

Ю.В. Рябухин<sup>1</sup>, Н.Ю. Крутикова<sup>2</sup>, О.В. Пересецкая<sup>2</sup><sup>1</sup> Смоленская областная детская клиническая больница<sup>2</sup> Смоленская государственная медицинская академия

## Клиническое значение оценки прочности костной ткани у 6-летних детей, родившихся недоношенными

Снижение прочности кости у детей – серьезная клиническая проблема. Доказано, что течение антенатального и раннего постнатального периодов существенно влияет на формирование скелета и накопление минералов в кости у детей. Дана характеристика прочности костной ткани у детей 6-летнего возраста. Показано, что дети 6 лет, родившиеся недоношенными, имеют достоверно более низкие показатели SOS лучевой и большеберцовой костей. Именно они формируют группу риска по развитию нарушения минерализации скелета, переломам трубчатых костей и ортопедической патологии.

**Ключевые слова:** прочность кости, дети, ультразвуковая остеоденситометрия.

**Контактная информация:** Крутикова Надежда Юрьевна. E-mail: krutnad@mail.ru

© Коллектив авторов, 2011

**У** детей дошкольного и школьного возраста интенсивно проводится мониторинг костной минеральной плотности при разных темпах прибавки линейных размеров тела. Раньше акцент делали на снижении массы кости в единице объема. Кроме того, считалось, что недостаточная минеральная плотность костной ткани (МПКТ) на 60% повышает риск переломов. Сегодня наибольшее внимание уделяют качеству кости, повышению ее прочности. В понятие «качество кости» входит состояние микроархитектоники костной ткани, органического матрикса и костного обмена. Снижение прочности кости у ребенка в дальнейшем ведет к высокому риску искривлений и переломов кости [1–4].

За последние годы отмечен рост переломов трубчатых костей у практически здоровых детей даже при казалось бы адекватной нагрузке на нее [1, 2]. Недостаточное обеспечение растущего организма ребенка кальцием на фоне высокой его потребности сопровождается снижением толщины кортикального слоя, что ведет к снижению качества кости [3–7]. Среди факторов, влияющих на прочность кости, ведущее место занимает полноценное питание, прежде всего достаточное обеспечение растущего организма кальцием, витаминами и минеральными компонентами.

До последнего времени о прочности кости судили по темпам роста ребенка, по наличию или отсут-

Yu.V. RYABUKHIN, N.Yu. KRUTIKOVA, O.V. PERESETSKAYA

### Clinical implications of bone strength assessment in six-year-old children born preterm

Decreased bone strength in children is a common and serious clinical problem. It has been shown that the progress of the antenatal and early postnatal periods has a drastic effect on skeletal formation and bone mineral accrual in children. A characteristic of bone tissue strength in six-year-olds is adduced. It is demonstrated that six-year-old children born preterm have significantly lower values of SOS (ultrasonic speed of sound) for radius and tibia. Children with reduced radius and tibial SOS are in at-risk group for development of skeletal mineralization disorders, cortical bone fractures and orthopedic pathology.

**Key words:** bone strength, children, ultrasonic osteodensitometry.

ствию переломов с использованием рентгенологического метода исследования. Однако применение рентгенологических методик невозможно в качестве широкого скрининга, а анамнестический метод (по указанию на наличие переломов, перенесенных ранее) не всегда может быть точным. Таким образом, на сегодня оптимальный метод оценки прочности кости – количественная ультрасонометрия (QUS) как неинвазивный, надежный, доступный в исполнении и достоверный метод оценки качества костной ткани.

По данным эпидемиологических исследований, у 10–30% практически здоровых российских детей выявлено снижение костной прочности [3, 10]. Приоритетна в решении этой проблемы ранняя диагностика костной патологии с целью формирования групп риска по развитию нарушений фосфорно-кальциевого минерального обмена и возможного развития ортопедической патологии у детей.

