

**Н. Р. Кеч**

ДУ «Інститут спадкової патології НАМН України», м. Львів

Характеристика стану кісткової системи у дітей із екологічно чистих та забруднених регіонів за показниками ультразвукової денситометрії

Вступ. За ступенем чутливості до дії негативного впливу ксенобіотиків у дитини, на думку Ю. Г. Антипкіна, перше місце посідає щитоподібна залоза, далі – печінка, легені, нирки й кісткова система [4]. Різноманітні органи та системи відповідають на антропогенний вплив навколишнього середовища. Крім ендокринної системи [5], нирок [2], шлунка та кишок [18], особливо часто реагує кісткова система дитини [15].

За соціально-економічною та медичною значимістю метаболічні захворювання скелета з порушенням кальцієвого обміну, слідом за серцево-судинними, онкологічними хворобами та цукровим діабетом, посідають важливе місце [20]. До них належать остеопенія та остеопороз – найбільш поширене системне захворювання скелета, яке характеризується зниженням кісткової маси й структурними змінами кісткової тканини, вираженими настільки, що навіть незначна травма може завершитися переломом. Втрата кісткової маси і переломи кісток призводять до зниження якості життя пацієнтів і негативно впливають на перебіг інших захворювань [6, 14, 19].

Останнім часом проблеми структурно-функціональних порушень кісткової тканини у дітей набули значної актуальності [9, 17].

Упровадження в медичну практику сучасних методів оцінювання структурно-функціонального стану кісткової тканини та проведення масових обстежень дітей у цьому напрямі дало змогу уточнити вікові особливості формування кісткової тканини і час досягнення оптимального піку кісткової маси у хлопців та дівчат, виявити чинники, що позначаються на процесах кісткоутворення, уточнити критерії діагностики остеопорозу й скласти об'єктивне уявлення про поширеність цих хвороб серед дітей та підлітків в Україні [8, 9].

Особливої ваги набуває обстеження кісткової системи в екологічно несприятливих регіонах. Івано-Франківська область є однією з десяти областей (після Донецької,

Луганської, Запорізької, Харківської), які формують екологічну ситуацію загалом в Україні. Екологічна ситуація в області склалася внаслідок багаторічного накопичення поллютантів, особливо небезпечних твердих відходів промисловості [3]. Найбільш складна екологічна ситуація зафіксована на території Галицького району, де функціонує Бурштинська ТЕС (екологічно несприятливий регіон – ЕНРб), Калузького – з потужним хімічним і гірничовидобувним виробництвом (ЕНРк) та Долинського – з нафтопромислами і нафтопереробним заводом (ЕНРд). Окрім цих районів, екологічно несприятливим вважається і Снятинський район (ЕНРс), який віднесено до зони посиленого радіаційного контролю після аварії на Чорнобильській АЕС.

Городенківський район Івано-Франківської області вважається екологічно чистим регіоном (ЕЧР) [3].

Особливості стану кісткової системи у дітей, які проживають в екологічно несприятливих районах Івано-Франківщини, досі не вивчені.

Мета дослідження. З'ясувати стан кісткової системи у дітей з екологічно чистих і забруднених регіонів за показниками ультразвукової денситометрії.

Матеріал і методи дослідження. У 2009 р. в містах Бурштин (ЕНРб) і Снятин (ЕНРс) Івано-Франківської області методом ультразвукової денситометрії визначали мінеральну щільність кісткової тканини (МЩКТ) у дітей. В ЕНРб оглянуто 48 дітей, в ЕНРс – 53. У 2010 р. в містах Долина (ЕНРд) і Городенка (ЕЧР) Івано-Франківської області та у 2011 р. в м. Калуш (ЕНРк) методом ультразвукової денситометрії обстежено 185 дітей: в ЕНРд – 54, в ЕНРк – 67, в ЕЧР – 64. Оскільки всі регіони обстеження дітей розташовані в Івано-Франківській області, ми вважали за доцільне порівняти результати цих досліджень із показниками дітей із загальнопопуляційної групи контролю (ЗПК), 150 здоровими дітьми з м. Львова, обраними методом випадкової вибірки.

Вік обстежених: 5–18 років. Стать: 51,8 % дівчат і 48,2 % хлопців.

