

<https://doi.org/10.52889/1684-9280-2022-1-61-27-31>

УДК 616-053.2; 616.7; 617.3; 616-089.23

МРНТИ 76.29.47; 76.29.40; 76.29.41

Обзорная статья

Перелом – как фактор риска повторных переломов. Значение костной денситометрии в обследовании детей с переломами костей

Умаров Ф.Х.¹, Матанов З.М.²

¹ Заместитель директора по организационно-методической работе Республиканского специализированного научно-практического медицинского центра травматологии и ортопедии Министерства Здравоохранения Республики Узбекистан, Ташкент, Узбекистан. E-mail: doca_005@mail.ru

² Базовый докторант Республиканского специализированного научно-практического медицинского центра травматологии и ортопедии Министерства Здравоохранения Республики Узбекистан, Ташкент, Узбекистан.

E-mail: matanov.zamirbek@mail.ru

Резюме

Проведен анализ литературных источников работ авторов, посвященных изучению вопросов остеопении и остеопороза у детей с переломами длинных костей, показатели минеральной плотности костной ткани в разных возрастных группах по данным денситометрического исследования.

Остеопороз у детей и подростков довольно новое направление с определенными уникальными диагностическими и клиническими проблемами, в решении которых значительная роль принадлежит ортопедам и травматологам, так как у детей обычно диагноз остеопороз требует присутствия низкоэнергетического перелома и снижения минеральной плотности костной ткани.

Ключевые слова: дети, минеральная плотность костной ткани, низкоэнергетические переломы длинных костей, денситометрия, остеопороз.

Corresponding author: Fayzulla Umarov, Deputy Director for Organizational and Methodological Work of the Republican Specialized Scientific and Practical Medical Center of Traumatology and Orthopedics of the Ministry of Health of the Republic of Uzbekistan, Tashkent city, The Republic of Uzbekistan.

Postal code: 100047

Address: Tashkent, Makhtumkuli Str, 78

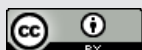
Phone: (+998) 90 9025776

E-mail: doca_005@mail.ru

J Trauma Ortho Kaz 2022; 1 (61): 27-31

Received: 14-12-2021

Accepted: 19-01-2022



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

Введение

Как и у взрослых, так и у детей низкоэнергетический перелом дает основание заподозрить нарушения обменных процессов в костной ткани, что выступает как фактор риска развития остеопороза [7]. Однако не всегда принимают во внимание ортопедические аспекты, связанные с хирургическим лечением перелома и влиянием фактора риска перелома на последующее состояние костной ткани [3,11]. Роль перелома в развитии последующих нарушений костной ткани зачастую недооценивают [3,12]. После низкоэнергетического перелома в 2-4 раза возрастает риск последующего перелома [12].

Основная часть

Рентгенографически остеопению часто выявляют в локальных областях после удаления имплантатов, особенно после хирургии бедренной кости. В этом случае снижение минеральной плотности костной ткани (МПК) может иметь определенные последствия в отношении риска переломов после удаления имплантата с последующим хирургическим вмешательством. Имеется исследование, в котором авторы наблюдали одного ребенка после удаления имплантата и сравнили пораженную бедренную кость с контралатеральной с помощью DEXA [13]. Была обнаружена разница в МПК, которая составила -1 по Z-критерию.

Также имеются данные, что подростки (исследовано 15 субъектов) потеряли до 34% МПК за 4-6 недель после операции на нижних конечностях [16]. В области губчатой кости оперированной конечности потеря МПК была в среднем 16,5%, в метадиафизарной области до 28% (в среднем 11,5%) и до 16% (в среднем 4,8%) в кортексе. Z-критерий снизился на $-1,0$ в губчатой кости, $-0,75$ в метадиафизарной области и $-0,45$ в кортексе.

В целом, снижение на -1 Z-критерия у взрослых может означать двукратное увеличение риска переломов [13]. Это может быть незначительным для здорового ребенка с хорошей МПК, но для хронически больного ребенка удвоение риска перелома может привести к последующему перелому [16].

В другом исследовании, включающем 17 детей и подростков, было показано, что в среднем через

Двухэнергетическая рентгеновская абсорбциометрия (DPA или DXA – dual energy x-ray absorbcionetry)

Несмотря на то, что существует несколько методов оценки здоровья костей, DXA является наиболее часто используемым методом оценки, поскольку этот метод не инвазивный, обеспечивает высокую чувствительность и специфичность. При проведении костной денситометрии пациент получает минимальную дозу облучения, обеспечивается быстрота исследования, легко переносится пациентом, и является доступным. В соответствии с рекомендациями Всемирной организации здравоохранения DXA является «золотым стандартом» диагностики МПК как у детей, так и у взрослых.

