

МІНЕРАЛЬНА ЩІЛЬНІСТЬ КІСТКОВОЇ ТКАНИНИ, ЖИРОВА ТА ЗНЕЖИРЕНА МАСА В ДІТЕЙ РІЗНОГО ВІКУ ТА СТАТІ

Поворознюк В.В.¹, Климовицький Ф.В.², Балацька Н.І.¹, Дзерович Н.І.¹, Голубєва Т.М.²,
Чучварьова С.С.², Чирах Т.М.²

¹ДУ «Інститут геронтології імені Д.Ф. Чеботарьова НАМН України», Київ
²НДІ травматології та ортопедії Донецького національного медичного університету
ім. М. Горького МООЗ України, Донецьк

Остеопороз – системне захворювання, яке зустрічається приблизно в 3,5 млн. жителів України [2, 3]. Оскільки остеопоротичні переломи кісток призводять не лише до погіршення якості життя, а й до тривалої іммобілізації в людей літнього та старечого віку, профілактика остеопорозу є важливим завданням для практичної охорони здоров'я. Визначені три основні стратегії попередження остеопоротичних переломів: 1) зниження втрати кісткової маси, 2) попередження падінь у людей літнього віку та 3) збільшення величини піку кісткової маси в підлітків. Рівень вживання кальцію та помірна фізична активність привернули увагу спеціалістів як стратегії попередження розвитку остеопорозу, збільшення пікової маси кісткової тканини в підлітків та молоді [2, 8, 15, 20, 22-24, 35]. Повідомлено, що збільшення зазначеного показника на 10% віддаляє початок розвитку остеопорозу на 13 років [21].

Відомо ряд методів для вимірювання мінеральної щільності кісткової тканини (МЩКТ): кількісна ультрасонометрія й двоенергетична рентгенівська абсорбціометрія (ДРА) та інші [6-7, 16, 26, 31]. ДРА дає змогу швидко діагностувати остеопороз у людей різного віку. Вік досягнення піку кісткової маси відрізняється в різних ділянках скелета (поперековий відділ хребта, шийка стегнової кістки, ділянка вертлюга, трикутник Варда, ультрадистальний відділ кісток передпліччя та ділянка променевої кістки (1/3), де домінує компактна кісткова тканина) [24]. Пік кісткової маси в зазначеній ділянці досягається в третьому десятиріччі життя [2, 33].

МЩКТ змінюється залежно від віку, статі, раси, етнічної належності, способу життя [1, 18, 23, 27-28]. Тому відповідні нормативні референтні дані повинні роз-

роблятися та використовуватися з урахуванням зазначених факторів, особливо в дітей та підлітків [11]. Нормальні реферативні дані важливі для оцінки формування піку кісткової маси в дитинстві та юності, який є важливим предиктором ризику остеопорозу в дорослому віці. Вони також необхідні для оцінки здоров'я скелета в зазначених вікових групах [1, 5-6]. У здорових дітей з низькою МЩКТ є високий ризик перелому, подібний до такого ж у хворих літнього та старечого віку з остеопорозом. У дітей із хронічними захворюваннями спостерігаються більш низькі показники МЩКТ у порівнянні з їх здоровими ровесниками [34]. Деякі з дітей із хронічними захворюваннями, які приймали специфічну терапію (кортикостероїди, антиконвульсанти, хіміотерапевтичні засоби), не досягали піку кісткової маси й, таким чином, мали збільшений ризик остеопоротичних переломів у майбутньому [32, 34].

Для виявлення серед дітей та підлітків груп ризику щодо низької МЩКТ та остеопоротичних переломів потрібні нормативні дані, які базуються на дослідженні великих вибірок [34]. Відомі результати ряду одномоментних досліджень, які запропонували нормативні дані показників МЩКТ для дітей та підлітків, проте їх небагато, при цьому вони обмежені малою кількістю обстежених, географічними областями, в яких проводилось дослідження, використанням різних денситометричних приладів та програм [4, 12-14, 17-18, 28-30]. Перша публікація в Україні щодо нормативних даних стосовно показників ультразвукової денситометрії для дітей та підлітків була надрукована в 1998 році [1]. Проте до цього часу не було досліджень щодо МЩКТ, особливостей тілобудови в українських ді-

тей та підлітків з використанням двоенергетичної рентгенівської денситометрії.

Мета дослідження – вивчення показників мінеральної щільності всього скелета (МЩКТ_{ВС}), поперекового відділу хребта – L₁-L₄ (МЩКТ_{ПХ}), проксимального відділу лівої стегнової кістки (МЩКТ_{СК}), знежиреної (ЗМТ) та жирової (ЖМТ) маси у практично здорових дітей та підлітків різного віку та статі.