Усім дітям проводили загальноклінічне обстеження: збір скарг і анамнезу (в тому числі генеалогічного), вивчення первинної документації (медичної форми 112/у), клінічний огляд, вимірювання артеріального тиску, ультразвукове дослідження стану внутрішніх органів та щитоподібної залози, ультразвукова денситометрія.

Ультразвукова денситометрія – точний і атрауматичний метод, необхідний для оцінювання мінеральної щільності кісткової тканини, ранньої діагностики остеопенії, остеопорозу та оцінювання ефективності лікувально-профілактичних заходів [1, 10, 11]. Найвідомішим у світі представником ультразвукових денситометрів є прилад Achilles Lunar Corporation. Він дає змогу вимірювати час проходження ультразвукової хвилі крізь п'яткову кістку, визначає швидкість поширення ультразвуку, що залежить від щільності й стану кістки, обчислює широкосмугове послаблення ультразвуку та індекс міцності кісткової тканини [7, 8, 21]. Індексом міцності кісткової тканини (BQI) вище нижнього середнього значення людей молодого віку (20–39 років) є Т-критерій (T-score), індексом міцності вище або нижче значення, якого очікуємо для вікової норми, Z-критерій (Z-score); обидва критерії вимірюються в одиницях девіації (SD) [22, 23]. Згідно з рекомендаціями ВООЗ щодо Т-критерію, оцінюють виразність остеопенії (від –1 до –2,5 SD), остеопорозу (нижче –2,5 SD), діапазон нормальних коливань МЩКТ від 1 до –1 SD, що відповідає: < 67,0 % – остеопороз, від 67,0 до 80,0 % – остеопенія; 100,0 ± 20,0 % – нормальна МЩКТ; > 120,0 % – остеосклероз. Для визначення структурно-функціонального віку кісткової системи застосовують методику Поворознюка [12, 13]. Показники МЩКТ визначають і за Z-критерієм [16].

Ультразвукову денситометрію проводили в режимі реального часу на приладі Achilles Express безпосереднім контактуванням із п'ятковою кісткою обстежуваної дитини за допомогою гелю для УЗД. Зібрану інформацію заносили в спеціально розроблені «Індивідуальні тематичні карти обстеження дитини, що проживає в екологічно забрудненому регіоні». Згідно з вимогами Комітету з біоетики «Про проведення лабораторних досліджень біологічного матеріалу», від батьків кожної дитини отримано письмову згоду на обстеження.

Статистичну обробку клінічних і лабораторних показників здійснювали за загальноприйнятою методикою із застосуванням персонального комп'ютера в пакеті програм Statistica 7 та Microsoft Excel 2007.

Під час опрацювання обчислювали середнє значення M , стандартну похибку середнього арифметичного m та значення коефіцієнта Стьюдента t для кожного набору за такими формулами:

$$M = \frac{\sum x_i}{N}; \quad m = \pm \sqrt{\frac{\sum x_i^2}{N}}; \quad t = \frac{M}{m},$$

де x_i – i -те значення набору; N – кількість значень у наборі.

Достовірність отриманих результатів за значеннями коефіцієнта Стьюдента t й кількістю спостережень n у кожному наборі оцінювали за таблицями «Значення нормального інтеграла ймовірностей у межах $\pm t$ » і «Площа кривої ймовірностей в межах $\pm t$ для малого об'єму сукупності».

Для кожного порівняння знайдено ймовірність p того, що різниця є недостовірною. Ймовірність p для більшості наборів не перевищувала 0,05. Значення ймовірності p знаходили в таблиці «Значення нормального інтеграла ймовірностей в межах $\pm t$ » відповідно до коефіцієнта Стьюдента. Коефіцієнт Стьюдента t для середніх показників різниці визначали за формулами:

$$t = \frac{d}{m d}; \quad d = (M_1 - M_2); \quad m d = \sqrt{m_1 + m_2},$$

де M_1, M_2 – середні значення двох наборів; m_1, m_2 – похибки середнього арифметичного двох наборів.

Результати дослідження та їх обговорення. Після проведення обстежень, а особливо ультразвукової денситометрії, виявлені певні закономірності (табл. 1).

