

ПЕДИАТРИЧЕСКАЯ РЕВМАТОЛОГИЯ

АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ КОСТНОЙ ТКАНИ У ПОДРОСТКОВ.

Т.А. Короткова, Е.Е. Михайлов, Н.В. Демин, Л.И. Беневоленская
ГУ Институт ревматологии РАМН, Москва

Резюме

Цель. Оценить содержание костного минерала (СКМ) и минеральную плотность костной ткани (МПКТ) в московской выборке подростков в зависимости от возраста, пола, антропометрических показателей.

Материал и методы. Обследовано 380 подростков (182 мальчика и 198 девочек) в возрасте от 15 до 18 лет. Проводились клинический осмотр, анкетирование с учетом факторов риска, антропометрия. Оценка денситометрических параметров кости проводилась методом двойной рентгеновской абсорбциометрии (остеоденситометр Hologic-4500/W, США с референтной педиатрической базой для L1-L4) в двух областях скелета: поясничном отделе позвоночника (L1-L4) и проксимальном отделе левой бедренной кости.

Результаты. Выявлены статистически значимые различия у подростков ($p < 0,000$) по росту, весу, размаху рук, мышечной силе с преобладанием этих показателей во всех возрастных группах у мальчиков по сравнению с девочками. Показатели МПКТ у мальчиков статистически значимо превышали аналогичные показатели у девочек за исключением поясничного отдела позвоночника ($p = 0,046$) и с возрастом прогрессирующе нарастали, у девочек аналогичной закономерности не выявлено. СКМ во всех отделах, кроме треугольника Варда, было также выше ($p < 0,000$) в группе мальчиков по сравнению с девочками. Средние показатели МПКТ в L1-L4 у мальчиков составили 83,4% от пиковой костной массы референтной базы остеоденситометра, у девочек — 89,5%, а в шейке бедра 97,1% и 97,2% соответственно. Число подростков, достигших пиковых значений по показателям МПКТ в L1-L4, значимо преобладало в группе девочек (14,6%) по сравнению с мальчиками (3,3%) ($p < 0,0001$). Пиковых значений МПКТ в шейке бедра без значимых половых различий достигли 35,7% мальчиков и 37,9% девочек. Анализ корреляции величины МПКТ с весом, ростом, мышечной силой выявил сходные с показателями СКМ закономерности, хотя значения коэффициентов корреляции были несколько ниже как у мальчиков, так и у девочек. У девочек, кроме того, выявлена значимая отрицательная корреляция денситометрических параметров с возрастом начала менструаций.

Ключевые слова: подростки, антропометрия, минеральная плотность костной ткани

В последние годы уделяется большое внимание первичной профилактике остеопороза (ОП), а соответственно — вопросам формирования скелета и накопления костной массы детей и подростков. Как известно, ОП представляет собой заболевание скелета, наиболее часто встречающееся у пожилых людей, но достижение более высокой пиковой кост-

ной массы (ПКМ) в раннем возрасте может сыграть значительную роль при постменопаузальной потере костной массы. Прирост костной массы в детском и подростковом возрасте определяет качество кости у взрослых, а низкая ПКМ является фактором риска прогрессирования инволютивного ОП [5]. Более того, есть также сообщения, указывающие на связь ПКМ с риском переломов шейки бедра у людей пожилого возраста [6]. Во многих исследованиях отмечено, что установление ПКМ (поясничный отдел позвоночника и шейка бедра) у здоровых подрост-

ков заканчивается к 16-18 годам жизни [7,8,9,10,11,12,13], причем у девочек раньше, чем у мальчиков. В ряде других исследований пиковые значения минеральной плотности и СКМ наблюдались в 20-25 лет [14,15,16]. В нескольких исследованиях прирост МПКТ в поясничном отделе позвоночника регистрировался до 30-35 лет [17,18,19] как результат продолжающейся с возрастом периостальной экспансии. Независимо от скорости, 85-90% конечной МПКТ приобретает к 18 годам у девушек и примерно к 20 годам у юношей [20,21].

В последние десятилетия широкое распространение получили рентгеновские денситометры. Для определения МПКТ наибольшее признание получил метод двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии (DXA или DEXA), который сочетает в себе ряд преимуществ: возможность исследования осевого и периферического участков скелета, высокую чувствительность и специфичность, точность и низкую ошибку воспроизводимости, минимальную дозу облучения и быстроту исследования. Методом DXA, путем сканирования определенного участка скелета, производится измерение двух величин: площади сканируемой поверхности (см^2) и СКМ (г), из которых далее вычисляется проекционная минеральная плотность кости ($\text{г}/\text{см}^2$). Данные МПКТ пациента автоматически сравниваются с нормативными, рассчитывается отклонение индивидуальных значений от средневозрастной нормы (Z — счет), от ПКМ лиц соответствующего пола (T-счет), определяется величина стандартного отклонения (SD) от среднестатистических показателей.