Костная денситометрия у детей дает возможность оценить костное здоровье, мониторировать развитие скелета и минерализацию костной ткани, определить индивидуальный риск перелома, а также проводить мониторинг костной массы у детей с переломами, а в случае назначения медикаментозной терапии возможно

Зачастую при лечении перелома хирург первым проводит скрининг и выявляет нарушения качества кости, связанные с остеопенией или остеопорозом. В связи с этим, необходим тесный контакт хирурга с педиатром для дальнейшего квалифицированного обследования пациента.

Цель исследования: изучить влияние перелома на костную ткань, показать роль и значение денситометрии в обследовании детей с переломами костей.

13,1 мес. после хирургического лечения перелома или остеотомии бедренной кости выявлено статистически значимые различия в снижении МПК после удаления имплантата [14]. Остеопения была выявлена на участках дистального отдела и шейки бедренной кости, а также в областях восте, удаленных от места перелома или операции. Все исследованные участки, за исключением диафиза, показали значительное снижение МПК (по Z-критерию), при этом у одного участника исследования потеря в дистальном отделе бедренной кости составила 43%. В области метафиза бедренной кости, который выполнен губчатой костью, наиболее метаболически активной, выявлено значительное снижение МПК, разница между исследуемой и контралатеральной конечностью составила 16% (диапазон от 3,8% до 43,1%). В целом, авторы, интерпретируя разброс показателей, считают, что клиническое значение этой потери МПК зависит и от исходных показателей костной ткани ребенка.

Таким образом, низкоэнергетические переломы у детей должны настораживать клиницистов, необходимо адекватное обследование ребенка, а также оправдано проведение костной денситометрии детям и подросткам с целью раннего выявления нарушений МПК.

Введение в медицинскую практику денситометров для оценки костной ткани дало возможность раннего выявления остеопении и остеопороза.

наблюдение в динамике за эффективностью терапии. Потенциальными кандидатами для проведения DXA являются дети с заболеваниями, которые способны негативно влиять на минерализацию скелета и линейный рост ребенка, нуждающиеся в мониторинге возрастного развития скелета, эффективности методов профилактики и коррекции нарушений костного ремоделирования и минерального обмена [1]. Хотя целесообразность проведения денситометрии у детей доказана, клиническая оценка ее результатов у растущего ребенка остается сложной. Разнообразные болезни и назначение некоторых фармакологических средств (антиконвульсанты, мочегонные средства, др.) могут приводить к потере массы кости у детей и низкому пику костной массы к окончанию периода полового созревания.

Особенностью костной денситометрии является возможность исследования осевого и периферических участков скелета, а также всего скелета (total body).

В базовое обеспечение современных денситометров входят специальные педиатрические программы, в которых заложены критерии оценки МПК у детей (начиная с 5 лет) [4]. Если у взрослых используют T- и Z-критерии, то у детей и подростков только Z-критерий, который характеризует минеральную плотность костной ткани обследуемого ребенка по отношению к средней возрастной норме детей того же пола и выражается в единицах стандартного отклонения (SD).

Оценка состояния костной ткани базируется на определении минеральной насыщенности кости (BMC

– Bone Mineral Content, г) на определенной площади сканированной поверхности (Area, см²) с последующим расчетом МПК (Bone Mineral Density; BMD=BMC/Area, г/см²). На основе стандартных автоматических программ приборов производится расчет МПК в областях поясничного отдела позвоночника (L1–L4), проксимального отдела бедренной кости с оценкой шейки, дистального отдела костей предплечья и всего тела (с дополнительной оценкой жировой и мышечной массы).

Оценка МПК в дистальном отделе предплечья у детей

Измерения DXA в дистальном отделе предплечья (33% радиуса или 1/3 дистального радиуса) рекомендуется использовать в клинических условиях у детей, которые обследуются амбулаторно, и у которых нет возможности проводить сканирование на других участках скелета. Однако предплечье дает несколько преимуществ в качестве места для оценки состояния МПК костей, так как лучевая и локтевая кости являются областью с наиболее частыми переломами костей в детстве [9]. Кортикальная и губчатая кость составные лучевой кости, поэтому

измерения предплечья можно использовать для оценки изменений одновременно в обеих костях. Исследование предплечья может быть полезно для детей и подростков, которым нельзя провести сканирование в стандартных местах. Однако недавнее проспективное исследование показало, что МПК предплечья у мальчиков в меньшей степени отражает риск перелома, чем МПК поясничного отдела позвоночника и проксимального отдела бедренной кости [6].