Таблиця 1

Кількість обстежених дітей з різною мінеральною щільністю кісткової тканини з екологічно несприятливих та екологічно чистих регіонів

Групи дітей	Остеопороз		Остеопенія		N МЩКТ		Остеосклероз	
	n	%	n	%	n	%	n	%
ЕНРб, n = 48	10	20,8*,***	13	27,1***	22	45,8*,***	3	6,3
ЕНРс, n = 53	5	9,4*,***	16	30,2***	29	54,7*,***	3	5,7
ЕНРд, n = 54	16	29,6*,***	14	26,0***	18	33,3*,***	6	11,1
ЕНРк, n = 67	10	15,0*,***	16	23,8***	39	58,2*,***	2	3,0
ЕЧР, n = 64	18	28,1*,***	11	17,2***	33	51,6*,***	2	3,1
ЗПК, n = 150	2	1,3	12	8	130	86,7	6	4

Примітки. * – вірогідна різниця показника між двома групами дітей з ЕНР з різним характером забруднення; $p < 0,001$; ** – вірогідна різниця між показниками у дітей із забрудненого району та контрольної групи з ЕЧР; $p_1 < 0,001$; *** – вірогідна різниця між показниками у дітей із забрудненого району та ЗПК; $p_2 < 0,001$.

За результатами наших досліджень, остеопороз (МЩКТ до 67,0 %) найбільш часто спостерігався у дітей із ЕНРд (29,6 %) та ЕНРб (20,8 %), його частота не мала вірогідної різниці у групах ЕНР та ЕЧР, проте в 10–15 разів перевищувала частоту остеопорозу в групі контролю (ЗПК). Остеопенія (МЩКТ 67,0–80,0 %) найчастіше спостерігалась у дітей із ЕНРс (30,3 %), ЕНРб (27,1%) та у дітей із ЕНРд (26,0 %), найнижче її значення (17,2 %) було у дітей з ЕЧР, а у дітей із групи контролю

(ЗПК) частота остеопенії становила лише 8,0%. Частота остеосклерозу (МЩКТ > 120,0%) майже не відрізнялася в усіх групах. Частота остеопенічного синдрому (остеопенія і остеопороз) була найвищою (55,6%) у дітей з ЕНРд, що, очевидно, можна пояснити більш вираженою негативною пролонгованою дією харчових ксенобіотиків (продуктів нафтопереробки).

Середній показник МЩКТ у дітей із екологічно чистого регіону – ЕЧРл був на рівні остеопенія – нижня межа вікової норми, а у дітей із ЕНРб – на 5,0% нижчим. Показники рівня МЩКТ подані в табл. 2.

Таблиця 2

Середні значення мінеральної щільності кісткової тканини за показниками ультразвукової денситометрії у дітей із екологічно чистого та екологічно несприятливого регіону, %

Групи обстежених	МЩКТ, %	T-score (Т-критерій)
ЕЧРл, хворі, n = 47	82,08 **± 2,44	-1,5** ± 0,19
ЕЧРл, контроль, n = 20	99,5 **± 1,56	-0,12** ± 0,04
ЕНРб, хворі, n = 52	77,17 **± 1,46	-1,76** ± 0,11
ЕНРб, контроль, n = 15	103,53 **± 1,79	0,24** ± 0,14

Примітка. ** – вірогідна різниця між показниками у дітей із забрудненого району та контрольної групи з ЕЧР, $p_1 < 0,001$.

Середній рівень МЩКТ у хворих із остеопенічним синдромом із ЕНР нижчий ніж рівень МЩКТ у хворих з ЕЧР, хоча діапазон причин захворювання у дітей із ЕЧР був набагато ширшим. Причому порогові значення МЩКТ у хворих із ЕНР сягали $49,0 \pm 2,0\%$ (виражений остеопороз) та не були вищі за $95,0 \pm 2,0\%$, тоді як у хворих із ЕЧР рівень МЩКТ сягав $51,0-123,0 \pm 2\%$.

Висновки. На рівень МЩКТ у дітей із остеопенічним синдромом суттєво впливають не тільки загальновідомі причини, але й рівень антропогенного (техногенного) забруднення навколишнього середовища. Частота остеопенічного синдрому (остеопенія і остеопороз) була найвищою (55,6%) в екологічно несприятливому регіоні, забрудненому продуктами нафтопереробки. Частота остеопорозу в екологічно несприятливих регіонах у 10–15 разів перевищувала частоту остеопорозу в групі контролю.