Интерпретация показателей денситометрического обследования у детей и подростков представляет большой практический интерес для педиатров и врачей многих специальностей. В педиатрической практике, в отличие от взрослых, диагностическое значение имеет только Z- счет. Этот показатель зависит от возраста и учитывает разницу между МПКТ пациента и среднестатистической нормой для здоровых детей и подростков того же возраста и пола. Трудности объективного количественного анализа МПКТ связаны с асинхронностью развития и роста скелета, свойственной растущему организму. Одновременно приводятся данные о том, что использование адекватных нормативов имеет решающее значение для оценки возрастных особенностей накопления костной массы, уточнения реальной распространенности остеопении среди подростков и детей, выбора методов и средств профилактики [1,22]. Это и послужило целью выявления особенностей формирования костной массы и определения факторов, влияющих на достижение ПКМ.

Цель исследования: оценить основные денситометрические характеристики костной ткани (СКМ и МПКТ) в популяционной выборке подростков в зависимости от возраста, пола, антропометрических

параметров, таких как рост, вес, индекс массы тела (ИМТ) и др.

Материал и методы

Объектом исследования служили подростки в возрасте от 15 до 18 лет, учащиеся двух средних специальных учебных заведений г. Москвы. Обследовано 380 подростков (182 мальчика и 198 девочек).

Клинический осмотр и анкетирование подростков проводилось по единому протоколу с помощью разработанной анкеты с учетом антропометрических данных, состояния здоровья, семейного анамнеза, гинекологического анамнеза у девочек, факторов питания, физической нагрузки, вредных привычек (курение, алкоголь).

Физическое развитие определялось по абсолютным значениям длины и массы тела. Рост (м) и вес (кг) измерялись у подростков в легкой одежде без обуви с помощью настенного стадиометра и стандартных весов. Рассчитывался ИМТ ($\text{вес в кг}/\text{рост в м}^2$). Оценивалась мышечная сила кистей, измеряемая с помощью ручного динамометра (в кг) отдельно на правой и левой руке, показатели складывались. Размах рук измерялся от середины грудины до кончиков средних пальцев справа и слева, показатели суммировались.

Оценка МПКТ и СКМ проводилась методом двойной рентгеновской абсорбциометрии (остеоденситометр Hologic-4500/W, США с референтной педиатрической базой для L1-L4) в двух областях скелета: поясничном отделе позвоночника (L1-L4) и проксимальном отделе левой бедренной кости. Количественная оценка низкой плотности костной ткани у подростков была представлена как сниженная МПКТ более чем на 2 стандартных отклонения (SD) от установленной возрастной нормы (Z- счет) [23].

Все полученные при одномоментном обследовании данные обрабатывались статистическими методами с использованием пакета прикладных программ для эпидемиологических исследований EpiInfo и Statistica (версия 6.0). Анализ проводился отдельно для групп мальчиков и девочек, характеристика силы связи между переменными определялась с помощью коэффициента линейной регрессии, статистическая точность оценки выражалась доверительными интервалами; если 95% доверительный интервал не включал 0, ассоциация считалась статистически значимой. Для оценки степени воздействия каждого признака-фактора на результат использована модель множественной регрессии.

Результаты

Возрастно-половая характеристика обследованных подростков представлена в табл.1, показывающей, что в популяционной выборке преобладали подростки в возрасте 15-16 лет (80,2%). Средний

Таблица 1
ВОЗРАСТНО-ПОЛОВАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА
ОБСЛЕДОВАННОЙ ВЫБОРКИ

Возраст(лет)	Мальчики	Девочки	Всего
15	74	72	146 (38,4%)
16	78	81	159 (41,8%)
17 и старше	30	45	75 (19,8%)
Всего:	182	198	380 (100,0)

возраст обследованных в обеих группах составил 15,8 лет.

При антропометрическом исследовании подростков выявлены статистически значимые различия ($p < 0,000$) по росту, весу, размаху рук, мышечной силе, при этом у мальчиков отмечалось преобладание по этим показателям в сравнении с девочками во всех возрастных группах. Не выявлено различий в ИМТ (табл.2).

Величина СКМ во всех отделах, кроме треугольника Варда, была статистически значимо выше ($p < 0,000$) в группе мальчиков по сравнению с девочками (табл.3). Эта закономерность сохранялась и в отдельных возрастных группах, кроме группы 15-ти летних подростков, где не выявлено статистически значимых различий в СКМ в поясничном отделе позвоночника между мальчиками и девочками ($p = 0,063$).