DXA-сканирование

DXA-сканирование всего тела определяет массу кортикальной кости у детей. Однако Z-показатель является средним для всего скелета, поэтому клинически значимый дефицит опорных костей может быть замаскирован нормальной костной массой верхних конечностей [17].

проксимального отдела бедренной кости у детей могут влиять проблемы получения сканирования (позиционирование и движение) и проблемы анализа (наличие открытых пластин роста, возможность визуализации малого вертела и расположение области интереса).

Проксимальный отдел бедра ранее не считался оптимальным местом для оценки DXA из-за опасений, связанных с вариабельностью созревания бедренной кости. Педиатрические нормативные данные – содержание минералов в кости, МПК и МПК в шейке бедренной кости, специфичные для пола и расы, заложены в современных приборах. Возможность оценки костной массы нижних конечностей может быть важна для детей с ограниченными возможностями передвижения или физической активности. На точность сканирования

Оценка МПК в проксимальном отделе бедренной кости позволяет оценить скелетные отделы нижней конечности: компактную кость (бедро в целом), так и трабекулярную (шейка бедра). Метод оценки важен как для детей с хрупкостью скелета, а также после перелома конечностей для оценки потери костной массы.

Оценка вертебральных переломов

В боковой проекции позвоночника возможно на DXA оценить с помощью программы (Vertebral Fracture) переломы тел позвонков. Вертебральные переломы чаще всего встречается у детей в грудном отделе позвоночника в средней части [10]. В рекомендациях 2019 г. «Официальная позиция Международного общества клинической денситометрии (International Society for Clinical Densitometry Official Position, ISCD Official Position) [18. Weber DR., Boyce A. et al., 2019], основанных на шести педиатрических исследованиях, показана чувствительность и специфичность оценки вертебральных переломов на основе DXA по сравнению с рентгенографией позвоночника [2,5]. Авторы показали, что облучение при оценке вертебральных переломов с использованием DXA в 3–5 раз ниже, чем при рентгенографии.

клинического мониторинга, риска возникновения переломов и эффективности терапевтической коррекции. При оценке эффективности проводимой терапии предпочтение отдается DXA.

К ограничениям оценки вертебральных переломов является присутствие имплантатов в позвоночнике и сколиоз средней и тяжелой степени, а также дети с нейромышечными нарушениями.

В целом, структура переломов у здоровых детей отличается от таковой у взрослых, и некоторые группы детей подвержены чрезвычайно высокому риску переломов тел позвонков или нижних конечностей. Способность оценки DXA для прогнозирования переломов на участках скелета является важным моментом в клинической оценке здоровья костей у детей [18].

Выбор участка исследования зависит от клинической ситуации и необходимости дальнейшего

Ультразвуковая денситометрия – это скрининговый метод, дающий возможность оценить не только МПК, но и охарактеризовать эластичность кости, ее структуру и архитектуру. Преимуществом этого метода использования в педиатрической практике является высокая точность, неионизирующее излучение, портативность многих устройств и короткое время обследования [15]. Показатели, заложенные в базу прибора, дают возможность оценить:

-скорость распространения ультразвука через кость (ШПУ, м/с), которая отражает показатели плотности и эластичности кости;

-широкополосное ослабление ультразвука (ШОУ, дБ/МГц), связанное с плотностью кости и такими показателями как – количество, размер и пространственная ориентация костных трабекул, то есть, этот показатель отражает особенности организации и прочности трабекулярной кости;

-на основе показателей ШПУ и ШОУ, применяя специальную формулу, рассчитывают индекс прочности кости (ИМ, %).

В педиатрической практике диагностическое значение имеет только Z-критерий, тогда как для

Выводы

Таким образом, остеопороз у детей и подростков довольно новое направление с определенными уникальными диагностическими и клиническими проблемами, в решении которых значительная роль принадлежит ортопедам и травматологам, так как у детей обычно диагноз остеопороз требует присутствия низкоэнергетического перелома и снижения МПК. Значительную роль в диагностике МПК играют денситометры типа DEXA, которые дают возможность детально обследовать скелет ребенка

взрослых, согласно международным стандартам ВОЗ (1994), используется T-критерий (при сравнении с молодыми людьми соответствующего пола) и Z-критерий (популяция для сравнения подбирается по определенным параметрам: пациенты одного пола, возраста и массы тела).

