

ДИНАМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МИНЕРАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ КОСТНОЙ ТКАНИ У ПОДРОСТКОВ

Т.М. Максикова, А.М. Меньшиков, Л.В. Меньшикова

(Иркутский государственный институт усовершенствования врачей, ректор – д.м.н., проф. В.В. Шпрах, кафедра семейной медицины, зав. – д.м.н., проф. Л.В. Меньшикова; Иркутский клинический консультативно-диагностический центр, глав. врач – к.м.н. М.Л. Меньшиков)

Резюме. Цель исследования: изучить показатели минеральной плотности костной ткани и частоту синдрома низкой плотности кости у подростков, выявить факторы, влияющие на формирование пиковой костной массы. У 217 подростков минеральная плотность костной ткани (МПКТ) и содержание костного минерала (СКМ) определялись методом рентгеновской денситометрии (DXA) в поясничном отделе позвоночника в динамике. Были выявлены факторы риска у подростков с низкой плотностью костной ткани для хронологического возраста (Z-критерий ≤ -2) и нормальными показателями МПКТ.

Ключевые слова: подростки, минеральная плотность костной ткани, содержание костного минерала, факторы риска.

Остеопороз – это самое распространенное заболевание скелета и одна из ведущих причин заболеваемости и смертности у лиц старших возрастных групп, вследствие переломов, связанных с остеопорозом [8]. Риск перелома, вследствие остеопороза в течение жизни у женщин составляет 40-50%, у мужчин от 13 до 22% [7].

В настоящее время все больше появляется данных о том, что профилактика остеопороза взрослых связана с пониманием закономерностей накопления костной массы в детском и подростковом возрасте [2, 6]. Доказано, что наиболее эффективным способом профилактики остеопороза во взрослом возрасте является адекватное накопление костной ткани у подростков. Максимум костной массы достигается к 18-20 годам. До 90% пиковой костной массы (ПКМ) формируется к концу подросткового периода, у мальчиков к 18 годам, у девочек еще раньше [3, 9]. ПКМ обычно определяется как наивысшее значение костной массы, достигнутое в результате нормального роста и развития, до времени, когда начинается неизбежная с возрастом физиологическая потеря костной ткани. Динамическое наблюдение за состоянием МПКТ и СКМ у подростков позволяет определить закономерности и популяционные особенности накопления костной ткани в разных возрастных периодах у мальчиков и у девочек, выявить случаи низкой плотности костной ткани для данного хронологического возраста.

Учитывая быстрые и резкие изменения физиологических и антропометрических показателей у подростков необходимо использовать адекватные нормативы для оценки возрастных особенностей накопления массы кости, учитывающие возрастные, половые особенности [1].

Международное общество клинической денситометрии (ISCD) рекомендует использовать у детей и подростков в возрасте до 20 лет Z-критерий, пока они не достигли ПКМ. Применение диагноза «остеопороз» у детей также некорректно, так как снижение МПКТ может носить транзиторный характер вследствие изменений, связанных с быстрым ростом и развитием. Поэтому при Z-критерии ≤ -2 SD и ниже (при сравнении с педиатрической средневозрастной референтной базой прибора) применим термин: «низкая плотность костной ткани для данного хронологического возраста» [5, 11]. При интерпретации данных денситометрии важно также учитывать влияние антропометрических и популяционных факторов.

Двухэнергетическая рентгеновская абсорбциометрия – дорогостоящий метод обследования, который не может быть использован в качестве скринингового. Поэтому, чтобы вовремя выявить снижения МПКТ и СКМ и достигнуть нормальных показателей ПКМ, необходимо тщательно исследовать факторы, влияющие на формирование костной массы у подростков. К ним относятся наследственность (60-80%), антропометрические параметры, питание, физические нагрузки, эндокринный

статус, курение, употребление алкоголя и т.д. [4, 8, 10]. Изучение влияния данных факторов позволит выявить группы риска и определить показания для проведения денситометрии.

Материалы и методы

На первом этапе было обследовано 217 детей (132 девочки и 85 мальчиков), в возрасте 14 лет. Всем подросткам была проведена двухэнергетическая рентгеновская абсорбциометрия в поясничном отделе позвоночника. На втором этапе с интервалом через один год проводилось повторное обследование в динамике. Для третьего этапа были отобраны подростки ($n=29$) с низкими показателями МПКТ (Z-критерий < -1), полученными на втором этапе обследования.

