

**СОМАТОМЕТРИЧНИЙ ІНДЕКС КІСТКОВОЇ МАСИ ТІЛА ТА ЇЇ
ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКИ З ФІЗИЧНИМ РОЗВИТКОМ ОСІБ ЖІНОЧОЇ
СТАТІ НА ЕТАПАХ ПОСТНАТАЛЬНОГО ОНТОГЕНЕЗУ**

Харківський національний медичний університет МОЗ України

(м. Харків)

Результати, викладені у публікації, отримані при безпосередній участі автора у експедиційних антропометричних обстеженнях, передбачених міждержавною НДР «Вивчення структурно-функціонального стану кісткової тканини у дітей та підлітків, які проживають в екологічно несприятливих регіонах» (2006-2008 р.) [10, 11], при регіонально-популяційних обстеженнях за програмою: «Обґрунтування та впровадження системи регіонального моніторингу здоров'я дітей та підлітків в умовах реформування ПМСД населенню України» [4] (держ. реєстрація №0107U001392; 2007-2010 р.) та продовжені у межах ініціативної пошукової НДР кафедри оперативної хірургії та топографічної анатомії (зав. каф. проф. В. Г. Дуденко) Харківського національного медичного університету (ректор – чл. кор. НАМН України, професор В. М. Лісовий).

Вступ. Розвиток анатомічного обґрунтування удосконалення діагностики, профілактики та лікування не втратив своєї актуальності і до теперішнього часу, а результати досліджень, виконаних останні кілька десятиліть свідчать про мінливість ознак кількох морфологічних систем людини: соматологічної, одонтологічної та дерматогліфічної, які є динамічно мінливими, що визначається впливом низки факторів на основі взаємодії різних за походженням морфологічних компонентів [12-14]. Відомо, що вікові зміни кісткової компоненти маси тіла залежно від статі помітні вже у перші роки постнатального онтогенезу [1, 5]. Звичайно, зміна кісткової маси визначається станом метаболічних процесів у відповідному періоді онтогенезу, екологічними відмінностями, забезпеченням нутрієнтного гомеостазу, режимом рухової активності, станом соматичного здоров'я, соматотипом людини [10, 11, 17, 18]. Вивчення закономірностей розвитку у різні вікові періоди дуже важливе для встановлення послідовності етапів розвитку статури, статевого дозрівання, варіювання розмірів тіла [3, 4, 13].

Мета дослідження полягала у вивченні системних взаємозв'язків між соматометричними показниками та фізичним розвитком осіб жіночої статі на окремих етапах онтогенезу.

Об'єкт і методи дослідження. Дослідження закономірностей формування кісткової маси серед дівчаток різного віку виконано на популяційному рівні із застосуванням класичної соматометрії (зріст, маса тіла, зросто-ваговий індекс, обхват грудної клітини, обхват голови), ультразвукової кісткової денситометрії (ШПУ, ШОУ, ІМКТ) у поєднанні з показниками фізичного розвитку, кистьової та станової динамометрії. За усіма вказаними показниками виконані виміри у восьми вікових групах з подальшим аналізом результатів за віко-статевою ознакою, що дозволило отримати динамічні ряди змін соматометричних та інших показників. Отже, матеріалом дослідження стали результати прямої антропометрії, виконаної за спеціальною програмою серед понад 638 осіб жіночої статі, стратифікованих за ознакою онтогенетичного періоду [13]: період другого дитинства – 218 осіб, підлітковий період – 282 особи, період юнацького віку – 138 осіб. Накопичені результати склали референтну базу даних [3], результати розробки якої, поряд з іншими накопиченими даними, лягли в основу онтогенетичного аналізу [18], низки інноваційних розробок [7-9] та нововведень [2]. При виконанні дослідження застосовано відомі морфометричні та медико-статистичні методи: зокрема, варіаційну статистику, ймовірносний розподіл ознак з оцінкою достовірності результатів; для ведення бази даних та їх статистичної обробки використано ліцензовані програмні продукти [3, 16].

