 октября 2003, Москва, 90.
5. Беневоленская Л.И., Михайлов Е.Е., Короткова Т.А., Демин Н.В. Денситометрическая характеристика костной ткани у подростков. Приложение к журналу "Остеопороз и остеопатии", Российский конгресс по остеопорозу, 20-22 октября 2003, Москва, 91.
6. Gunnes M., Lehmann E.H. Physical activity and dietary constituents as predictors of forearm cortical and trabecular bone gain in healthy children and adolescence: A prospective study. *Acta Paediatr.*, 1996, 85, 19-25.
7. Gloth F.M., Gundberg C.M., Hollis B.W. et al. Vitamin D deficiency in homebound elderly persons. *JAMA*, 1995, 274, 1683-1686.
8. LeBoff M.S., Kohlmeier L., Hurwitz S. et al. Occult vitamin D deficiency in postmenopausal US women with acute hip fracture. *JAMA*, 1999, 281, 1505-1511.
9. Haden S.T., El-Hajj Fuleihan G., Angell G.E. et al. Calcidiol and PTH levels in women attending an osteoporosis program. *Calcif. Tissue Int.*, 1999, 64, 275-279.
10. Docio S., Riancho J.A., Perez A. et al. Seasonal deficiency of vitamin D in children: a potential target for osteoporosis preventing strategies. *J. Bone Miner. Res.*, 1998, 13, 544-548.
11. Guillemant J., Le Taupin H.T., Taright N. et al. Vitamin D status during puberty in French healthy male adolescents. *Osteoporosis Int.*, 1999, 10, 222-225.
12. Lehtonen-Veromaa M., Mottonen T., Irjala K. et al. Vitamin D intake is low and hypovitaminosis D common in healthy 9- to 15-years-old Finnish girls. *Eur. J. Clin. Nutr.*, 1999, 53, 746-751.
13. Bonjour J.P., Carrie A.L., Ferrari S. et al. Calcium enriched foods and bone mass growth in prepubertal girls: a randomized double-blind, placebo controlled trial. *J. Clin. Invest.*, 1997, 99, 1287-1294.
14. Cadogan J., Eastell R., Jones N., Barker M.E. Milk intake and bone mineral acquisition in adolescent girl: randomized, controlled intervention trial. *Br. Med. J.*, 1997, 315, 1255-1260.
15. McKenna M.J., Freaney R. Secondary hyperparathyroidism in elderly: Means to defining hypovitaminosis D. *Osteoporosis Int.*, 1998, 8, (suppl 2), 3-6.
16. Scharla S.H. Prevalence of subclinical vitamin D deficiency in different European countries. *Osteoporosis Int.*, 1998, 8, (suppl 2), 7-12.
17. Barger-Lux M.J., Heaney R.P., Lanspa S.J. et al. An investigation of source of variation in calcium absorption efficiency. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 1995, 80, 406-411
18. Villareal D.T., Civitelli R., Chines A., Avioli L.V. Subclinical vitamin D deficiency in postmenopausal women with low vertebral bone mass. *J. Clin. Endocrinol. Metab.*, 1991, 72, 628-634.
19. Ooms M.E., Lips P., Roos J.C. et al. Vitamin D status and sex hormone binding globulin: determinants of bone turnover and bone mineral density in elderly women. *J. Bone Miner. Res.*, 1995, 10, 1177-1184.
20. Chapuy M.C., Larquier C., Peyron R., Meunier P.J. Comparative effects of a three-month supplement with 25(OH)D or vitamin D in vitamin D-deficient elderly patients. In: Norman A.W., Bouillon R., Thomasset M. editors. *Vitamin D. A pluripotent steroid hormone: structural studies, molecular endocrinology and clinical applications.* Berlin: Walter de Gruyter, 1994, 877.
21. McKenna M.J. Differences in vitamin D status between countries in young adults and elderly. *Am. J. Med.*, 1992, 93, 69-77.
22. Lips P. Deficiency and secondary hyperparathyroidism in the elderly: Consequences for bone loss and fractures and therapeutic implications. *Endocrine Rev.*, 2001, 22(4), 477-501.
23. Ovesen L., Andersen R., Jakobsen J. Geographical differences in vitamin D status, with particular reference to European countries. *Proceed. Nutr. Society*, 2003, 62, 813-821.
24. van der Wielen R.P.J., Lowik M.R.H., van der Berg H. et al. Serum vitamin D concentrations among elderly people in Europe. *Lancet*, 1995, 346, 207-210.
25. Andersen R., Brot C., Cashman K.D. et al. Hypovitaminosis D in Europe. *Osteoporosis Int.* 2004, 15 (suppl 1), S7.
26. Kristinsson J.O., Valdimarsson O., Sigurdsson G. et al. Serum 25-hydroxyvitamin D levels and bone mineral den-

- sity in 16-20 years-old girls: lack association. *J. Intern. Med.*, 1998, 243(5), 381-388.
27. Outila T.A., Karkkainen M.U., Lamberg-Allardt C.J. Vitamin D status affects serum parathyroid hormone concentrations during winter in female adolescents with forearm bone density. *Am. J. Clin. Nutr.*, 2001, 74, 206-210.
28. Lehtonen-Veromaa M.K., Mottonen T.T., Nuotio I.O. et al. Vitamin D and attainment of peak bone mass among peripubertal Finnish girl: a 3-y prospective study. *Am. J. Clin. Nutr.*, 2002, 76, 1446-1453

Поступила 2.09.04

Abstract

E.E. Mihailov, T.A. Korotkova, N.V. Demin, L.I. Benevolenskaya
Frequency of vitamin D deficiency among teenagers of a Moscow sample

Objective. To study frequency of vitamin D deficiency among teenagers of a Moscow sample and its possible influence on bone mineral density (BMD) value.

Material and methods. 318 teenagers (139 male, 179 female) aged 14 to 18 years were included. Clinical examination, anthropometry, calculation of daily calcium consumption, densitometry, 25(OH)D serum level, total and ionized calcium level evaluation were performed.

Results. Boys consumed more calcium with milky products than girls ($p < 0,0001$). Boys also had significantly higher concentration of total calcium ($p < 0,02$) and 25(OH)D ($p < 0,0001$). Frequency of vitamin D deficiency in girls was 10 times higher than among boys and came to 53,6%. Frequency of vitamin D hypovitaminosis and insufficiency was significantly higher among girls examined in February-March and frequency of vitamin D deficiency significantly prevailed in group examined in November-December (58,8%, $p < 0,0001$). Correlation between serum concentration of 25(OH)D and age, height, weight, body mass index, daily calcium consumption, total and ionized calcium levels, BMD were not found. Girls with vitamin D deficiency aged 14-15 years showed increase of BMD in proximal femur.

Key words: teenagers, vitamin D deficiency, calcium consumption, bone mineral density.