При анализе величины СКМ в различных возрастных группах подростков обнаружена отчетливая тенденция к увеличению показателя у мальчиков с возрастом. Так, показатели СКМ в группе мальчиков 17 лет и старше в поясничном отделе позвоночника ($p < 0,006$), шейке бедра ($p < 0,05$) и в общем отделе бедренной кости ($p < 0,03$) значимо превышали эти же показатели в группе 15-ти летних. Значимых отличий от группы в возрасте 16 лет не выявлено (рис. 1). У девочек различий между возрастными группами не отмечалось (рис.2).

При анализе показателей МПКТ также выявлено статистически значимое преобладание величин во всех отделах измерения у мальчиков (табл. 4) за исключением поясничного отдела позвоночника ($p = 0,046$). При оценке МПКТ по отдельным возрастным группам у мальчиков отмечено прогрессирующее с возрастом нарастание МПКТ как в поясничном отделе позвоночника, так и в шейке бедренной кости (рис. 3), у девочек аналогичной закономерности не выявлено (рис.4).

Средние показатели МПКТ поясничного отдела позвоночника у мальчиков составили 83,4% от ПКМ референтной базы остеоденситометра, у девочек — 89,5%. Показатели МПКТ шейки бедра составили 97,1% и 97,2% соответственно. Число подростков, достигших пиковых значений костной массы по показателям МПКТ поясничного отдела позвоночни-

ХАРАКТЕРИСТИКА ОБСЛЕДОВАННОЙ ВЫБОРКИ

Показатели	Мальчики (n=182)			Девочки (n=198)			p
	M ± SD	min	max	M ± SD	min	max	
Возраст (лет)	15,8 ± 0,8	15,0	18,0	15,9 ± 0,9	14,0	19,0	0,267
Рост (м)	1,7 ± 0,1	1,5	1,9	1,6 ± 0,1	1,5	1,8	0,000
Вес (кг)	62,7 ± 10,1	41,0	99,9	55,6 ± 9,8	38,0	94,5	0,000
Индекс массы тела (кг/м ²)	20,6 ± 3,1	8,5	31,5	20,6 ± 3,2	14,6	34,3	0,965
Размах рук (м)	1,8 ± 0,1	1,5	1,9	1,7 ± 0,1	1,5	1,9	0,000
Мышечная сила кистей (кг)	76,9 ± 17,2	36,0	122,0	40,9 ± 9,9	16,0	70,0	0,000
Возраст начала менструаций				12,7 ± 1,1	10,0	16,0	

Таблица 2

СКМ (Г) В ОБСЛЕДОВАННОЙ ВЫБОРКЕ ПОДРОСТКОВ

Область сканирования	Мальчики (n=182)			Девочки (n=198)			p
	M ± SD	min	max	M ± SD	min	max	
Поясничный отдел позвоночника (L ₁ -L ₄)	57,73 ± 12,09	29,18	94,81	52,51 ± 8,43	28,58	87,40	0,000
Шейка бедра	4,97 ± 0,87	2,91	8,32	4,01 ± 0,58	2,25	6,24	0,000
Большой вертел	9,59 ± 2,49	4,98	29,09	7,02 ± 1,38	3,02	13,50	0,000
Межвертельная область	29,28 ± 6,02	13,62	53,17	21,40 ± 3,48	10,38	31,19	0,000
Общий	43,92 ± 8,23	23,32	76,98	32,43 ± 5,04	15,65	45,50	0,000
Треугольник Варда	1,01 ± 0,45	0,61	6,50	0,97 ± 0,17	0,53	1,64	0,84