Об'єкт дослідження. Обстежено 168 дітей віком від 10 до 17 років (середній вік – 13,1±1,6 років; середній зріст – 1,62±0,12 м; середня маса тіла – 52,6±12,41 кг); дівчат – 89 осіб (середній вік – 13,0±1,6 років; середній зріст – 1,59±0,1 м; середня маса тіла – 50,52±10,92 кг); хлопців – 79 осіб (середній вік – 13,1±1,6 років; середній зріст – 1,65±0,14 м; середня маса тіла – 54,9±13,9 кг), які навчаються в одній з загальноосвітніх шкіл Донецька. Протокол дослідження був схвалений комітетом етики ДУ «Інститут геронтології імені Д.Ф. Чеботарьова НАМН України» та НДІ травматології та ортопедії Донецького національного медичного університету ім. Максима Горького МООЗ України. Згода про проведення дослідження отримана від учасників та їх батьків, дирекції учбового закладу. Діти, які приймали за даними анамнезу кортикостероїди, антиконвульсанти, гепарин, хворіли або хворіють метаболічними захворюваннями кісткової тканини, хворобами нирок, печінки, цукровим діабетом, були виключені з дослідження. Учасники дослідження мали зріст та масу тіла в межах від 10 до 90 перцентилей.

Методи дослідження. Усім школярам проводили загальноприйняте клінічне обстеження, антропометричне дослідження (вимірювали зріст та масу тіла). Індекс маси тіла (ІМТ) визначали за формулою: маса (кг)/(зріст, м²). Також діти заповнювали анкету, в якій вказували наявність та локалізацію перелому, час виникнення, причину та характер, тривалість іммобілізації. Вивчення стану фактичного харчування проводили за допомогою анкетного вагового методу за методикою трьохденного обстеження.

Показники тілобудови (знежирена маса, жирова маса та % жирової маси) визначали за допомогою двоенергетичного денситометра Discovery QPR, Bedford, США, серійний номер 83678.

МЩКТ_{ВС}, МЩКТ_{ПХ} та МЩКТ_{СК} також визначали за допомогою двоенергетичного денситометра Discovery QPR, Bedford, США, серійний номер 83678. Під час визначення МЩКТ поперекового відділу хребта пацієнт знаходився в положенні «на спині», фізіологічний лордоз згладжували за рахунок згинання нижніх кінцівок у колінних суглобах. Для визначення МЩКТ_{СК} використовували стандартний пристрій виробника приладу. Всі виміри були зроблені й проаналізовані одним дослідником.

Статистичний аналіз проводили за допомогою статистичних програм Excel та Statistica версія 6.1. Використовували загальну статистику та дисперсійний однофакторний аналіз Anova, вірогідність результатів оцінювали за критерієм Фішера, коефіцієнтом Ст'юдента та методом Шеффе. Дані в таблицях та тексті відображають середнє значення (M) та стандартне відхилення (SD).

Результати дослідження та їх обговорення. Антропометричні характеристики обстежених дітей залежно від віку та статі представлені в таблицях 1 та 2.

Обстежені групи дітей вірогідно відрізнялись за антропометричними характеристиками, а саме за масою тіла та зростом. Вік та стать не впливали на варіабельність показника ІМТ обстежених дітей (табл. 1).

Проведений дисперсійний аналіз виявив вірогідний вплив віку на варіабельність показників МЩКТ (табл. 2). Встановлено вірогідне збільшення показників МЩКТ на рівні всього скелета, поперекового відділу хребта та проксимального відділу лівої стегнової кістки з віком як у дівчаток, так і в хлопчиків.

За показниками тілобудови визначені вірогідні відмінності показника знежиреної та жирової маси залежно від статі з віком (табл. 3).

Гістограми розподілу пацієнтів за показниками мінеральної щільності кісткової

Таблиця 1. Антропометричні характеристики обстежених дітей залежно від віку та статі