Результати досліджень та їх обговорення. Загальні тенденції вікових змін показників фізичного розвитку, денситометрії та динамометрії характеризуються однонаправленістю та високими рівнями прямого кореляційного взаємозв'язку поміж собою. Для спрощення кількісного відображення цих взаємозв'язків нами збудовано кореляційні решітки показників, а також опрацьовано моделі залежності індексу міцності кісткової тканини (ІМКТ) від зросту, маси тіла, зросто-вагового індексу дівчаток. Для відображення процесу накопичення кісткової маси обґрунтовано застосування комплексного тривимірного індекса – соматометричного коефіцієнта міцності КТ [7-9] (табл. 1).

Соматометричні та денситометричні показники дівчаток різного віку

Вік дітей	Об'єм СПГ	Соматометричні та денситометричні показники				
		маса тіла (M±m) кг	зріст (L±m) см	ОГК (T±m) см	ОГ (C±m) см	ІМКТ (IM±m)
9	79	31,6±0,5	138,3±0,7	51,6±0,2	63,2±0,3	85,5±0,9
10	69	36,8±0,8	142,6±0,8	52,9±0,2	68,4±0,8	86,7±1,1
11	70	40,0±1,0	147,6±0,9	53,5±0,2	71,8±0,8	91,7±1,5
12	71	44,4±1,1	154,1±0,8	54,1±0,3	75,8±0,8	94,3±1,7
13	70	50,0±1,1	158,0±1,2	54,7±0,2	79,2±0,8	101,3±1,9
14	71	52,5±1,1	161,5±0,7	54,5±0,2	79,4±0,7	101,2±1,6
15	65	55,0±1,0	164,1±0,7	55,4±0,2	83,3±0,7	104,6±1,7
16	73	57,1±1,0	162,6±0,7	55,2±0,2	83,8±0,7	103,6±2,0

Примітка: ІМКТ – індекс міцності кісткової тканини, МТ – маса тіла, ОГ – обхват голови; СПГ – стратифіковані популяційні групи дівчаток.

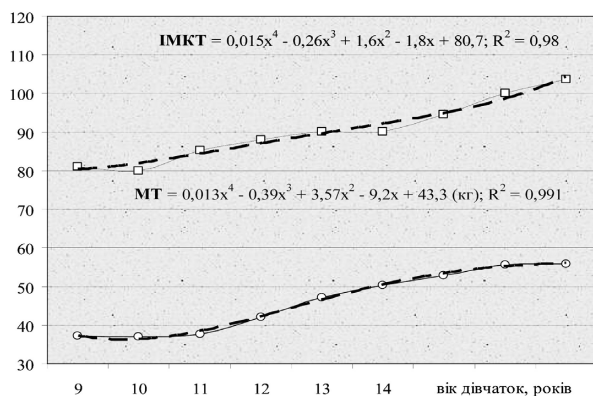


Рис. 1. Залежність (графіки та поліноми) між індексом міцності кісткової тканини (ІМКТ), масою тіла (МТ) та віком дівчаток.

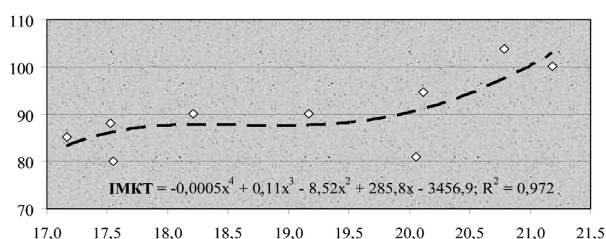


Рис. 2. Залежність (графік та поліном) між індексом міцності кісткової тканини (ІМКТ) та зросто-ваговим індексом дівчаток.