Рисунок 1

СКМ у мальчиков в зависимости от возраста

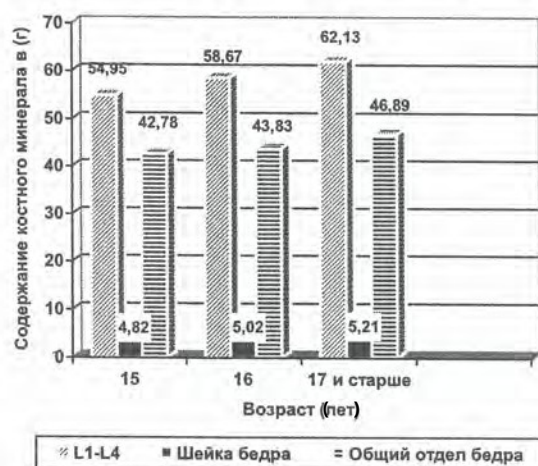


Рисунок 2

СКМ у девочек в зависимости от возраста

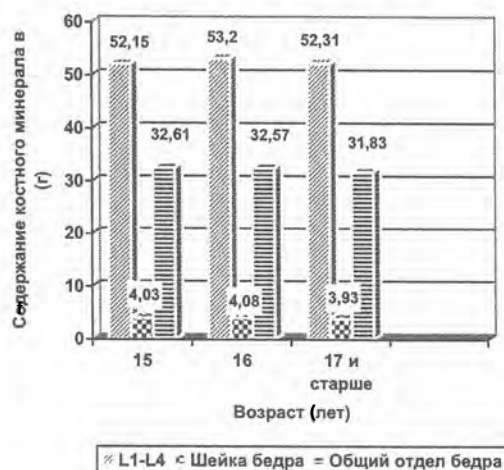


Рисунок 3

СПОКАЗАТЕЛИ МПКТ у мальчиков в зависимости от возраста

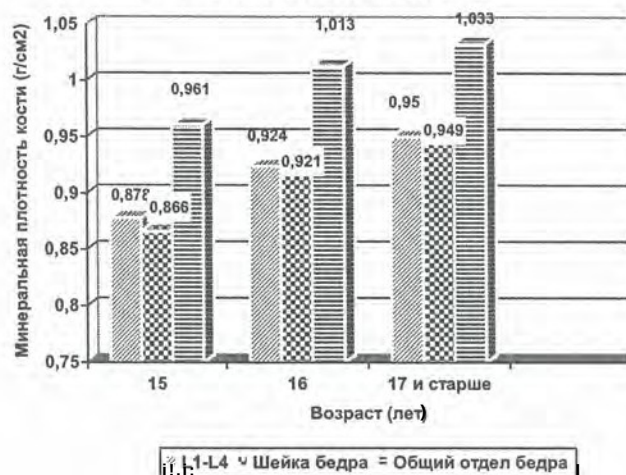
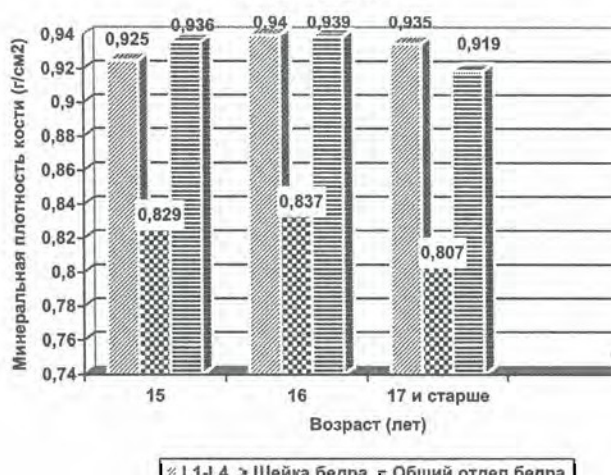


Рисунок 4

ПОКАЗАТЕЛИ МПКТ у девочек в зависимости от возраста



ка, значительно преобладало в группе девочек (14,6%) по сравнению с мальчиками (3,3%, $p < 0,0001$). Число подростков с пиковыми значениями МПКТ в шейке бедра было больше, без значимых половых различий: 35,7% мальчиков и 37,9% девочек.

Анализ корреляции величины СКМ в сканируемых областях с возрастом и некоторыми антропометрическими показателями выявил значимое влияние роста, веса, размаха рук и мышечной силы на изучаемый показатель у мальчиков (табл. 5), меньшая корреляция имела с ИМТ и возрастом. В модели уравнения множественной регрессии был оценен вклад каждой независимой переменной в изменчивость СКМ. Так, в величину СКМ поясничного отдела позвоночника у мальчиков наибольший вклад вносили рост (β — коэффициент = 0,508) и мышечная сила ($\beta=0,301$). Общий вклад этих переменных составил 45%. На величину СКМ шейки бедра значимое влияние оказывали вес ($\beta=0,414$) и мышечная сила ($\beta=0,271$), совокупный вклад составил 43%. На СКМ всего проксимального отдела бедренной кости значимо влияли три показателя:

рост ($\beta=0,365$), вес ($\beta=0,270$) и мышечная сила ($\beta=0,233$), общий вклад 47%. Аналогичный анализ у девочек выявил значимые корреляции веса, роста и ИМТ с показателями СКМ, в меньшей степени с размахом рук и мышечной силой (табл. 6). Не отмечено влияния возраста на этот показатель. На 44,5% изменчивость величины СКМ поясничного отдела позвоночника у девочек была обусловлена вкладом следующих переменных: возраст ($\beta=0,116$), возраст начала менструаций ($\beta=-0,20$), рост ($\beta=0,514$), вес тела ($\beta=0,398$) и размах рук ($\beta=-0,26$); $p=0,0000$. Величина СКМ шейки бедра на 50,2 — 52,4% была обусловлена вкладом веса тела ($\beta=0,717-0,617$), а величина СКМ всего проксимального отдела бедренной кости весом ($\beta=0,464$) и ростом ($\beta=0,277$), совокупный вклад которых составил 40,3% ($p=0,0000$).