Определение МПКТ и СКМ проводилось методом двойной энергетической рентгеновской абсорбциометрии (DXA) на аппарате «DPX-IQ» фирмы «Lunar» (США) в поясничном отделе позвоночника (L2-L4) с применением «детской программы» американской референтной базы прибора. Анализировались показатели минеральной плотности костной ткани (МПКТ) или (BMD – Bone Mineral Density) в г/см²; содержание костного минерала (СКМ) или (BMC – Bone Mineral Content) в г. Отклонение МПКТ ниже, чем на 2 стандартных отклонения (SD) от установленной возрастной нормы рассматривается как снижение минеральной плотности костной ткани для хронологического возраста и обозначается Z-критерий. Изучение основных факторов риска проводилось с использованием разработанной анкеты, в основу которой была положена карта, предложенная Республиканским центром профилактики остеопороза МЗ РФ. Анкета заполнялась врачом. На приеме подросткам проводился объективный осмотр. Определялся индекс массы тела (ИМТ) или индекс Кетле, который рассчитывался как масса тела, деленная на рост в квадрате (кг/м²). Оценивалась мышечная сила кистей, измеряемая с помощью ручного динамометра (кг) отдельно на правой и левой руке. Размах рук измерялся от середины грудины до кончиков средних пальцев справа и слева, показатели суммировались. Выявлялись сколиоз, плоскостопие с указанием степени, болезненность при пальпации остистых отростков, синдром гипермобильности суставов и другая патология костно-мышечной системы.

Результаты представлялись в виде средних (М) и 95% доверительных интервалов к ним (95% ДИ). Статистическая обработка результатов исследования осуществлялась с использованием t-критерия Стьюдента, корреляционного анализа по Спирмену и логистического анализа в программах «Statistica 6.0 for Windows», «Biostat», «Epi info v. 6». Значимыми считались значения $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение

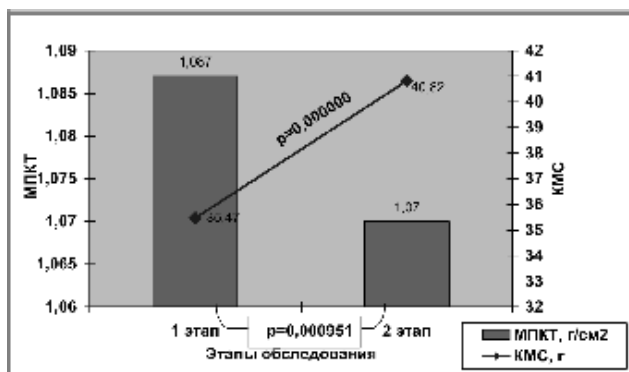
На первом этапе обследования у мальчиков значимо выше были средние показатели роста 169 (от 163 до 174)

см против 164 (158,5-168) см у девочек ($p<0,0001$) и массы тела 55 (50-61) кг и 52 (49-56) кг соответственно ($p=0,006$). В то же время, минеральная плотность костной ткани в поясничном отделе позвоночника у мальчиков была достоверно ниже - $0,991\pm 0,164$ г/см² против $1,087\pm 0,136$ г/см² у девочек ($p<0,0001$), при сопоставимом содержании костного минерала $33,94\pm 7,76$ г и $35,59\pm 6,02$ г соответственно ($p=0,101$).

При повторном обследовании через год мальчики по-прежнему опережали девочек по параметрам роста 174 (171-179) см и массы тела 60 (56-65) кг против 165 (160-170) см и 54 (50-59) кг ($p<0,0001$). Показатели МПКТ составили $1,042\pm 0,142$ г/см² и были несколько ниже значений у девочек $1,065\pm 0,113$ г/см² (разница статистически незначима, $p=0,3$), но содержание костного минерала было значимо выше $43,78\pm 9,99$ против $40,82\pm 6,91$ г ($p=0,004$).