Список літератури

1. Банадига Н. В. Діагностика та корекція остеопенії в дітей на тлі бронхіальної астми / Н. В. Банадига, О. І. Рогальський // Проблеми остеології. – 2002. – Т. 5, № 2–3. – С. 111–114.
2. Гришко В. Г. Взаємозв'язок рівня мінералізації та показників кальційрегулюючих гормонів і фізичного розвитку при хронічному гломерулонефриті / В. Г. Гришко // Педіатрія, акушерство та гінекологія. – 2000. – № 2. – С. 31–33.
3. Довкілля Івано-Франківщини : статист. зб. / за ред. Л. О. Зброй. – Івано-Франківськ, 2004. – 133 с.
4. Ионизирующие излучения и иммунная система у детей : монография / Е. М. Лукьянова, Ю. Г. Антипкин, В. П. Чернышов, Е. В. Выхованець. – К. : Эксперт, 2003. – 18 с.
5. Касаткина Э. П. Йоддефицитные заболевания : клиника, генез, профилактика / Э. П. Касаткина // Российский вестник перинатологии и педиатрии. – 2005. – № 1. – С. 9–13.
6. Капустина Т. Ю. Состояние минеральной плотности костной ткани у пациентов с муковисцидозом / Т. Ю. Капустина, Н. И. Капранов // Педиатрия. – 2008. – Т. 87, № 5. – С. 39–41.
7. Остеопороз : эпидемиология, клиника, диагностика, профилактика и лечение / Н. О. Корж, В. В. Поворознюк, Н. В. Дедух, И. А. Зупанец. – Харьков : Золотые страницы, 2002. – 648 с.
8. Поворознюк В. В. Вікові особливості стану губчастої кісткової тканини у жителів України: дані ультразвукової денситометрії / В. В. Поворознюк // Журнал АМН України. – 1997. – № 1. – С. 127–133.
9. Поворознюк В. В. Особливості фізичного розвитку та структурно-функціонального стану кісткової тканини хлопчиків, які проживають у м.Харкові та Харківській області / В. В. Поворознюк, Т. В. Фролова // Український морфологічний альманах. – 2005. – Т. 3, № 2. – С. 66–69.
10. Поворознюк В. В. Остеопороз – «мовчазна» епідемія / В. В. Поворознюк, Н. В. Григор'єва, Т. Ф. Татарчук // Здоров'я України. – 2006. – № 4. – С. 61.
11. Поворознюк В. В. Структурно-функціональний стан кісткової тканини у дітей та підлітків України за даними ультразвукової денситометрії / В. В. Поворознюк, А. Б. Віленський // Вестник физиотерапии и курортологии. – 2003. – № 1. – С. 92–94.
12. Поворознюк В. В. Структурно-функціональний стан кісткової тканини у дітей і підлітків за даними ультразвукової денситометрії / В. В. Поворознюк // Захворювання кістково-м'язової системи в людей різного віку (вибрані лекції, огляди, статті) : у 2 т. – К., 2004. – Т. 1. – С. 146–152.
13. Рахманов А. С. Костная денситометрия в диагностике остеопении / А. С. Рахманов, А. В. Бакулин // Остеопороз и остеопатии. – 1998. – № 1. – С. 28–30.
14. Сміян І. С. Обмін заліза та мінеральна щільність кісткової тканини у дітей із рецидивуючим та хронічним бронхітом / І. С. Сміян, С. О. Погурська // Педіатрія, акушерство та гінекологія. – 2004. – № 2. – С. 24–27.
15. Сміян І. С. Ураження кісткової системи у дітей з цукровим діабетом / І. С. Сміян, І. Є. Сахарова // Педіатрія, акушерство та гінекологія. – 2002. – № 6. – С. 17–20.
16. Структурно-функціональний стан кісткової тканини, антропометричні показники та біологічний вік у хлопчиків північного району Донецької області / В. В. Поворознюк, Ф. В. Климовицький, Н. І. Балацька, Вас. В. Поворознюк // Травма. – 2010. – Т. 11, № 1. – С. 5–12.
17. Щеплягина Л. А. Костная минеральная плотность у детей в зависимости от физического развития // Л. А. Щеплягина, Т. Ю. Моисеева // Российский педиатрический журнал. – 2005. – № 5. – С. 17–22.