Вікова група, роки		10	11	12	13	14	15	16	F	p
Показники	п									
	Стать	9	26	24	33	44	23	9		
Зріст, м	Жіноча	1,46±0,10	1,52±0,11	1,57±0,10	1,59±0,08	1,64±0,08	1,65±0,02	1,67±0,12	6,52	<0,000001
	Чоловіча	1,48±0,03	1,50±0,11	1,59±0,12	1,67±0,07	1,75±0,10	1,73±0,12	1,77±0,05	12,46	<0,000001
	Вся група	1,47±0,09	1,51±0,11	1,58±0,11	1,63±0,08	1,68±0,10	1,69±0,10	1,73±0,08	16,38	<0,000001
Маса, кг	Жіноча	38,53±8,15	48,68±15,16	47,15±8,19	50,16±10,42	51,52±7,71	58,09±8,52	63,12±16,03	3,86	0,02
	Чоловіча	34,19±3,29	46,82±15,77	49,17±8,96	56,27±13,12	56,26±7,96	65,45±14,49	63,59±6,98	4,63	0,0005
	Вся група	37,57±7,41	47,68±15,21	48,20±8,47	53,31±12,11	53,24±8,05	61,93±12,34	63,43±9,73	1,00	0,426
ІМТ, у.о.	Жіноча	17,76±1,70	20,47±4,07	19,43±2,99	19,57±2,84	19,19±2,53	21,40±3,22	22,48±3,43	1,83	0,104
	Чоловіча	15,59±0,91	20,27±4,61	19,66±3,67	20,20±4,10	18,45±2,63	21,84±4,18	20,45±2,54	0,87	0,518
	Вся група	17,27±1,78	20,36±4,28	19,55±3,29	19,89±3,50	18,92±2,56	21,63±3,67	21,13±2,83	1,00	0,428

Таблиця 2. Показники мінеральної щільності кісткової тканини обстежених дітей залежно від віку та статі

Вікова група, роки		10	11	12	13	14	15	16	F	p
Показники	п									
	Стать	7	12	12	16	28	11	3		
МЩКТ _{ВС} , г/см ²	Жіноча	0,80±0,02	0,80±0,03	0,89±0,02	0,86±0,02	0,92±0,01	0,97±0,03	0,92±0,01	8,26	<0,00001
	Чоловіча	0,80±0,02	0,82±0,02	0,84±0,02	0,86±0,01	0,93±0,01	1,00±0,02	0,96±0,02	18,5	<0,00001
	Вся група	0,80±0,02	0,82±0,02	0,84±0,02	0,86±0,01	0,93±0,01	1,00±0,02	0,96±0,02	18,5	<0,00001
МЩКТ _{ПХ} , г/см ²	Жіноча	0,71±0,04	0,75±0,05	0,85±0,03	0,79±0,03	0,90±0,02	1,00±0,04	0,97±0,05	6,11	<0,00001
	Чоловіча	0,63±0,00	0,67±0,02	0,67±0,03	0,76±0,03	0,84±0,03	0,90±0,04	0,93±0,03	11,81	<0,00001
	Вся група	0,69±0,03	0,70±0,03	0,76±0,03	0,78±0,02	0,88±0,02	0,95±0,03	0,95±0,02	13,5	<0,00001
МЩКТ _{СК} , г/см ²	Жіноча	0,72±0,03	0,77±0,04	0,83±0,03	0,80±0,03	0,83±0,02	0,94±0,04	0,86±0,03	3,21	0,007
	Чоловіча	0,68±0,02	0,78±0,02	0,76±0,02	0,84±0,03	0,89±0,03	0,94±0,04	0,92±0,04	5,95	<0,00001
	Вся група	0,71±0,02	0,77±0,02	0,80±0,02	0,82±0,02	0,85±0,02	0,94±0,03	0,90±0,03	7,67	<0,00001

Примітки: МЩКТ_{ВС} – мінеральна щільність кісткової тканини на рівні всього скелета, МНКТ_{ВС} – мінеральна насиченість на рівні всього скелета, МЩКТ_{ПХ} – мінеральна щільність на рівні поперекового відділу хребта, МЩКТ_{СК} – мінеральна щільність кісткової тканини на рівні проксимального відділу лівої стегнової кістки.

Таблиця 3. Показники тілобудови в дітей, залежно від віку та статі

Вікова група, роки		10	11	12	13	14	15	16	F	p
Показники	п									
	Стать	9	26	24	33	44	23	9		
Жирова маса, г	Жіноча	10611,47±1109,11	15917,61±2290,00	13478,80±1554,49	16247,99±1673,28	15759,65±940,68	18432,85±1640,23	24986,27±6230,64	2,73	0,018
	Чоловіча	7104,80±1221,40	13998,41±2732,44	15171,22±1915,63	13503,77±2033,36	8915,50±678,70	11672,23±1900,94	11732,00±2750,30	1,29	0,272
	Вся група	9832,21±1012,27	14884,19±1786,65	14325,01±1219,22	14834,30±1326,68	13270,87±814,92	14905,57±1430,36	16150,09±3356,59	0,95	0,46
Знежирена маса, г	Жіноча	26528,70±1976,62	31139,16±2380,67	32942,20±1108,83	32165,63±1361,35	33933,44±842,30	37382,21±1279,77	35849,77±3895,37	3,56	0,004
	Чоловіча	25722,60±1072,80	31289,94±1632,45	32379,33±1264,17	40800,59±1578,86	45136,19±1453,43	51315,55±2756,81	49424,38±1196,89	19,02	<0,00001
	Вся група	26349,57±1524,83	31220,35±1377,44	32660,76±824,39	36613,94±1282,68	38007,17±1107,63	44651,78±2130,87	44899,51±2641,97	13,27	<0,00001
Жирова маса, %	Жіноча	27,27±1,01	31,08±2,52	27,08±1,80	31,51±1,86	30,09±1,22	31,23±1,74	38,37±5,89	1,53	0,18
	Чоловіча	20,65±2,15	26,89±2,87	29,76±2,67	22,66±2,09	15,66±0,80	17,18±1,77	17,85±3,13	5,57	<0,00001
	Вся група	25,80±1,29	28,83±1,94	28,42±1,60	26,95±1,59	24,84±1,34	23,90±1,93	24,69±4,32	1,09	0,371