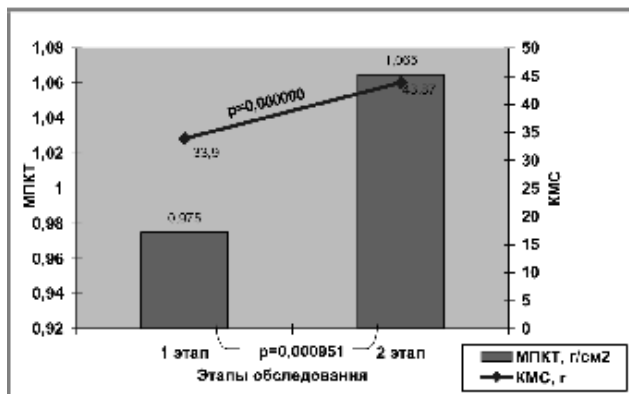
В динамике у девочек (рис.1) наблюдалось статистически значимое снижение МПКТ в поясничном отделе позвоночника (при первом обследовании $1,087\pm 0,136$ г/см², при повторном обследовании $1,065\pm 0,113$ г/см²). В то же время, отмечался значимый прирост СКМ (при первом обследовании $35,59\pm 6,02$ г, при повторном обследовании $40,82\pm 6,91$ г, $p<0,00001$).

Рис 1. Динамика средних показателей МПКТ и СКМ у девочек



При повторном обследовании у мальчиков (рис.2) отмечалось статистически значимое повышение МПКТ поясничного отдела позвоночника (при первом обследовании $0,991\pm 0,164$ г/см², при повторном обследовании $1,042\pm 0,142$ г/см², $p<0,001$) и СКМ ($33,94\pm 7,76$ г и $43,78\pm 9,99$ г соответственно, $p<0,0001$).

Рис 2. Динамика средних показателей МПКТ и СКМ у мальчиков



Таким образом, в возрасте 14 лет у мальчиков в поясничном отделе позвоночника (L2-L4) значения СКМ и МПКТ были ниже, чем у девочек, но уже к 15 годам эти показатели опережали аналогичные у девочек. Эти различия обусловлены тем, что у мальчиков больше период ускоренного роста с повышением размера костей и прочности кортикального слоя. У девочек к 15-16 годам

происходило замедление роста и увеличения массы тела. Максимальные значения МПКТ (L2-L4) приходились на возраст 14 лет, повышение СКМ (L2-L4) продолжалось достаточно интенсивно и после 15 лет, но медленнее, чем у мальчиков.

На третий этап обследования были отобраны подростки ($n=29$) с низкими показателями МПКТ (Z-критерий меньше -1SD). В группе девочек за 2 года (с 14 до 16 лет) отмечено увеличение роста и веса с $159,9\pm 4,9$ см и $49,9\pm 5,9$ кг до $162,7\pm 4,6$ см и $51,1\pm 6,1$ кг. Однако значения МПКТ в среднем не изменились (на первом этапе обследования МПКТ составила $0,987\pm 0,094$ г/см², на третьем этапе - $0,981\pm 0,081$ г/см²) при увеличении содержания минерала в костях (с $31,68\pm 3,34$ г до $35,31\pm 4,12$ г ($p<0,0001$), а Z-критерий достоверно снизился с $-1,07\pm 1,07$ SD до $-2,18\pm 0,80$ SD.

У мальчиков к третьему этапу обследования рост увеличился в среднем на 7,6 см (с $164,3\pm 10,3$ до $171,9\pm 8,9$ см), что было значительно больше, чем у девочек (2,8 см), масса тела на 7,8 кг (с $49,6\pm 8,4$ до $57,4\pm 8,9$ кг), тогда как у девочек всего лишь на 1,1 кг. Достоверно увеличилась МПКТ с $0,807\pm 0,090$ до $0,948\pm 0,122$ г/см² и СКМ с $26,22\pm 5,55$ г до $40,12\pm 9,65$ г ($p<0,0001$), но Z-критерий также снизился с $-1,85\pm 0,85$ SD до $-2,41\pm 1,15$ SD.

У девочек с изначально низкими значениями минеральной плотности костной ткани в более позднем возрасте нет прироста МПКТ, СКМ возрастало в промежутке между 14 и 16 годами, после 16 лет увеличения СКМ не происходило. С первого по третий этап обследования постоянно снижался показатель Z-критерия. У мальчиков с изначально низкими значениями минеральной плотности костной ткани медленнее, чем в популяции в целом, но все-таки отмечается прирост и МПКТ и СКМ на всех этапах обследования, средний показатель Z-критерия также как и у девочек снижается.