Анализ корреляции величины МПКТ с теми же переменными выявил сходие с показателями СКМ закономерности, хотя значения коэффициентов корреляции были несколько ниже как у мальчиков, так и у девочек.

У девочек, кроме того, выявлена значимая отрицательная корреляция денситометрических параметров с возрастом начала менструаций (табл. 7).

Вклад в изменчивость МПКТ поясничного отдела позвоночника у мальчиков на 25,7% определялся ростом и мышечной силой (β — коэффициенты 0,268 и 0,352 соответственно), а у девочек: весом тела ($\beta = 0,507$) и возрастом начала менструаций ($\beta = -0,21$) на 32,7%. Вклад веса тела и мышечной силы в МПКТ шейки бедра у мальчиков составил 26,8% (β — коэффициенты 0,344 и 0,267), также как и в МПКТ всего проксимального отдела бедра на 32%. У девочек изменчивость этих показателей определялась весом тела на 32,6 — 33% МПКТ шейки бедра и на 29,7 — 31% всего отдела ($p = 0,0000$).

Обсуждение

Важность оценки денситометрических показателей состояния костной ткани у подростков обусловлена тем, что эти данные должны служить основанием для разработки дальнейших подходов к ведению и методов наблюдения для предупреждения развития ОП в зрелом возрасте. При выявлении снижения МПК по Z- критерию $< -2,5$ SD, постановка диагноза "остеопороз" у подростков некорректна. Принятые в 1994 г. ВОЗ классификационные критерии МПК для диагностики ОП основаны на популяционных исследованиях постменопаузальных женщин (выявивших тесную корреляцию между МПКТ и риском переломов на протяжении жизни) и неприменимы для детей и подростков. Согласно рекомендациям Международного общества клинической денситометрии (ISCD), у детей и подростков обоего пола в возрасте до 20 лет используют Z-критерий, а не T- критерий. Если Z- критерий будет -2 SD и ниже (при сравнении с педиатрической средневозрастной нормой референтной базы прибора), используют определение: "низкая плотность костной ткани для данного хронологического возраста" [2,24].

Заслуживает внимание тот факт, что масса скелета в период полового созревания в большей степени зависит от увеличения размеров скелета, чем от МПКТ. Другой важной характеристикой костной массы во время пубертатного периода является диссоциация с ростом. Степени отличий между этими отклонениями у лиц в подростковом периоде могли бы объяснить большую вариабельность, в зависимости от роста, выявляемую в показателях костной массы у здоровых молодых людей. Более того, асинхронность между скоростью нарастания костной массы и увеличением роста может быть связана с переходящими цифрами относительно низкой костной массы и, таким образом, со снижением резистентности к механической нагрузке. На поздней стадии полового созревания заканчивается

максимальное нарастание костной массы в позвоночнике и шейке бедра после остановки линейного роста. Сравнивая полученные данные с другими российскими выборками [3,4], обнаруживаем аналогичные данные по СКМ и МПКТ в разных возрастных группах. Как и в работах зарубежных авторов [13,25], было показано, что в поясничном отделе позвоночника и шейке бедра МПКТ повышается с возрастом у подростков независимо от пола. МПКТ в шейке бедра выше у мальчиков по сравнению с девочками в возрасте 16-18 лет, существенных различий в МПКТ L1-L4 в этой возрастной группе не выявлено.

На риск развития ОП в более позднем периоде жизни влияют уровни ПКМ, достигнутые в раннем подростковом периоде. Считается, что ПКМ зависит от влияния образа жизни и генетических факторов, но до конца не установлено соответствующее влияние этих факторов на регуляцию МПКТ [26]. В своем исследовании F.E.A. McGuigan с соавт. при оценке влияния антропометрических факторов на регуляцию ПКМ в популяции показали, что только 21,8 % общей вариабельности МПКТ позвоночника и 15,2% вариабельности МПКТ шейки бедра у женщин и 17,5% и 10,6 % (соответственно) вариабельности МПКТ у мужчин в возрасте до 20 лет определяются этими факторами [27]. Эти данные согласуются с наблюдениями L.A. Rubin с соавт. [26] в когорте молодых канадских женщин, которые считают, что большую часть предикторов ПКМ еще необходимо установить. В нашем исследовании, как и в работах ряда зарубежных авторов [7, 25, 27, 28,], получены сведения о том, что вес тела является наиболее важным предиктором МПКТ у женщин. Как и в работе C. Molgaard с соавт. [29] и P. Nordstrom с соавт. [30], СКМ коррелировало с ростом подростков.