В России активно внедряется количественное ультразвуковое исследование костей скелета, основанное на прохождении ультразвуковой волны вдоль кортикального слоя трубчатых костей. QUS позволяет оценивать состояние кости по скорости прохождения ультразвука (*Speed of Sound – SOS*). Показатель SOS характеризует прочность кости, которая зависит от содержания кальция, эластичности, архитектуры кости, толщины кортикального слоя [1, 3, 5, 11]. При этом доказано, что скорость ультразвуковой волны определяется не только содержанием минерала в трабекулах, но и их числом, толщиной и трехмерным расположением. Однако работ с использованием оценки костной прочности у детей в доступной литературе крайне мало, а работ, посвященных группе детей с недоношенностью в анамнезе, практически нет.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Мы обследовали 75 детей 5–6 лет, не имевших хронической патологии, которая могла бы нарушить обмен кальция, фосфора и отрицательно влиять на минерализацию скелета. Все дети посещали дошкольные общеобразовательные учреждения (ДОУ), имели одинаковый статус семьи (преимущественно средний социально-экономический уровень), примерно одинаковый набор продуктов для питания, получаемых в ДОУ, рассчитанный медицинским персоналом по содержанию белков, жиров, углеводов и калорийности. Они не принимали препараты кальция на момент осмотра.

Дети были разделены на две группы: 1-я (основная) – 25 детей, родившихся с 1-й степенью недоношенности; 2-я (контрольная) – 50 детей, рожденных

в срок. Обследование пациентов выполняли по единому протоколу, включавшему проведение антропометрии и ультразвуковой остеоденситометрии на недоминантной лучевой кости и соответствующей большеберцовой кости. На проведение исследования было получено согласие родителей и администрации ДОУ.

Была проанализирована медицинская документация (форма № 026/у, форма № 112/у) с целью выявления у детей ортопедической патологии. Проведено анкетирование родителей для уточнения анамнеза и выяснения условий жизни ребенка. Уточняли наличие ante- и постнатальных факторов риска недостаточной обеспеченности кальцием. Физическое развитие оценивали по абсолютным значениям длины и массы тела по сравнению с существующими нормативами.

Показатели костной плотности изучали с помощью ультразвукового денситометра «Omnisense 7000S» (*Sunlight Medical Ltd, Израиль*), оснащенного компьютерной «детской» программой, по скорости прохождения ультразвуковой волны SOS (м/с) в двух участках скелета – дистальном отделе лучевой кости и середине диафиза большеберцовой кости. Определяли Z-критерий (*Z-score*), который характеризует прочность кости обследуемого ребенка по отношению к средневозрастной норме детей того же пола и возраста и выражается в единицах стандартного отклонения (SD). Исследование костной прочности проводили согласно инструкции, прилагаемой к денситометру. Продолжительность исследования одного участка скелета – около 1 мин. Полученные данные сравнивали с референтной базой прибора и с разработанными возрастными нормативами и перцентильными таблицами [5, 10] для данного прибора. Ранняя диагностика качества кости у растущего ребенка имеет значение для формирования групп риска нарушения минерализации скелета (*Z-score < -1 SD*). О клинически значимом снижении костной прочности судили при *Z-score < -2 SD*.

Статистическую обработку проводили с использованием программы *Microsoft Excel 2007, Statgraphics plus*, версия 2.2.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В процессе исследования установлено, что в 1-й группе дети имели несколько факторов риска: гестоз – 45,7%, анемия – 56,0%, угроза прерывания беременности – 67,7%, плацентарная недостаточность – 85,6%, хроническая внутриутробная гипоксия плода – 100%, обострение хронической патологии матери во время беременности – 33,7%. Дети 2-й группы также имели факторы риска нарушения ми-

нерализации скелета, но в значительно меньшем проценте случаев и сочетание нескольких факторов встречалось значительно реже (гестоз – 10,7%, анемия – 26,0%, угроза прерывания – 17,7%, хроническая внутриутробная гипоксия плода – 36,1%, обострение хронической патологии во время беременности – 22,7%). Алиментарно-зависимые болезни (анемия, рахит, дистрофия) у детей 1-й группы в первые месяцы жизни диагностировали в 88,0% случаев, повторные респираторные инфекции – в 53,0%. У детей 2-й группы данная патология встречалась достоверно реже ( $p < 0,05$ ): рахит – в 35,0%, анемия – в 21,0%, повторные респираторные инфекции – в 13,0% случаев.

При анализе питания установлено, что дети обеих групп (88,0%) ежедневно употребляли молоко или молочные продукты. Часть матерей (12,5%) отмечала, что у детей была пищевая аллергия к белкам коровьего молока, ввиду чего дети не употребляли или не употребляют до настоящего времени молочные продукты. В пищевом рационе у 83,0% детей отмечено преобладание мучных и мясных продуктов. При анкетировании родителей также установлено, что большинство детей (48,8%) не любят употреблять в пищу молоко и молочные продукты, которые являются главными источниками кальция, а продукты, содержащие витамин D (рыба, икра, желток), дети употребляют не чаще одного раза в неделю в недостаточном количестве.