В рекомендациях Международного общества по клинической денситометрии указано, что показатели МПК и минеральная насыщенность кости по результатам DXA у детей и подростков могут быть оценены как низкие только при Z-критерии ≤ -2 SD в соответствии с возрастом и полом ребенка [8].

и в случае остеопении насторожить клинициста для выявления факторов риска, которые привели к этому состоянию и предложить радикальные подходы для лечения ребенка и повышения МПК.

Конфликта интересов нет. Данная рукопись является фрагментом диссертационной работы Матанова З.М. на тему: «Оптимизация диагностики и лечения переломов длинных костей у детей на фоне остеопороза и остеопении».

Литература

1. Скрипникова И.А., Щеплягина Л.А., Новиков В.Е., Косматова О.В. и др. *Возможности костной рентгеновской денситометрии в клинической практике / Методические рекомендации.* – Москва. – 2015. – С. 35. [[Google Scholar](#)].
2. Skripnikova I.A., Shecheplyagina L.A., Novikov V.E., Kosmatova O.V. i dr. *Vozmozhnosti kostnoi rentgenovskoi densitometrii v klinicheskoi praktike (Possibilities of bone x-ray densitometry in clinical practice) [in Russian]. Metodicheskie rekomendatsii.* – Moskva. 2015; 35. [[Google Scholar](#)].
3. Adiotomre E., Summers L., Allison A. Walters S.J. et al. *Diagnostic accuracy of DXA compared to conventional spine radiographs for the detection of vertebral fractures in children.* *Eur Radiol.* 2017; 27(5): 2188–2199. [[CrossRef](#)].
4. Ahmed L.A., Center J.R., Bjornerem A., Bluic D. et al. *Progressively increasing fracture risk with advancing age after initial incident fragility fracture: the Tromso study.* *J Bone Miner Res.* 2013; 28(10): 2214–2221. [[CrossRef](#)].
5. Crabtree N.J., Arabi A., Bachrach L.K., Fewtrell M. et al. *International Society for Clinical Densitometry. Dual-energy X-ray absorptiometry interpretation and reporting in children and adolescents: the revised 2013 ISCD Pediatric Official Positions.* *J Clin Densitom.* 2014; 17(2): 225–242. [[CrossRef](#)].
6. Crabtree N.J., Chapman S., Hogler W., Hodgson K. et al. *Vertebral fractures assessment in children: evaluation of DXA imaging versus conventional spine radiography.* *Bone.* 2017; 97: 168–174. [[CrossRef](#)].
7. Chevalley T., Bonjour J.P., Audet M.C., Merminod F. et al. *Fracture prospectively recorded from prepuberty to young adulthood: are they markers of peak bone mass and strength in males?* *J Bone Miner Res.* 2017; 32(9): 1963–1969. [[CrossRef](#)].
8. Fischer V., Haffner-Luntzer M., Amling M., Ignatius A. *Calcium and vitamin D in bone fracture healing and post-traumatic bone turnover.* *European cells & materials.* 2018; 35: 365–385. [[CrossRef](#)].
9. Gordon C.M., Leonard M.B., Zemel B.S. 2013 *Pediatric Position Development Conference: Executive Summary and Reflections.* *J Clin Densitom.* 2014; 17(2): 219–224. [[CrossRef](#)].
10. Hedström E.M., Svensson O., Bergström U., Michno P. *Epidemiology of fractures in children and adolescents.* *Acta Orthop.* – 2010. 81(1): 148–153. [[CrossRef](#)].
11. Jaremko J.L., Siminoski K., Firth G.B., Matzinger M. et al. *Common normal variants of pediatric vertebral development that mimic fractures: a pictorial review from a national longitudinal bone health study.* *Pediatr Radiol.* 2015; 45(4): 593–605. [[CrossRef](#)].
12. Kanis J.A., Johnell O., De Laet C., Johansson H. et al. *A meta-analysis of previous fracture and subsequent fracture risk.* *Bone.* 2004; 35(2): 375–382. [[CrossRef](#)].
13. Klotzbuecher C.M., Ross P.D., Landsman P.B., Abbott T.A. et al. *Patients with prior fractures have an increased risk of future fractures: a summary of the literature and statistical synthesis.* *J Bone Miner Res.* 2000; 15(4): 721–739. [[CrossRef](#)].
14. Marshall D., Johnell O. *Meta-analysis of how well measures of bone mineral density predict occurrence of osteoporotic fractures.* *BMJ.* 1996; 312(7041): 1254–1259. [[Google Scholar](#)].
15. Patman L.J., Szalay E.A. *Relative osteopenia after femoral implant removal in children and adolescents.* *Orthopedics.* 2013; 36(4): e468–e472. [[CrossRef](#)].
16. Pisani P., Renna M. D., Conversano F., Casciaro E. et al. *Screening and early diagnosis of osteoporosis through X-ray and ultrasound based techniques.* *World J Radiol.* 2013; 5(11): 398–410. [[CrossRef](#)].
17. Szalay E.A., Harriman D., Eastlund B., Mercer D. *Quantifying postoperative bone loss in children.* *J Pediatr Orthop.* 2008; 28(3): 320–323. [[CrossRef](#)].
18. Tian C., Wong B.L., Hornung L., Khoury J.C. et al. *Bone health measures in glucocorticoid-treated ambulatory boys with Duchenne muscular dystrophy.* *Neuromuscul Disord.* 2016; 26(11): 760–767. [[CrossRef](#)].