тканини на рівні поперекового відділу хребта та проксимального відділу стегнової кістки в дівчаток та хлопчиків представлені на рис. 1.

Вплив віку на показники мінеральної щільності кісткової тканини в різних ділянках скелета та відмінності показників МЩКТ та тілобудови між групами залежно від віку визначали за допомогою критерію Шеффе (Scheffe's test).

У дівчаток 14 років (p=0,02) та 15 років (p=0,02) виявлені вірогідні відмінності МЩКТ_{ВС} порівняно з 10-річними. Крім того, 15-річні дівчата мали більшу МЩКТ_{ВС} порівняно з віковою групою 13

років (p=0,02). Показники МЩКТ_{ПХ} були вірогідно вищі в дівчаток 11 (p=0,06), 13 (p=0,03) та 15 років (p=0,05) порівняно з 10-річними. МЩКТ_{СК} визначена вірогідно вищою в дівчаток 16 років (p=0,038) порівняно з 10-річними. За мінеральною насиченістю скелета встановлено вірогідне збільшення показника в 14 (p=0,03), 15 (p=0,001) і 16-річних (p=0,02) дівчаток порівняно з 10-річними. Показник жирової маси та її частка (%) в дівчаток вірогідно не відрізнялась залежно від віку. Щодо знежиреної маси, то у віковій групі 15 років спостерігався вірогідно вищий показник порівняно з 10-річними (p=0,01).