Средние показатели роста и массы тела детей в 1-й и 2-й группах не отличались. Заслуживает внимания тот факт, что среди детей 5 лет с неотягощенным анамнезом показатели 97 перцентиля роста и выше имели 20,0%, а в группе с недоношенностью таких детей не было совсем. В то же время в возрасте 6 лет в обеих группах показатели роста выше 97 перценти-

ля встречались с одинаковой частотой – по 8,5%. Отмечена также тенденция к более низкому весу в 1-й группе детей. При анализе показателей индекса массы тела выявлено, что он достоверно ниже у детей 5 лет с недоношенностью в анамнезе, чем у сверстников без недоношенности (соответственно 15 (60,0%) и 17 (34,0%),  $p < 0,05$ ).

Анализируя полученные результаты ультразвуковой остеоденситометрии, не удалось установить достоверных различий по полу, что позволило объединить мальчиков и девочек в общую группу.

Важным является тот факт, что при сравнении наших результатов SOS с российскими показателями, полученными у детей московского региона (Самохина Е.О., 2007), как в группе 5-, так и 6-летних детей достоверных отличий выявлено не было. Это свидетельствует о том, что денситометрические показатели являются весьма стабильными в популяции здоровых детей без факторов риска в анамнезе. Различий показателей скорости звука у здоровых доношенных детей в 5 и 6 лет получено не было. Показатели остеоденситометрии обследованных нами детей представлены в *таблице 1*.

Достоверных различий скорости звука у детей с недоношенностью в анамнезе и без нее как среди 5-, так и среди 6-летних получено не было, имела только тенденция. Однако при объединении детей с недоношенностью в анамнезе в единую группу, включавшую и 5-, и 6-летних, было выявлено достоверное отличие показателей SOS лучевой кости от показателей в группе доношенных детей, что может свидетельствовать о нарушении костной прочности именно в популяции детей с отягощенным анамнезом (*табл. 2*).

При проведении ультразвуковой остеоденситометрии дистального отдела лучевой кости установле-

**Таблица 1**  
**Показатели скорости звука по данным остеоденситометрии у детей 5-6 лет (SOS, м/с)**

SOS, м/с (Me±SD)	Доношенные дети		Дети с недоношенностью в анамнезе	
	5 лет, n=26	6 лет, n=24	5 лет, n=12	6 лет, n=13
Лучевая кость	3704,5±89,76	3655±95,3	3613±74,75	3660±79,68
Большеберцовая кость	3665±143,85	3601,5±98,79	3663±104,67	3646±107,39

\* Достоверно различаются,  $p < 0,05$ .

**Таблица 2**  
**Показатели SOS (м/с) при остеоденситометрии у детей 5-6 лет**

Группа детей	Лучевая кость			Большеберцовая кость		
	Me	Min	Max	Me	Min	Max
Недоношенные, n=25	3626,5*	3461	3790	3651	3488	3784
Доношенные, n=50	3691	3440	3859	3675,5	3543	3935

\* Достоверно различаются,  $p < 0,05$ .

но, что в 1-й группе ( $n=25$ ) снижение прочности кости ниже 10% перцентиля ( $Z$  score  $\leq -1$ ) имело место у 7 (28,0%) детей, у 3 (12,0%) из них – ниже 3% перцентиля ( $Z$  score  $\leq -2$ ). Показатели SOS в лучевой кости находились в пределах от 3461 до 3790 м/с (медиана 3626,5 м/с), показатели большеберцовой кости имели медиану 3651 м/с (диапазон значений – от 3488 до 3784 м/с). Во 2-й группе ( $n=50$ ) показатель SOS в лучевой кости варьировал от 3440 до 3859 м/с (медиана – 3691 м/с). При исследовании большеберцовой кости медиана SOS составила 3675,5 м/с (диапазон значений – от 3543 до 3935 м/с). Снижение показателей костной прочности ниже 10% перцентиля имели 3 (6,0%) детей, всего у 1 (2,0%) ребенка показатели SOS были ниже 3% перцентиля.