При изучении частоты низкой плотности костной ткани для хронологического возраста у подростков, у девочек на первом этапе обследования низкая плотность костной ткани (Z-критерий ≤ -2) была выявлена в 9,1 % случаев, при повторном обследовании в 17,4 % случаев. У мальчиков снижение МПКТ в начале изучения наблюдалось в 13% случаев, при обследовании в динамике в 14% случаев.

Было изучено более 50 факторов риска, которые предположительно могли бы оказывать влияние на состояние костной ткани и показатели МПКТ и СКМ. В таблицах 1 и 2 представлены коэффициенты корреляции МПКТ и СКМ со значимыми факторами риска низкой минеральной плотности костной ткани у подростков.

Таблица 1. Корреляция СКМ и МПКТ с антропометрическими и другими показателями у девочек

Параметры	Коэффициент корреляции Спирмена r, (p)	
	МПКТ, г/см ²	СКМ, г
Рост, см	0,33 ($p<0,0001$)	0,53 ($p<0,0001$)
Масса тела, кг	0,33 ($p<0,0001$)	0,49 ($p<0,0001$)
Размах рук, см	0,29 ($p<0,001$)	0,47 ($p<0,0001$)
Мышечная сила правой кисти, кг	0,34 ($p<0,0001$)	0,43 ($p<0,0001$)
Мышечная сила левой кисти, кг	0,31 ($p<0,001$)	0,39 ($p<0,0001$)
Возраст менархе, годы	-0,17 ($p=0,05$)	-0,27 ($p=0,002$)

Как видно из таблиц, выявлена прямая связь с антропометрическими показателями, у мальчиков слабая связь с уровнем физической активности и приемом кальция с пищей, у девочек отрицательная связь с возрастом наступления менархе. Влияние отдельных факторов риска на снижение минеральной плотности костной ткани для хро-

Таблица 2. Корреляция СКМ и МПКТ с антропометрическими и другими показателями у мальчиков

Параметры	Коэффициент корреляции Спирмена r, (p)	
	МПКТ, г/см ²	СКМ, г
Рост, см	0,43 (p<0,0001)	0,53 (p<0,0001)
Масса тела, кг	0,53 (p<0,0001)	0,67 (p<0,0001)
Размах рук, см	0,35 (p<0,001)	0,51 (p<0,0001)
Мышечная сила правой кисти, кг	0,52 (p<0,0001)	0,58 (p<0,0001)
Мышечная сила левой кисти, кг	0,52 (p<0,0001)	0,58 (p<0,0001)
Интенсивные физические нагрузки, раз в неделю	0,23 (p=0,03)	0,15 (p=0,16)
Прием сыра, раз в неделю	0,22 (p=0,04)	0,18 (p=0,02)

нологического возраста (Z-критерий ≤ -2) на втором этапе обследования определялось в логистическом регрессионном анализе и выражалось величиной OR (odds ratio) – отношение шансов, показывающее, как возрастает риск изучаемого события у лиц, имеющих данный фактор, по сравнению с лицами, у которых он отсутствует.

Наибольший риск формирования низкой МПКТ (Z-критерий ≤ -2) у девочек имели низкий рост OR=6,92 (2,60<OR<18,40; p<0,0001) и вес OR=5,23 (2,00<OR<13,63; p=0,0003), а также возраст наступления менархе OR=3,25 (1,21<OR<8,70; p=0,0143), болезненность при перкуссии остистых отростков позвонков OR=3,90 (1,30<OR<11,66; p=0,01).

У мальчиков, наряду с весом (OR=5,74), и низким ИМТ (OR=6,95) достоверно значимыми факторами явились низкий уровень физической активности – интенсивная физическая нагрузки менее 2 часов в неделю (OR=8,59) и мышечная сила кистей рук менее 50 кг (OR=23,33).