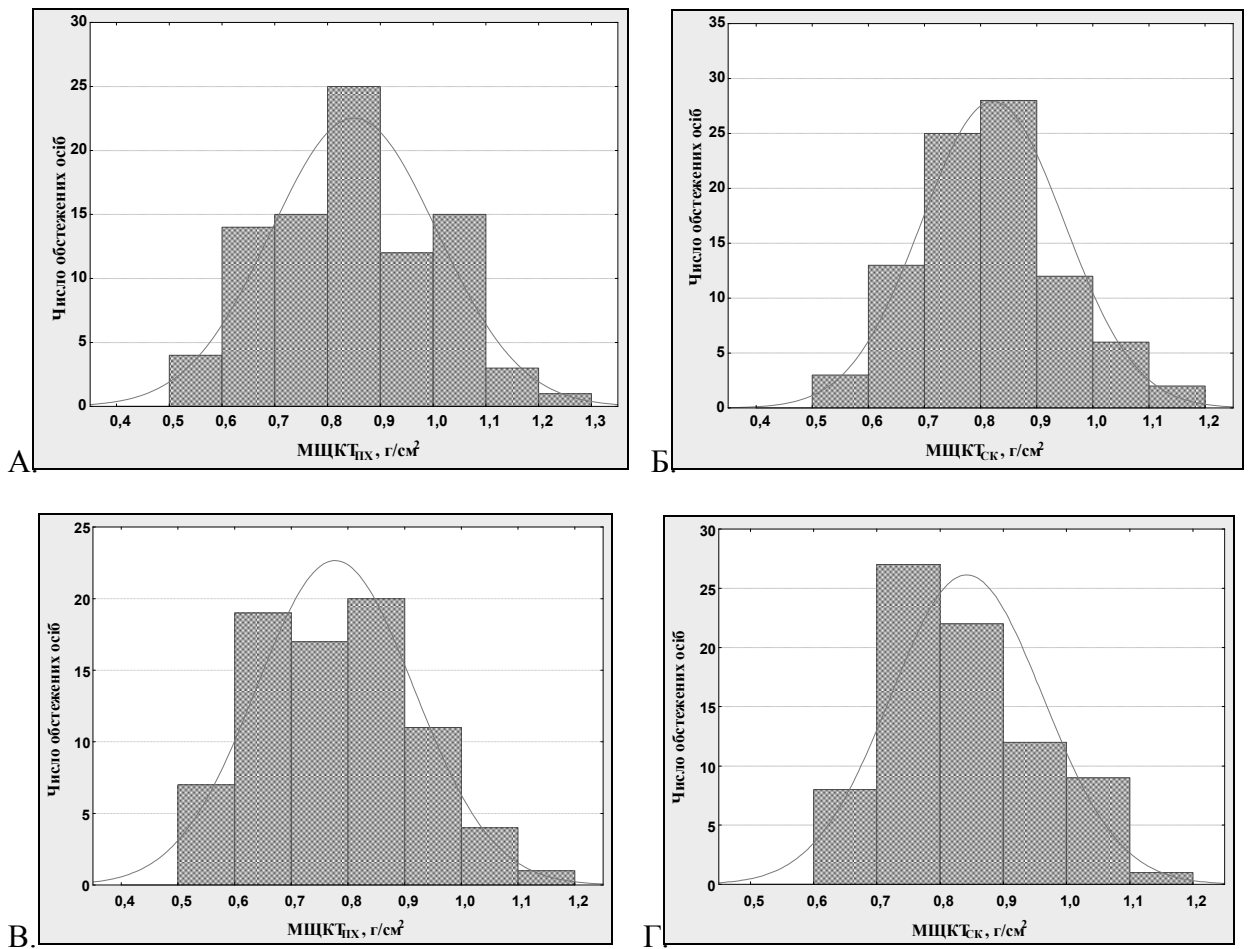


Рис. 1. Гістограми розподілу пацієнтів за показниками мінеральної щільності кісткової тканини.

Примітки: А – за мінеральною щільністю кісткової тканини на рівні поперекового відділу хребта (в дівчаток), Б – за мінеральною щільністю кісткової тканини на рівні проксимального відділу лівої стегнової кістки (в дівчаток), В – за мінеральною щільністю кісткової тканини на рівні поперекового відділу хребта (в хлопчиків), Г – за мінеральною щільністю кісткової тканини на рівні проксимального відділу лівої стегнової кістки (в хлопчиків).

У хлопчиків вірогідне збільшення МЩКТ_{ВС} порівняно з 10-річними виявлено у віковій групі 15 років ($p=0,03$); порівняно з 11-річними – у вікових групах 14 ($p=0,03$), 15 ($p=0,0002$) та 16 років ($p=0,04$); порівняно із 12-річними – у вікових групах 14 ($p=0,04$), 15 ($p=0,00002$) та 16 років ($p=0,008$). МЩКТ_{ПХ} у хлопчиків є вірогідно вищою порівняно з 11-річними у віці 14 ($p=0,03$), 15 ($p=0,001$) та 16 років ($p=0,004$); у порівнянні із 12-річними – у віці 14 ($p=0,007$), 15 ($p=0,0007$) та 16 років ($p=0,0007$). Щодо МЩКТ_{СК} вірогідне зростання показників встановлено в 15-річних хлопчиків порівняно з 11-річними ($p=0,024$) та 12-річними ($p=0,008$). Мінеральна насиченість кісткової тканини вірогідно збільшувалась з ві-

ком порівняно з 10-річними – у вікових групах хлопчиків 15 ($p=0,06$) та 16 років ($p=0,02$); порівняно з 11-річними – у вікових групах 14 ($p=0,0001$), 15 ($p=0,000001$) та 16 років ($p=0,002$). За жировою масою вірогідних відмінностей залежно від віку в хлопчиків не встановлено. Частка жирової маси у 14-річних ($p=0,029$) хлопчиків вірогідно збільшувалась порівняно з 11-річними; а також у 14 ($p=0,03$) та 15-річних ($p=0,028$) – порівняно із 12-річними хлопчиками. За знежиреною масою виявлені вірогідні відмінності порівняно з 10-річними хлопчиками у вікових групах 14 ($p=0,019$), 15 ($p=0,0005$) та 16 років ($p=0,005$); у порівнянні з 11-річними – у

вікових групах 13 ($p=0,015$), 14 ($p=0,0005$), 15 ($p<0,00001$) та 16 років ($p=0,0004$).

Таким чином, показники МЩКТ_{ВС}, МЩКТ_{ПХ} та МЩКТ_{СК} збільшуються з віком, досягаючи вірогідних відмінностей порівняно з 10-річними дітьми у вікових групах 14-15 років.

Вплив статі на показники МЩКТ та тілобудови в обстежених дітей, графіки показників МЩКТ та тілобудови залежно від віку та статі представлено на рис. 2-3.

При аналізі досліджуваних даних МЩКТ та тілобудови в 10-річних дітей виявлено лише достовірну різницю в показниках жирової маси, у дівчаток дана величина була вірогідно вищою ($p=0,02$). В 11-річних школярів статевих відмінностей у досліджуваних величинах не виявлено.