Вместе с тем при изучении медицинской документации (форма № 026/у, форма № 112/у) данных детей достоверно чаще ( $p \leq 0,05$ ) в обеих группах среди детей со сниженными показателями прочности кости встречаются нарушения формирования костной системы: искривления позвоночника во фронтальной плоскости (27,4%), уплощение свода стопы и продольное плоскостопие (соответственно 35,1 и 29,4%), и в два раза больше детей страдают компенсированным и субкомпенсированным кариесом (соответственно 46,4 и 28,7%). Участковые педиатры значительно чаще отмечали у этих детей перенесенный в раннем возрасте рахит (38,3%), более частыми были у них острые респираторные заболевания (68,7%). Однако ни у одного из обследуемых детей не проводили адекватной профилактики снижения прочности костной ткани, включая прием витамина D в осенне-зимний период и достаточную профилактическую дозу солей кальция.

## ВЫВОДЫ

Установлено, что около 40% детей дошкольного возраста уже имеют нарушения костной системы (различные формы плоскостопия, деформации и искривления позвоночника), сопровождающиеся низкой прочностью кости. Кроме того, дети 6 лет с недоношенностью в анамнезе имеют достоверно более низкие показатели скорости звука в лучевой и большеберцовой костях. Именно они формируют группу риска по развитию нарушений минерализации скелета, переломам трубчатых костей и ортопедической патологии. Использование ультразвуковой остеоденситометрии – неинвазивного метода исследования – для определения состояния прочности костной ткани у детей позволит определить нарушение костеобразования, прогнозировать ортопедическую патологию и своевременно проводить лечебно-профилактические мероприятия.

## Литература

1. Щеплягина Л.А., Мусеева Т.А. Костная минеральная плотность у детей в зависимости от физического развития // Росс. педиатр. ж-л, 2005, № 5, с. 17–21.
2. Шилин Д.Е. Эпидемиология переломов в детском возрасте: обоснование фармакологической коррекции дефицита кальция и витамина D // Педиатрия. Журнал Г.Н. Сперанского, 2007, №2, с. 36–40.
3. Щеплягина Л.А., Круглова И.В. Костная денситометрия в педиатрической практике // Российский педиатрический журнал, 2002, № 2, с. 57.
4. Njeh C.F., Genant H.K. Bone loss: Quantitative imaging techniques for assessing bone mass in rheumatoid arthritis Arthritis Res 2000; 2: 446–50.
5. Saggese G., Baroncelli G.I., Bertelloni S. Osteoporosis in children and adolescents: diagnosis, risk factors and prevention. J Pediatr Endocrinol Metab 2001; 14 (7): 833–59.
6. Щеплягина Л.А., Мусеева Т.Ю., Самохина Е.О. Возрастные особенности показателей прочности костной ткани у здоровых детей // Проблемы остеологии, 2006, т. 9, с. 127.
7. Rithsl E., et al. Assesment of skeletal development in preterm and term infants by quantitative ultrasound. Pediatr Res 2005; 58 (2): 341–6.
8. Van der Sluis I. M., de Muinck Keizer-Schrama S. M. Osteoporosis in childhood: bone density of children in health and disease. J Pediatr Endocrinol Metab 2001; 14 (7): 817–32.
9. Optimizing bone health and calcium intakes of infants, children and adolescents. Greeg F.R., Krebs N.F., and the Committee on Nutrition. Pediatrics 2006; 117 (2): 578–85.
10. Goulding A., Rockell J.E., Black R.E., Grant A.M., Jones I.E., Williams S.M. Children who avoid drinking cow's milk are at increased risk for prepubertal bone fractures. J Am Diet Assoc 2004; 104: 250–3.
11. Pettifor J. Nutritional rickets: deficiency of vitamin D, calcium, or both? Am J Clin Nutr 2004; 80 (6): 1725–9.
12. Fuchs R.K., Snow C.M. Gains in hip bone mass from high impact training are maintained: a randomized controlled trial in children. J Pediatr 2002; 141: 357–62.
13. Щеплягина Л.А., Мусеева Т.Ю. Проблемы остеопороза в педиатрии: научные и практические задачи // Российский педиатрический журнал, 2004, №1, с. 4–10.
14. Самохина Е.О. Клиническое значение количественного ультразвукового исследования костной прочности у детей // Автореф. дисс. ...к.м.н. – М., 2007.
15. Година Е.З. Перцентильный метод. Методы исследования физического развития детей и подростков в популяционном мониторинге (Рук-во для врачей). – М., 1999.