18. Weber D.R., Boyce A., Gordon C., Högl W. et al. The Utility of DXA Assessment at the Forearm, Proximal Femur, and Lateral Distal Femur, and Vertebral Fracture Assessment in the Pediatric Population: 2019 ISCD Official Position. *J Clin Densitom.* 2019; 22(4): 567-589. [[CrossRef](#)].

Сынық қайталанатын сынықтар үшін қауіп факторы ретінде. Сынығы бар балаларды тексерудегі сүйек денситометриясының маңызы

Умаров Ф.Х.¹, Матанов З.М.²

¹ Өзбекстан Республикасы Денсаулық сақтау министрлігінің Республикалық мамандандырылған травматология және ортопедия ғылыми-тәжірибелік медициналық орталығы директорының ұйымдастыру-әдістемелік жұмысы жөніндегі орынбасары, Ташкент, Өзбекстан. E-mail: doca_005@mail.ru

² Өзбекстан Республикасы Денсаулық сақтау министрлігі Республикалық мамандандырылған травматология және ортопедия ғылыми-тәжірибелік медициналық орталығының докторанты, Ташкент, Өзбекстан. E-mail: matanov.zamirbek@mail.ru,

Түйіндеме

Денситометриялық зерттеулерге сәйкес ұзын сүйектерінің сынуы бар балалардағы остеопения және остеопороз мәселелерін, әр түрлі жас топтарындағы сүйектің минералды тығыздығының көрсеткіштерін зерттеуге арналған әдебиет көздеріне талдау жасалды.

Балалар мен жасөспірімдердегі остеопороз бірегей диагностикалық және клиникалық мәселелері бар жаңа сала болып табылады. Аталмыш саланың мәселелерін шешуде ортопедтер мен травматологтар маңызды рөл атқарады. Себебі балалардағы остеопорозды диагностикалау кезінде әдетте төмен энергиялық сынығы мен олардағы сүйектің минералды тығыздығының төмендеуі жиі кездеседі.

Түйін сөздер: балалар, сүйектің минералды тығыздығы, ұзын сүйектердің төмен энергетикалық сынуы, денситометрия, остеопороз.

Fracture as a Risk Factor for Recurrent Fractures. The Value of Bone Densitometry in the Examination of Children with Bone Fractures

Umarov Fayzulla¹, Matanov Zamirbek²

¹ Deputy Director for Organizational and Methodological Work of the Republican Specialized Scientific and Practical Medical Center of Traumatology and Orthopedics of the Ministry of Health of the Republic of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan.

E-mail: doca_005@mail.ru.

² Basic doctoral student of the Republican Specialized Scientific and Practical Medical Center of Traumatology and Orthopedics of the Ministry of Health of the Republic of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan. E-mail: matanov.zamirbek@mail.ru.

Abstract

An analysis of the literature sources of the authors' works devoted to the study of the issues of osteopenia and osteoporosis in children with fractures of long bones, BMD indicators in different age groups according to densitometric studies.

Osteoporosis in children and adolescents is a new area with certain unique diagnostic and clinical problems, in the solution of which orthopedists and traumatologists play a significant role, since in children the diagnosis of osteoporosis usually requires the presence of a low-energy fracture and a decrease in BMD.

Key words: children, bone mineral density, low energy long bone fractures, vitamin D deficiency, densitometry, osteoporosis.