Сутність запропонованого способу полягає у визначенні частки міцності КТ, яка приходить на стандартизовану масу тіла (G); для цього, після вимірів абсолютних маси тіла (МТ, кг) та зросту (З, м), а також денситометричного виміру ІМКТ виконують розрахунок соматометричного індексу КТ за формулою $G=(MT:Z^2):IMKT$. Застосування цього інтегрального індексу дозволяє стандартизовано відобразити кісткову масу на етапах розвитку.

Таблиця 1

Закономірності зростання ІМКТ у дівчаток досліджено серед дітей різних вікових груп (**рис. 1**); впродовж росту та розвитку ІМКТ коливається у межах від $85,5 \pm 0,9$ до $103,6 \pm 2,0$. Ця тенденція досить точно ($R^2=0,980$) відображається статистичною залежністю між ІМКТ та віком дівчаток, яка має вигляд полінома четвертого ступеня – $IMKT = 0,015x^4 - 0,26x^3 + 1,6x^2 - 1,8x + 80,7$, де x – вік дівчаток у роках. Для порівняння, слід зазначити, що зростання маси тіла дівчаток відбувається з аналогічним щорічним приростом та характеризується наступною закономірністю (статистичною моделлю, точність якої становить $R^2 = 0,991$): $MT = 0,013x^4 - 0,39x^3 + 3,57x^2 - 9,2x + 43,3$ (кг).

Залежність (графік та поліном на **рис. 2**) між ІМКТ та зросто-ваговим індексом дівчаток шкільного віку

характеризується періодами зростання ІМКТ, що свідчить на користь нерівномірності темпів накопичення кісткової маси. Для комплексної оцінки та урахування впливу зросту та маси тіла на міцність кісткової тканини нами запропоновано та розраховано стандартизований індекс – соматометричний градієнт міцності кісткової тканини дівчаток різних вікових груп (**рис. 3**), який визначає максимальні показники кісткової маси у 9 р. та 15 р. з її зменшенням в 10-12 річному віці.

Виходячи з концепції онтогенетичної транзиторності остеопенічних порушень в процесі росту та розвитку у дитячому віці, можна припустити фізіологічний характер зменшення кісткової маси у дівчаток з її мінімумом в 11-12 років.

Аналіз коефіцієнтів просторово-трабекулярної організації у дівчаток за даними денситометрії (ШПУ та

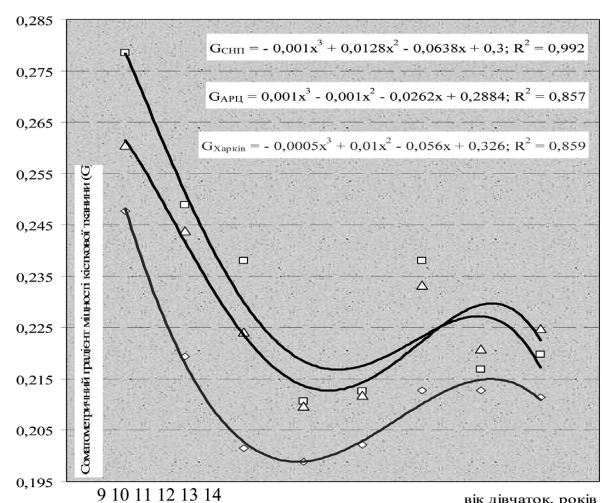


Рис. 3. Соматометричний градієнт (графіки та поліноми) міцності кісткової тканини дівчаток: $G_{СПП}$ – діти мешканці сільських населених пунктів; $G_{АРЦ}$ – діти мешканці адміністративного районного центру; $G_{Харків}$ – діти мешканці м. Харкова