В нашем исследовании представлены значения МПКТ и СКМ у подростков московской популяции, которые могут быть использованы в качестве референтных возрастных норм для других исследований. Установлено, что большая часть скелетной массы в позвоночнике и во всем теле накапливалась к концу 2-го десятилетия жизни. Выявлена корреляция между МПКТ, СКМ и весом, ростом, мышечной силой обследованных подростков.

Знание нормальных физиологических отклонений МПКТ и СКМ необходимо для выявления патологических изменений. Z- критерии по возрасту и полу необходимо рассчитывать, используя этнические данные, где это возможно. Создание адаптированной национальной базы имеет огромное практическое значение для оценки возрастных особенностей накопления костной массы, выявления распространенности низкой плотности костной ткани в детском и подростковом возрасте. Полученные данные должны способствовать разработке методов первичной профилактики ОП.

МПКТ (Г/СМ2) В ОБСЛЕДОВАННОЙ ВЫБОРКЕ

Таблица 4

Область сканирования	Мальчики (n=182)			Девочки (n=198)			p
	M±SD	min	max	M±SD	min	max	
Поясничный отдел позвоночника L ₁ -L ₄	0,910±0,115	0,636	1,367	0,931±0,097	0,667	1,242	0,46
Шейка бедра	0,903±0,138	0,558	1,459	0,825±0,105	0,596	1,211	0,000
Большой вертел	0,775 ±0,115	0,551	1,228	0,707±0,094	0,421	1,056	0,000
Межвертельная область	1,122±0,149	0,737	1,668	1,073±0,125	0,594	1,87	0,00
Общий	0,996±0,130	0,658	1,513	0,933±0,106	0,551	1,300	0,000
Треугольник Варда	0,824±0,154	0,490	1,253	0,794±0,125	0,490	1,253	0,030

КОРРЕЛЯЦИЯ СКМ С ВОЗРАСТОМ И НЕКОТОРЫМИ АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ У МАЛЬЧИКОВ

Таблица 5

Показатели	Область сканирования					
	L1-L4		Шейка бедра		Общий отдел бедра	
	Коэффициенты корреляции (95% доверительные интервалы)					
	г	р	г	р	г	р
Возраст	0,21 (0,07<R<0,35)	<0,01	0,17 (0,03<R<0,31)	<0,05	0,16 (0,01<R<0,30)	<0,05
Вес	0,48 (0,36<R<0,58)	<0,001	0,53 (0,41<R<0,63)	<0,001	0,56 (0,45<R<0,65)	<0,001
Рост	0,61 (0,51<R<0,69)	<0,001	0,45 (0,32<R<0,56)	<0,001	0,57 (0,46<R<0,66)	<0,001
ИМТ	0,20 (0,06<R<0,34)	<0,05	0,35 (0,21<R<0,47)	<0,001	0,31 (0,18<R<0,44)	<0,001
Размах рук	0,55 (0,44<R<0,64)	<0,001	0,45 (0,32<R<0,56)	<0,001	0,56 (0,45<R<0,65)	<0,001
Мышечная сила	0,48 (0,36<R<0,59)	<0,001	0,44 (0,32<R<0,56)	<0,001	0,49 (0,37<R<0,59)	<0,001

КОРРЕЛЯЦИЯ СКМ С ВОЗРАСТОМ И НЕКОТОРЫМИ АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ У ДЕВОЧЕК

Таблица 6

Показатели	Область сканирования					
	L1-L4		Шейка бедра		Общий отдел бедра	
	Коэффициенты корреляции (95% доверительные интервалы)					
	г	р	г	р	г	р
Возраст	0,02	НЗ	-0,04	НЗ	-0,08	НЗ
Вес	0,57 (0,47<R<0,66)	<0,001	0,72 (0,64<R<0,78)	<0,001	0,60 (0,50<R<0,68)	<0,001
Рост	0,48 (0,37<R<0,58)	<0,001	0,44 (0,31<R<0,54)	<0,001	0,50 (0,39<R<0,60)	<0,001
ИМТ	0,42 (0,30<R<0,53)	<0,001	0,61 (0,51<R<0,69)	<0,001	0,44 (0,32<R<0,55)	<0,001
Размах рук	0,33 (0,20<R<0,45)	<0,001	0,36 (0,23<R<0,47)	<0,001	0,39 (0,26<R<0,50)	<0,001
Мышечная сила	0,29 (0,16<R<0,42)	<0,001	0,37 (0,24<R<0,48)	<0,001	0,38 (0,26<R<0,50)	<0,001