У 12-річних дівчаток показники МЩКТ на рівні всього скелета ($p=0,007$), проксимального відділу лівої стегнової

кістки ($p=0,04$) та поперекового відділу хребта ($p=0,005$) були достовірно вищими в порівнянні з їх однолітками. Виявлені відмінності зумовлені особливостями статевого дозрівання дітей, яке в школярок настає раніше, ніж у хлопців, на 1-2 роки. У середньому в 12 років у дівчаток з'являється менархе, після якого темпи росту сповільнюються, а відповідно й швидкість мінералізації кісткової тканини.

У 13-15 річних дітей виявлено достовірні відмінності лише в тілобудові та зрості, що зумовлено впливом статевих гормонів. У хлопчиків відзначаються вірогідно вищі показники зросту в 13 ($p=0,008$), 14 ($p=0,0002$) та 15 років ($p=0,003$). У 16 років достовірної різниці в даних показниках не виявлено. Також у хлопчиків, починаючи із 13-річного віку, зростає показник знежиреної маси, який достовірно вищий у порівнянні з дівчатками в 13 ($p=0,008$), 14 ($p=0,00001$), 15 років ($p=0,002$). У 16-річ-

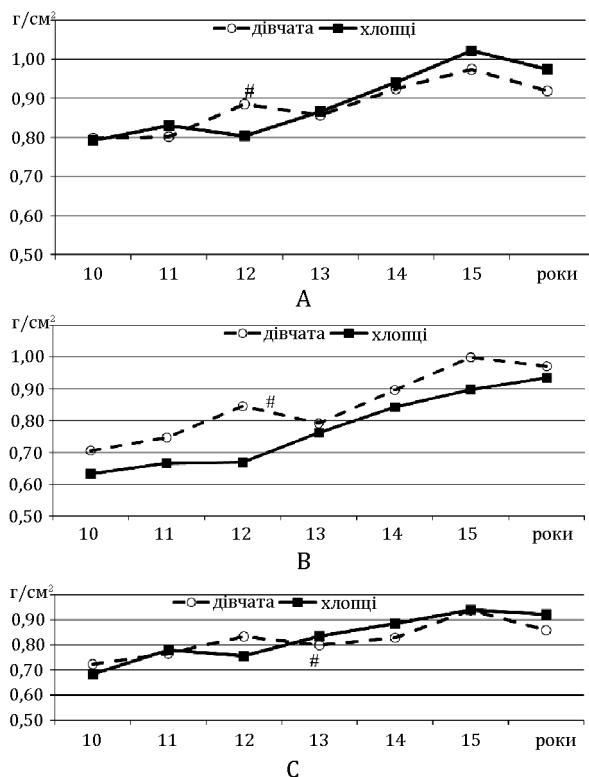


Рис. 2. Показники мінеральної щільності кісткової тканини на рівні всього скелета (А), поперекового відділу хребта (В) та проксимального відділу лівої стегнової кістки (С) в дітей залежно від віку. Примітка #- вірогідність різниці в показниках $p<0,01$.

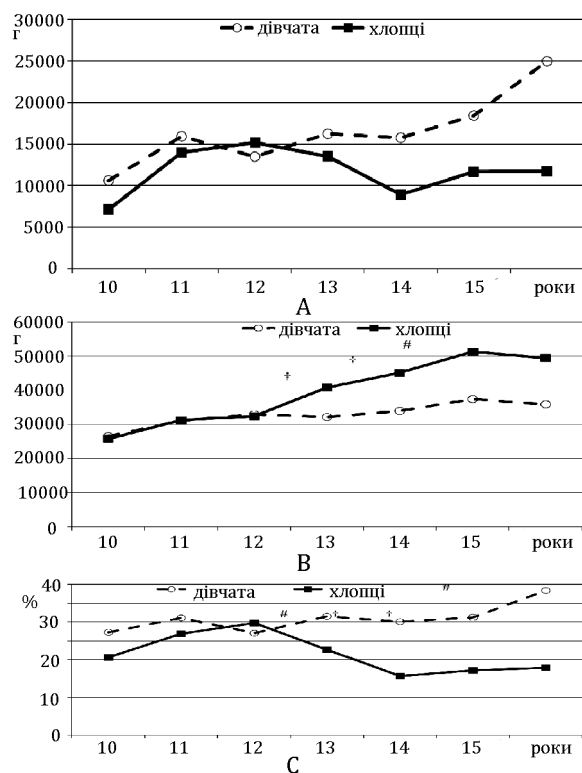


Рис. 3. Показники жирової (А), знежиреної (В) маси та відсотка жирової маси (С) в дітей залежно від віку та статі. Примітки: * - достовірність різниці, $p<0,05$; # - достовірність різниці, $p<0,01$; † - достовірність різниці, $p<0,001$.

них хлопців даний показник залишається достовірно вищим ($p=0,032$) у порівнянні із школярками-однолітками.