Денситометричні показники та показники фізичного розвитку дівчаток

Вік дітей	Об'єм СПГ	Показники фізичного розвитку та денситометрії				
		динамометрія			кісткова денситометрія	
		права (F ₁ ±m) кг	Ліва (F ₂ ±m) кг	станова (F ₃ ±m) кг	ШПУ (S±m) м/с	ШОУ (S ₁ ±m) дБ/МГц
9	79	10,2±0,5	10,0±0,5	28,1±0,7	1552,5±1,9	45,8±2,0
10	69	13,2±0,6	11,7±0,6	38,7±0,9	1546,5±2,1	51,3±2,4
11	70	14,6±0,6	13,5±0,5	39,6±1,6	1549,5±2,7	54,9±2,3
12	71	15,6±0,6	14,5±0,5	37,6±1,5	1552,2±2,9	63,7±2,9
13	70	16,6±0,5	14,8±0,6	54,4±1,7	1561,1±2,9	71,4±3,0
14	71	19,6±0,7	17,6±0,7	56,3±1,4	1565,8±3,3	67,7±2,9
15	65	21,3±0,9	19,5±1,0	47,0±1,4	1569,6±3,7	76,9±3,3
16	73	20,1±0,8	18,1±0,8	52,1±2,0	1565,5±3,0	70,8±2,9

Примітка: ШОУ – швидкість ослаблення ультразвуку кісткою; ШПУ – швидкість поширення ультразвуку через кістку.

Взаємозв'язок між показниками фізичного розвитку та індикаторами структурно-функціонального стану кісткової тканини дівчаток

	КДп Ф ₁	КДл Ф ₂	СДМ Ф ₃	ШПУ Ф ₄	ШОУ Ф ₅	МТ Ф ₆	зріст Ф ₇	ОГК Ф ₈	ОГ Ф ₉	ІМКТ Ф ₁₀
Ф ₁	-	0,995	0,824	0,871	0,932	0,973	0,973	0,954	0,967	0,950
Ф ₂	0,995	-	0,779	0,884	0,928	0,963	0,969	0,942	0,959	0,947
Ф ₃	0,824	0,779	-	0,748	0,817	0,874	0,854	0,833	0,845	0,863
Ф ₄	0,871	0,884	0,748	-	0,861	0,885	0,882	0,784	0,840	0,945
Ф ₅	0,932	0,928	0,817	0,861	-	0,958	0,976	0,972	0,974	0,977
Ф ₆	0,973	0,963	0,874	0,885	0,958	-	0,988	0,968	0,991	0,984
Ф ₇	0,973	0,969	0,854	0,882	0,976	0,988	-	0,971	0,988	0,985
Ф ₈	0,954	0,942	0,833	0,784	0,972	0,968	0,971	-	0,991	0,957
Ф ₉	0,967	0,959	0,845	0,840	0,974	0,991	0,988	0,991	-	0,978
Ф ₁₀	0,950	0,947	0,863	0,945	0,977	0,984	0,985	0,957	0,978	-
КС	0,938	0,927	0,826	0,856	0,933	0,950	0,952	0,931	0,948	0,954
±m _{КС}	0,002	0,002	0,001	0,002	0,002	0,001	0,001	0,002	0,002	0,001
ρ	5	8	10	9	6	3	2	7	4	1

ШОУ (0,856±0,002 та 0,933±0,002 відповідно)), свідчить, що міцність КТ та кісткова маса визначається в першу чергу оболонковою компонентою кістки, а накопичення кісткової маси у дівчаток – похідна процесу накопичення мінеральних речовин переважно у оболонковій зоні трубчастих кісток (**табл. 2**). Водночас, зменшення соматометричного градієнту міцності у віці

11-12 р. свідчить на користь відносного зменшення мінералізації власне кісткової тканини.

Вивчення взаємозв'язку між показниками фізичного розвитку дівчаток шкільного віку та індикаторами стану кісткової тканини (**табл. 3**) показало, що ІМКТ характеризується сильним прямим кореляційним взаємозв'язком із показниками зросту ($r_{xy}=+0,985$), маси тіла (КДл; $r_{xy}=+0,984$) та окружністю голови ($r_{xy}=+0,978$).