Таблица 7

СВЯЗЬ ВОЗРАСТА НАЧАЛА МЕНСТРУАЦИЙ У ДЕВОЧЕК С НЕКОТОРЫМИ ДЕНСИТОМЕТРИЧЕСКИМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ

Область сканирования	Содержание костного минерала		Минеральная плотность кости	
	г	р	г	р
L ₁ -L ₄	- 0,25 (-0,37<R< -0,11)	<0,001	- 0,29 (-0,41<R< -0,16)	<0,001
Шейка бедра	- 0,17 (-0,30<R< -0,03)	<0,05	- 0,15 (-0,29<R< -0,01)	<0,05
Общий отдел бедра	- 0,20 (-0,33<R< -0,07)	<0,01	- 0,16 (-0,29<R< -0,02)	<0,05

ЛИТЕРАТУРА

1. Щеплягина Л.А., Моисеева Т.Ю. Клиническая оценка результатов остеоденситометрии и формирование возрастных нормативов у детей. Остеопор. остеопат., 2004, 3, 9-15.
2. Петак С.М. Денситометрия: интерпретация результатов исследования. Методич. указ. Международного общества клинич. денситометрии. Остеопор. остеопат., 2004, 2, 11-13.
3. Щеплягина Л.А., Моисеева Т.Ю., Круглова И.В. с соавт. Формирование возрастной пиковой костной массы в подростковом возрасте. Тез. II Конференции "Проблемы остеопороза в травматологии и ортопедии", М., 12-13 февраля 2003, 174-175.
4. Михайлов С.А., Малинин В.Л., Мазуренко О.Г. Минеральная плотность костной ткани в популяционной выборке у лиц мужского пола 15-16 лет. Тез. II Конфер. "Проблемы остеопороза в травматологии и ортопедии", М., 12-13 февраля 2003, 74-75.
5. Javaid M.K., Cooper C. Prenatal and childhood influences on osteoporosis. Best Pract. Res. Clin. Endocrinol. Metab., 2002, 16, 349-367.
6. Cooper C., Eirsson J.G., Forsen T., Jsmund C, et al. Maternal height, childhood growth and risk of hip fracture in later life: a longitudinal study. Osteopor. Int., 2001, 12, 623-639.
7. Matkovic V., Jelic T., Wardlaw G.M. et al. Timing of peak bone mass in Caucasian females and its implication for the prevention of osteoporosis. J. Clin. Invest., 1994, 93, 799-808.
8. Theintz G., Buchs B., Rizzoli R. et al. Longitudinal monitoring of bone mass accumulation in healthy adolescents: evidence for a marked reduction after 16 years of age at the levels of lumbar spine and femoral neck in female subjects. J.Clin. Endocrinol. Metab., 1992, 75, 1060-1065.
9. Gilsanz V., Gibbens D.T., Carlson M. et al. Peak trabecular vertebral density: comparison of adolescent and adult females. Calcif. Tissue Int., 1998, 43, 260-262.
10. Bonjour J.P., Theintz G., Buchs B. et al. Critical years and stages of puberty for spinal and femoral bone mass accumulation during adolescence. J.Clin. Endocrinol. Metab., 1991, 73, 555-563.
11. Lin Y.-C., Lyle R.M., Weaver C.M. et al. Peak spine and femoral neck bone mass in young women. Bone, 2003, 32, 5, 546-533.
12. Zanchetta J.R., Plotkin H., Alvarez Filgueira M.L. Bone mass in children: normative values for the 2-20 – year – old population. Bone, 1995, 16, 393-399.
13. Van der Sluis I. M., de Ridder M. A. J., Boot A. M. et al. Reference data for bone density and body composition measured with dual energy in white children and young adults. ADC, 2002, 87, 341-347.
14. Hui S.L., Zhou L., Evans R. et al. Rates of growth and loss off bone mineral in the spine and femoral neck in white females. Osteoporos. Int., 1999, 9, 200-205.
15. Drake A.J., Armstrong D.W., Shakir K.M.M. Bone mineral density and total body bone mineral content in 18- to 22- year- old women. Bone, 2004, 34, 1037-1043.
16. Nguyen T.V., Maynard L.M., Towne B. et al. Sex differences in bone mass acquisition during growth: The Fels Longitudinal Study. J. Clin. Densitom., 2001, 4, 147-157.
17. Rodin A., Murby B., Smith M.A. et al. Premenopausal bone loss in the lumbar spine and neck of femur: a study of 225 Caucasian women. Bone, 1990, 11, 1-5.
18. Recker R.R., Davies K.M., Hinders S.M. et al. Bone gain in young adult women. JAMA, 1992, 268, 2403-2408.
19. Kemper H. Skeletal development during childhood and adolescence and the effects of physical activity. Pediatr. Exerc. Sci., 2000, 12, 198-216.
20. Sabatier J.P., Guaydier-Souquieres G., Benmalek A., Marcelli C. Evaluation of lumbar bone mineral content during adolescence and adulthood: a longi-