Таким образом, полученные нами данные по формированию пиковой массы костной ткани показали, что имеются различия по приросту МПКТ у девочек и мальчиков. У девочек максимальные значения МПКТ приходились на возраст 14 лет, к 15-16 годам происходило замедление роста и накопления массы тела. Повышение СКМ продолжалось достаточно интенсивно и после 15 лет, но медленнее, чем у мальчиков.

В возрасте 14 лет у мальчиков в поясничном отделе позвоночника значения СКМ и МПКТ были ниже, чем у девочек, но уже к 15 годам эти показатели опережали

аналогичные у девочек, что было связано с интенсивным ростом, накоплением массы тела, увеличение МПКТ и СКМ были отмечены на протяжении всего периода обследования.

У детей с изначально низкими значениями МПКТ и СКМ в поясничном отделе позвоночника в динамике на протяжении трех лет наблюдалось незначительное увеличение этих показателей в сравнении с детьми всей исследуемой выборки. В данной группе подростков в динамике отмечено снижение среднего значения Z-критерия. Учитывая замедленные процессы формирования костной ткани у подростков с изначально низкими значениями МПКТ, важно вовремя выявлять таких детей, и как можно раньше назначать им динамическое наблюдение и профилактику.

Полученные данные по факторам риска могут быть использованы для формирования групп риска при профилактических осмотрах в школах и показаний для проведения денситометрии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Короткова Т.А., Михайлов Е.Е., Демин Н.В., Беневоленская Л.И. Анализ показателей минерализации костной ткани у подростков // Научно-практическая ревматология. – 2006. - №5. – С. 76-83.
2. Щеплягина Л.А., Моисеева Т.Ю. Клиническая оценка результатов остеоденситометрии и формирование возрастных нормативов у детей // Остеопороз и остеопатия. – 2004. - №3. – С.9-15.
3. Abrams SA. Normal acquisition and loss of bone mass //Horm Res. – 2003. - Vol.6. Suppl. 3. – P.71-76.
4. Bachrach LK. Acquisition of optimal bone mass in childhood and adolescence //Trends Endocrinol Metab. – 2001. - Vol.12(1). – P.22-28.
5. Baroncelli GI, Bertelloni S, Sodini F, Saggese G. Osteoporosis in children and adolescents: etiology and management//J Clin Invest. – 1999. - Vol.104. №6. –P.795-804.
6. Baylink DJ. The diagnosis and management of osteoporosis // Z Rheumatol. – 2000. - Vol.59. Suppl. 1. – P.42-44.
7. Dennison E, Mohamed MA, Cooper C. Epidemiology of osteoporosis //Rheum Dis Clin North Am. – 2006. - Vol.32. - №4. – P.617-629.
8. Javaid MK, Cooper C. Prenatal and childhood influences on osteoporosis // Best Pract Res Clin Endocrinol Metab. – 2002. - Vol. 16. №2. – P.349-367.
9. Henry YM, Fatayerji D, Eastell R. Attainment of peak bone mass at the lumbar spine, femoral neck and radius in men and women: relative contributions of bone size and volumetric bone mineral density //Osteoporos Int. –2004. - Vol.15. -№4. – P.263-273.
10. Rubin LA, Hawker GA, Peltekova VD, et al. Determinants of peak bone mass: clinical and genetic analyses in a young female Canadian cohort // J Bone Miner Res. – 1999. - Vol. 14. №4. – P.633-643.
11. 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. - vol.7 №1. – P.17-26.

THE DYNAMIC BONE DENSITY ANALYSIS IN ADOLESCENT

T.M. Maksikova, A.M. Menshikov, L.V. Menshikova
(Irkutsk State Institute For Advanced Medical Studies, Russia)

To assess bone mineral content (BMD) and bone mineral density (BMC) in Irkutsk adolescent in dynamic, to study the frequency and the risk factors of low level (Z-score ≤ -2) BMD. 217 adolescents (132 female and 85 male) aged 14-17 years were included. Bone mineral density was evaluated by dual X-ray absorptiometry (bone densitometer LUNAR, USA with referent pediatric base for L2-L4 in one skeletal region lumbar spine (L2-L4). BMD and BMC were defined twice in dynamics. At 29 adolescents with low values of BMD (Z-score ≤ -2) the densitometry parameters were measured in the third time. Anthropometrical parameters, questionnaire study considering risk factors were performed.