Аналіз коефіцієнтів системоутворення (КС) КТ кожного із десяти показників, які характеризують фізичний розвиток дівчаток шкільного віку виявив, що системоутворюючими факторами, вплив яких на формування міцності КТ у дівчаток найбільший (перші три ранги) є: зріст (КС=0,952±0,001), маса тіла (КС=0,950±0,001) та показник окружності голови (КС=0,948±0,002). Отже, зріст маса, окружності голови – показники, які у дівчаток у найбільшій мірі визначають міцність кісткової тканини.

Висновки.

1. Інноваційно вирішено проблему оцінки соматометричного градієнту міцності кісткової тканини та продемонстровано регіональну варіаційність (межі та закономірності) цього показника для осіб жіночої статі.

2. Виявлені та досліджені залежності між індексом міцності кісткової тканини (ІМКТ), масою тіла (МТ) та віком осіб жіночої статі

3. Виявлені окремі кореляційні взаємозв'язки між соматометричними та денситометричними показниками та коефіцієнти системоутворення кожного із факторів (показників) фізичного розвитку осіб жіночої статі

Перспективи подальших досліджень пов'язані з вивченням формотворної дії різних факторів, анатомічним обґрунтуванням розроблення й удосконалення методів діагностики, лікування та профілактики захворювань [6], як пріоритетного напрямку розвитку анатомії.

Література

1. Калашникова Е. В. Ювенильный остеопороз: новый взгляд на природу заболевания и перспективы исследований / Е. В. Калашникова, А. М. Зайдман, Т. И. Арсенович / Ортопедия, травматология и протезирование. – 2000. – № 2. – С. 112.

2. Нововведення МОЗ України №134/30/09. Методика оцінки кісткової маси у дитячому та підлітковому віці за допомогою номограм / Т. В. Фролова, О. А. Охалкіна, А. С. Шкляр, Л. О. Климовська // Реєстр галузевих нововведень МОЗ України. – 2009. – 4 с.
3. Никитюк Б. А. Конституция человека / Б. А. Никитюк // Итоги науки и техники : Антропология. – Москва : ВИТИНИ, 1991. – Т. 4. – 152 с.
4. Обґрунтування та впровадження системи регіонального моніторингу здоров'я дітей, підлітків та осіб молодого віку в умовах реформування МПСД населенню України // Заключний звіт про виконання наукового проекту (прикладна НДР) з пріоритетним фінансуванням МОЗ України. – Держреєстрація № 0107U001392. – Харків : ХНМУ, 2009. – 253 с.
5. Охалкіна О. В. Соматотип та тілобудова: дефінітивний аналіз у контексті онтогенетичного розвитку / О. В. Охалкіна, А. С. Шкляр // Науково-практична міжвузівська конф. «Демографія, здоров'я, медицина» (22.04.2008 р). – Харків, 2008. – С. 85-88.
6. Паспорт спеціальності 14. 03. 01 – нормальна анатомія // Затверджений постановою президії ВАК України від 25.06. 1998 р.
7. Пат. 78523 У. Україна, МПК (2013. 01) А61В 10/00. Спосіб оцінки онтогенетичної дисгармонійності кісткової компоненти тіла дітей та підлітків / Г. С. Барчан (UA), Л. І. Омельченко (UA), О. М. Хвисюк (UA), А. С. Шкляр (UA), О. А. Цодікова (UA), Л. В. Черкашина (UA), С. П. Шкляр– ХМАПО (UA). – Заявка № u201209080; Заявл. 06.08.2012; Опубл. 25. 03. 2013, Бюл. №6, 2013.
8. Пат. 55932 У, Україна, МПІ (2011. 01). – А61В8/00. Спосіб оцінки кісткової маси за її соматометричним градієнтом // С. М. Григоров, Т. В. Фролова, Г. С. Барчан, А. С. Шкляр, С. П. Шкляр (UA). –Заявка №u201008695; Заявл. 12.07.10; Опубл. 27. 12. 10, Бюл. №24, 2010.
9. Пат. 66942 У, Україна, МПІ (2011. 01). – А61В5/00. Спосіб оцінки кісткової компоненти тіла з урахуванням соматотипу людини // А. О. Терещенко, А. С. Шкляр, Г. С. Барчан, С. П. Шкляр (UA). –Заявка №u201108106; Заявл. 29.06.2011; Опубл. 25. 01. 2012, Бюл. №2, 2012.
10. Поворознюк В. В. Особенности фактического питания у детей и подростков: результаты украинско-белорусского исследования / В. В. Поворознюк, Э. В. Руденко, Н. В. Григорьева [и др.] // Проблемы остеологии. – 2006. – Т. 9. – С. 98-99.
11. Поворознюк В. В. Структурно-функциональное состояние костной ткани у детей и подростков: результаты украинско-белорусского исследования / В. В. Поворознюк, Э. В. Руденко, Е. В. Бутылина [и др.] // Проблемы остеологии. – 2006. – Т. 9. – С. 99-100.
12. Сегада С. Антропологичний склад українського народу: етногенетичний аспект / С. Сегада. – Київ : Вид-во ім. О. Теліги, 2001. – 255 с.
13. Сегада С. Антропология / С. Сегада. – Київ : Либідь, 2001. – 335 с.
14. Сегада С. Основы антропологии / С. Сегада. – Київ : Либідь, 1995. – 208 с.
15. Семенова Л. К. Исследования по возрастной морфологии за последние пять лет и перспективы их развития / Л. К. Семенова // Архив анатомии, гистологии и эмбриологии, 1986. – Т. XCI, Вып. 11. – С. 80-85.
16. Соціальна медицина та організація охорони здоров'я / Заг. ред. Москаленко В. М., Вороненко Ю. В. / Підручник. – Тернопіль, 2002. – С. 50-75.
17. Фролова Т. В. Регіональний моніторинг здоров'я дітей та підлітків: порушення кісткоутворення та накопичення кісткової маси. Міждисциплінарний підхід / Т. В. Фролова, О. В. Охалкіна, А. С. Шкляр [та ін.] // Вісник проблем біології і медицини. – 2007. – № 4. – С. 162-167.
18. Шкляр А. С. Кісткова компонента маси тіла людини: антропометрична оцінка на етапах постнатального онтогенезу (Методологічні, інноваційні та прикладні аспекти) / А. С. Шкляр // Вісник проблем медицини та біології. – 2014. – Вип. 4, Т. 1. – С. 313-317.