- tudinal study in 395 healthy females 10-24 years of age and 206 premenopausal women. Osteoporos. Int. 1999, 9 (6), 479-482.
21. Magarey A.M., Boulton T.J., Chatterton B.E. et al. Bone growth from 11 to 17 years: relationship to growth, gender and changes with pubertal status including timing of menarche. Acta Paediatr. 1999, 88 (2), 139-146.
 22. Leonard M.B., Propert K.L., Zemel B.S. et al. Discrepancies in pediatric bone mineral density reference data: potential for misdiagnosis of osteopenia. J. Pediatr. 1999, 135, 182-188.
 23. Chlebna-Sokol D., Rusinska A., Szkudlarek J., Szkudlarek E. Developmental osteopenia: decrease of bone mineral density or systemic impairment? Pol. Merkuriusz. Lek. 2000, 8 (49), 465-468.
 24. The Writing Group for the ISCD Position Development Conference 2004. International Society for Clinical Densitometry Position Development Conference. Diagnosis of osteoporosis in men, premenopausal women, and children. J. Clin. Densitom., 2004, 7 (1), 17-26.
 25. Curiel M. D., Botella B., Garces M.V. et al. Bone mineral density in children and adolescents measured by dual-energy X-ray absorptiometry (DXA). Bone, 2001, 29(3), 300.
 26. Rubin L.A., Hawker G.A., Peltekova V.D. et al. Determinants of peak bone mass: clinical and genetic analyses in a young female Canadian cohort. J. Bone Miner. Res., 1999, 14, 633-643.
 27. McGuigan F. E. A., Murray L., Gallagher A. et al. Genetic and environmental determinants of peak bone mass in young men and women. J. Bone Mineral. Res., 2002, 17, 1273-1279.
 28. Arabi A., Tamim H., Nabulsi M. et al. Sex differences in the effect of body-composition variables on bone mass in healthy children and adolescents. Am. J. Clin. Nutr., 2004, 80, 1428 - 1435.
 29. Molgaard C., Thomsen B.L., Michaelsen K.F. Influence of weight, age and puberty on bone size and bone mineral content in healthy children and adolescent. Acta Paediatr., 1998, 87, 494-499.
 30. Nordstrom P., Pettersson U., Lorentzon R. Type of physical activity, muscle strength, and pubertal stage as determinants of bone mineral density and bone area in adolescent boys. J. Bone Miner. Res., 1998; 13, 1141-1148.

Поступила 10.09.06

Abstract

T.A. Korotkova, E.E. Mihallov, N.V. Demin, L.I. Benevolenskaya
Bone mineral density analysis in teenager.

Objective. To assess bone mineral content and bone mineral density in Moscow teenagers sample depending on age, sex, anthropometric parameters.

Material and methods. 380 teenagers (182 male, 198 female) aged 15-18 years were included. Clinical examination, questionnaire study considering risk factors and anthropometry were performed. Bone mineral density (BMD) was evaluated by dual-energy x-ray absorptiometry (bone densitometer Hologic 4500/W, USA with referent pediatric base for L1-L4) in two skeletal regions: lumbar spine (L1-L4) and left proximal femur.

Results. Height, weight, arm span and muscle strength were significantly more prominent in boys than in girls ($p < 0,001$). BMD indices in boys were significantly higher than in girls except lumbar spine. With age they progressively increased in boys but not in girls. Bone mineral value in all regions except Ward triangle was also higher in boys than in girls ($p < 0,001$). Mean L1-L4 BMD value formed 83,4% from peak bone mass of bone densitometer referent base in boys and 89,5% in girls, in femur neck - 97,1% and 97,2% respectively. The number of teenagers achieved peak values of bone mass according to L1-L4 BMD was higher in female (14,6%) than in male (3,3%) group ($p < 0,0001$). Analysis of BMD correlation with weight, height and muscle strength showed that it resembled relationship of BMD with bone mass though correlation coefficients values were lower both in male and female. Besides that absorptiometry parameters in girls negatively correlated with age of menses onset.

Key words: *teenagers, anthropometry, bone mineral density*