У дівчат із 12 річного віку зростає відсоток жирової маси. Даний показник вірогідно вищий у 13 ($p=0,004$), 14 ($p=0,00001$), 15 років ($p=0,0001$). У 16-річних дівчаток відсоток жирової маси є достовірно вищим у порівнянні із хлопцями-однолітками ($p=0,01$).

Показник жирової маси достовірно відрізнявся лише в 14 ($p=0,00008$) та 15 річних дівчат ($p=0,014$) порівняно із хлопцями. Таким чином, виявлені статеві відмінності в показниках МЩКТ та тілобудови обумовлені особливостями статевого дозрівання.

Обмеження отриманих результатів. Незважаючи на те, що проведене дослідження з метою визначення нормативних референтних даних щодо показників МЩКТ та тілобудови в дітей та підлітків різного віку та статі – перше в Україні, є певні обмеження стосовно використання отриманих нами результатів: мала кількість дітей у вікових групах 10 та 16 років; використання ареальної (площинної), а не об'ємної (волюметричної) МЩКТ.

Висновки

1. Проведене дослідження є першим в Україні стосовно створення бази референтних нормативних даних щодо мінеральної щільності кісткової тканини та показників тілобудови (жирової маси, знежиреної маси та відсотку жирової маси) в дітей та підлітків України.

2. Вік вірогідно впливає на варіабельність показників мінеральної щільності кісткової тканини та тілобудови в дітей та підлітків.

3. МЩКТ на рівні всього скелета, поперекового відділу хребта та проксимального відділу лівої стегнової кістки достовірно вища в дівчаток 12 років ($p<0,01$) порівняно із хлопчиками.

4. Зміни в тілобудові обстежених дітей обумовлені статевим дизморфізмом. У дівчаток 14-15 років спостерігаються достовірно вищі показники жирової маси ($p<0,001$) та в 13-16 років – відсотка жирової маси ($p<0,01-0,001$), натомість у

хлопчиків у 13-16 років – знежиреної маси ($p<0,01-0,001$).

Література

1. Поворознюк В.В. Структурно-функціональний стан кісткової тканини у дітей. // ПАГ. – 1997. – № 6. – С. 49-54.
2. Поворознюк В.В. Захворювання кістково-м'язової системи в людей різного віку (вибрані лекції, огляди, статті): У 3 т. – К., 2009.
3. Поворознюк В.В., Григор'єва Н.В. Менопауза і костно-м'язова система. – К., 2004. – 512 с.
4. Arabi A., Nabulsi M., Maalouf J. et al. Bone mineral density by age, gender, pubertal stages, and socioeconomic status in healthy Lebanese children and adolescents // Bone. – 2004. – 35 (5). – P. 1169-1179.
5. Bachrach L. Acquisition of optimal bone mass in childhood and adolescence // Trends Endocrinol and Metab. – 2001. – 12 (1). – P. 22-28.
6. Bachrach L.K. Osteoporosis and measurement of bone mass in children and adolescents // Endocrinol Metab Clin North Am. – 2005. – 34. – P. 521-535.
7. Baim S., Leonard M.B., Bianchi M.L. et al. Official Positions of the International Society for Clinical Densitometry and executive summary of the 2007 ISCD Pediatric Position Development Conference // J Clin Densitom. – 2008. – 11. – P. 6-21.
8. Boot A.M., Ridder M.A., Pols H.A. et al. Bone mineral density in children and adolescence: relation to puberty, calcium intake and physical activity // J Clin Endocrinol Metab. – 1997. – 82. – P. 57-62.
9. Boroncelli G.I., Saggase G. Critical age and stages of puberty in the accumulation of spinal and femoral bone mass: The validity of bone mass measurements // Horm Res. – 2000. – 54 (Suppl 1). – P. 2-8.
10. Clark E.M., Ness A.R., Bishop N.J. et al. Association between bone mass and fractures in children: a prospective cohort study // J Bone Miner Res. – 2006. – 21. – P. 1489-1495.
11. Cooper J.E., Westlake S., Harvey N. et al. Review: developmental origins of osteoporotic fracture // Osteoporos Int. – 2006. – 17. – P. 337-347.
12. del Rio L., Carrascosa A., Pons F. et al. Bone mineral density of the lumbar spine in white Mediterranean Spanish children and adolescents: changes related to age, sex, and puberty // Pediatr Res. – 1994. – 35 (3). – P. 362-366.
13. Eastell R., Lambert H. Diet and healthy bones // Calcif Tissue Int. – 2002. – 70 (5). – P. 400-404.
14. Faulkner R.A., Bailey D.A., Drinkwater D.T. Bone Densitometry in Canadian children 8-17 years of age // Calcif Tissue Int. – 1996. – 59. – P. 344-351.
15. Fujita Y., Katsumata K., Unno A. Factors effecting peak bone density in Japanese women // Calcif Tissue Int. – 1999. – 4. – P. 107-111.
16. Gilsanz V. Bone density in children: review of the available techniques and indications // European J of Radiology. – 1998. – 26. – P. 177-182.
17. Gastre C., Brailon P., David L. et al. Measurement of bone mineral content of lumbar spine by dual energy x-ray absorptiometry in normal children: correlations with growth parameters // J Clin Endocrinol Metab. – 1990. – 70. – P. 1330-1333.