УДК 616-056. 7-02:616. 248-053. 2

СОМАТОМЕТРИЧНИЙ ІНДЕКС КІСТКОВОЇ МАСИ ТІЛА ТА ЇЇ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКИ З ФІЗИЧНИМ РОЗВИТКОМ ОСІБ ЖІНОЧОЇ СТАТІ НА ЕТАПАХ ПОСТНАТАЛЬНОГО ОНТОГЕНЕЗУ

Шкляр А. С.

Резюме. У дослідженні інноваційно вирішено проблему оцінки соматометричного градієнту міцності кісткової тканини та продемонстровано регіональну варіаційність (межі та закономірності) цього показника для осіб жіночої статі. Виявлені та досліджені залежності між індексом міцності кісткової тканини, масою тіла та віком осіб жіночої статі. Виявлені окремі кореляційні взаємозв'язки між соматометричними та денситометричними показниками та коефіцієнти системоутворення кожного із факторів (показників) фізичного розвитку осіб жіночої статі.

Ключові слова: анатомія, антропометрія, соматометрія, денситометрія, онтогенез, кісткова компонента маси тіла, жіноча стать.

УДК 616-056. 7-02:616. 248-053. 2

СОМАТОМЕТРИЧЕСКИЙ ИНДЕКС КОСТНОЙ МАССЫ ТЕЛА И ЕЕ ВЗАИМОСВЯЗИ С ФИЗИЧЕСКИМ РАЗВИТИЕМ ЛИЦ ЖЕНСКОГО ПОЛА НА ЭТАПАХ ПОСТНАТАЛЬНОГО ОНТОГЕНЕЗА

Шкляр А. С.