18. Ясній О. Р. Залежність денситометричних показників від віку, статі та фізичного розвитку дітей, хворих на хронічний гастродуоденіт / О. Р. Ясній // Педіатрія, акушерство та гінекологія. – 1998. – № 2. – С. 30–33.
19. Afghani A. Racial differences in the association of subcutaneous and visceral fat on bone mineral content in prepubertal children / A. Afghani, M. I. Goran // *Calcif. Tissue Int.* – 2006. – Vol. 79, N 6. – P. 383–388.
20. Clark E. M. Adipose tissue stimulates bone growth in prepubertal children / E. M. Clark, A. R. Ness, J. H. Tobias // *J. Clin. Endocrinol. Metab.* – 2006. – Vol. 91, N 7. – P. 2534–2541.
21. Osteodensitometry in healthy postmenopausal women // *Prescrire Int.* – 2008. – Vol. 17, N 94. – P. 68–72.
22. Relationship between bone quantitative ultrasound and fractures : a meta-analysis / F. Marin, J. Gonzalez-Macias, A. Diez-Perez [et al.] // *J. Bone Miner. Res.* – 2006. – Vol. 21. – P. 1126–1135.
23. Quantitative Ultrasound in the Management of Osteoporosis: The 2007 ISCD Official Positions / M.-A. Krieg, R. Barkmann, S. Gonnelli [et al.] // *J. Clin. Densitometry: Assess. Skelet. Health.* – 2008. – Vol. 11, N 1. – P. 163–187.

Стаття надійшла до редакції журналу 15 вересня 2014 р.

Характеристика стану кісткової системи у дітей із екологічно чистих та забруднених регіонів за показниками ультразвукової денситометрії

Н. Р. Кеч

Упродовж 4 років ми визначали мінеральну щільність кісткової тканини у 527 дітей із екозумовленими захворюваннями кісткової системи. Обстежено 287 дітей, які з народження проживають у екологічно несприятливих регіонах Івано-Франківської області, хімічно і радіаційно забруднених, та 234 дитини із екологічно чистого регіону. Вік обстежених 5–18 років. Стать: 51,8 % дівчат та 48,2 % хлопців. Усім дітям проводили загальноклінічне, лабораторне та інструментальне дослідження, а саме – ультразвукове дослідження стану внутрішніх органів і щитоподібної залози та ультразвукову денситометрію. Методом ультразвукової денситометрії визначено мінеральну щільність кісткової тканини (МЩКТ): менше 67,0 % – остеопороз; 80,0–67,0 % – остеопенія; $100,0 \pm 20,0$ % – нормальна МЩКТ; 120,0 % і більше – остеосклероз.

З'ясовано, що на рівень МЩКТ у дітей із остеопенічним синдромом суттєво впливають не тільки загальновідомі причини, але й рівень антропогенного (техногенного) забруднення навколишнього середовища.

Ключові слова: навколишнє середовище, ксенобіотики, екозумовлені остеопатії, мінеральна щільність кісткової тканини, діти.

Characteristics of Bone System Condition in Children from Clean and Polluted Regions by Indexes of Ultrasound Densitometry

N. Kech

We investigated bone mineral density in 527 children with ecologically determined bone diseases during 4 years. 287 children from ecologically unfriendly region, polluted with radiation and/or chemicals and 234 children from ecologically clean area were examined. The age of children – from 3 to 18 years, sex – 48,2 % boys and 51,8 % – girls. All children were clinically observed, instrumental (ultrasound investigation, ultrasound densitometry) and laboratory diagnostics was done.

Bone mineral density and bone system degree of changes were measured by ultrasound densitometry: bone mineral density < 67,0 % – osteoporosis, bone mineral density from 80,0–67,0 % – osteopenia, $100,0 \pm 20,0$ % – normal bone mineral density, 120,0 % and more – osteosclerosis.

Keywords: environment, xenobiotics, ecologically determined bone diseases, bone mineral density, children.