18. *Goksen D., Darcan S., Cocer M. et al.* Bone mineral density of healthy Turkish children and adolescents // *J. Clinical Densitometry*. – 2006. – 9 (1). – P. 84-90.
19. *Gordon C.M., Bachrach L.K., Carpenter T.O. et al.* Dual energy X-ray absorptiometry interpretation and reporting in children and adolescents: the 2007 ISCD Pediatric Official Positions // *J Clin Densitom.* – 2008. – 11. – P. 43-58.
20. *Haeney R.P., Abrams S., Hughes D.B. et al.* Peak bone mass // *Osteoporos Int.* – 2000. – 11. – P. 985-1009.
21. *Hernandez C.J., Beaupre G.S., Carter D.R.* A theoretical analysis of the relative influences of peak BMD, age-related bone loss and menopause on the development of osteoporosis // *Osteoporos Int.* – 2003. – 14. – P. 843-847.
22. *Hirota T., Hirota K.* Exercise and other lifestyle factors for prevention of osteoporosis during growth and young adulthood // *Clin Calcium*. – 2002. – 12. – P. 489-94.
23. *Ho A.Y., Kung A.W.* Determinants of peak bone mineral density and bone area in young women // *J Bone Miner Metab.* – 2005. – 23. – P. 470-475.
24. *Iki M., Kagamimori S., Kagawa Y., Matsuzaki T. et al.* Bone mineral density of the spine, hip and distal forearm in representative samples of the Japanese female population: Japanese population-based osteoporosis (JPOS) study // *Osteoporos Int.* – 2001. – 12. – P. 529-537.
25. *Ishikawa K., Ohta T.* Radial and metacarpal bone mineral density and calcaneal quantitative ultrasound bone mass in normal Japanese women // *Calcif Tissue Int.* – 1999. – 65. – P. 112-116.
26. *Kroger H., Kotaniemi A., Vainio P. et al.* Bone densitometry of the spine and femur in children by dual energy X-ray absorptiometry // *Bone and Mineral*. – 1992. – 17. – P. 75-82.
27. *Lim J. S., Hwang J.S., Lee J.A. et al.* Bone mineral density according to age, bone age, and pubertal stages in Korean children and adolescents // *J. Clinical Densitometry*. – 2010. – 13 (1). – P. 68-76.
28. *Lu P.W., Briody J.N., Ogle G.D.* Bone Mineral Density of total body spine and femoral neck in children and young adults: a cross sectional and longitudinal study // *J Bone Miner Res.* – 1994. – 9. – P. 1451-1458.
29. *Rio L., Carrascosa A., Pons F. et al.* Bone mineral density of the lumbar spine in white mediterranean Spanish children and adolescence: changes related to age, sex and puberty // *Pediatr Res.* – 1994. – 35. – P. 362-366.
30. *Sabatier J.P., Souquieres G., Benmalk A. et al.* Evolution of lumbar bone mineral content during adolescence and adulthood: a longitudinal study in 395 healthy females 10-24 years of age and 206 premenopausal women. // *Osteoporosis Int.* – 1999 – 9. – P. 476-482.
31. *Schonau E.* Problems of bone analyses in childhood and adolescence // *Pediatr Nephrol.* – 1998. – 12. – P. 420-429.
32. *Semeao E.J., Jawad A.F., Stouffer N.O. et al.* Risk factors for low bone mineral density in children and young adults with Crohn's disease // *J Pediatr.* – 1999. – 135. – P. 593-600.
33. *Takahashi Y., Minamitani K., Kobayashi Y. et al.* Spinal and femoral bone mass accumulation during normal adolescence: comparison with female patients with sexual precocity and with hypogonadism // *J Clin Endocrinol Metab.* – 1996. – 81. – P. 1248-1253.
34. *van der Sluis I.M., van den Heuvel-Eibrink M.M., Hahlen K. et al.* Altered bone mineral density and body composition, and increased fracture risk in childhood acute lymphoblastic leukemia // *J Pediatr.* – 2002. – 141. – P. 204-210.
35. *Wosje K.S., Specker B.L.* Role of calcium in bone health during childhood // *Nutr Rev.* – 2000 – 58. – P. 253-268.