Резюме. В исследовании инновационно решена проблема оценки соматометрического градиента плотности костной ткани и продемонстрировано региональную вариационность (границы и закономерности) этого показателя для лиц женского пола. Выявлены и исследованы зависимости между указанным

индексом, массой тела и возрастом. Выявлены отдельные корреляционные связи между соматометрическими и денситометрическими показателями, а также коэффициенты системообразования каждого из факторов физического развития лиц женского пола.

Ключевые слова: анатомия, антропометрия, соматометрия, денситометрия, онтогенез, костная компонента массы тела, женский пол.

UDC 616-056. 7-02:616. 248-053. 2

Somatometric Index of Bone Mass and its Interrelations with Physical Development of Women during Postnatal Ontogenesis

Shklyar S.

Abstract. *The aim of the research* was to study systemic interrelations between somatometric indexes and physical development of women during postnatal stages.

The materials and methods. The research of peculiarities of bone mass formation among girls of different age was done at population level with use of classic somatometry (height, weight of the body, height weight index, girth of the chest, girth of the head), ultrasound bone densitometry (speed of ultrasound in bone and bonebrand ultrasound attenuation, body strength index) with indexes of physical development of carpal and state dynamometry. Results of anthropometry were the material of the research, which were done according to special program among 635 women, stratified during ontogenetic period: the period of the second childhood contained 218 people, adolescent period included 282 people, and the period of juvenile age contained 138 people.

The results and discussion. Peculiarities of body strength index in girls were investigated among children of different age; during height and development body strength index ranges between $85,5 \pm 0,9$ and $103,6 \pm 2,0$. This tendency ($R^2=0,980$) reflects statistic dependence between body strength index and girls' age, which is a polynomial, body strength index is $= 0,015x^4 - 0,26x^3 + 1,6x^2 - 1,8x + 80,7$, where x is the age of girls.

The analysis between BSI (Bone Strength Indexes) and height-weight index of girls is characterized by state densitometry (Bone Strength Indexes and height-weight index is $0,856 \pm 0,002$ and $0,933 \pm 0,002$), testifies strength of bone tissue and bone mass is determined by membranous bone component, and the accumulation of bone mass in girls by mineral substances in membranous zone of tubular bones. At the same time, reducing somatometric gradient strength in girls at the age of 11-12 testifies to the relative decrease in the accumulation of minerals and increasing mineralization in proper trabecular bone tissue.

Study the relationship between indicators of physical development of schoolgirls and bone tissue indicators allowed to find out that BSI is characterized by a strong direct correlative relationship with indicators of height ($r_{xy}=+0,985$), body weight (BW; $r_{xy}=+0,984$) and girl's head girth ($r_{xy}=+0,978$).

Analysis of system formation coefficients (SFC) of links of ten factors that characterize the physical development of schoolgirls showed that the backbone factors which influence the formation of girls' bone tissue strength in a greater way (the first three ranks, ρ) are: height (SFC = $0,952 \pm 0,001$), body weight (BW = $0,950 \pm 0,001$) head girth index (HGI = $0,948 \pm 0,002$). Thus, body weight, height and head girth index are indexes which determine strength of bone tissue.

Conclusions. The issue of assessing somatometric gradient strength of bone has been decided in an innovative way and regional variety (limits and regularity) of this indicator for women has been demonstrated. The relationship between bone strength index (BSI), body weight (BW) and women age have been identified and investigated. Some correlative relationships between somatometric and densitometrical indexes and backbone coefficients of each factor (indicator) of physical development of women have been revealed.

Prospects for further research are related to the study of form-building influence of various factors, anatomical rationale of developing and improving the methods of diagnosis, treatment and prevention of diseases as a priority guideline of anatomy development.

Keywords: anatomy, anthropometry, somatometry, densitometry, ontogenesis, bone component of body weight, women.

Рецензент – проф. Шерстюк О. А.

Стаття надійшла 12. 09. 2014 р.