

Методи дослідження

УДК 611.71 – 07

І.Г.Савка

СПОСІБ КОМПЛЕКСНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ КОРОТКИХ ТРУБЧАСТИХ КІСТОК

Кафедра патологічної анатомії та судової медицини (зав. – проф. В.С.Ірокопчук)
Буковинської державної медичної академії

Резюме. Запропонований спосіб дозволяє оцінити фізичні властивості кісткової тканини (26 параметрів у комплексі), аналіз яких дає чітке уявлення про її структурні особливості, що необхідно для встановлення механізмів зламів кісток.

Ключові слова: кісткова тканина, пористість, мінералізація.

Відомі методи вивчення макроструктури та складу кісткової тканини дозволяють визначати питому вагу кістки, вміст води у твердому матриксі, відносний ваговий вміст твердої речовини, ступінь мінералізації твердого матриксу, об'єм та густину органічної частини тощо, але жоден з них не забезпечує максимально повного визначення можливих властивостей кістки [3-6]. Повне дослідження кісток з визначенням їх властивостей необхідне в судовій медицині для встановлення механізмів зламів кісток [2]. Запропонований нами спосіб позбавлений вказаних недоліків.

Прототипом даного способу є “Метод определения состава костной ткани” [6]. Недоліками прототипу є те, що його застосовують для визначення властивостей зразків компактною речовини кісток, при якому може мати місце недостатньо повне заповнення її структурних елементів змочувальною рідиною, всі виміри проводяться після зняття окістя, не визначається пористість та компактність кістки, висушування кістки проводиться у вакуумному пристрої.

У розробленому нами способі шляхом дослідження зразків кісток у нативному стані, стані з видаленими залишками рідких фракцій, зневодненому та з видаленою органікою, дослідження проводиться до зняття окістя. При цьому додатково вимірюються 13 метричних показників, визначають пористість, компактність зразка кістки, перехід із стану з видаленими залишками у зневоднений проводиться на спиртовому пальнику.

Після очищення свіжих коротких трубчастих кісток кисті механічним способом від м'яких тканин за допомогою штангенциркуля з точністю до 0,01 см знімають серію метричних вимірів, реєструючи такі показники: найбільшу довжину кістки, висоту і ширину голівки, найменшу висоту і ширину тіла, висоту, ширину і довжину основи, довжину голівки, довжину тіла, окружність голівки й основи, окружність тіла в середній третині [1]. Після зняття окістя за допомогою циркулярної фрези із дрібними зубчиками з п'ятих відділів п'ясткових кісток і основних фаланг (середини основи, середини голівки, середини тіла й обох метафізарних ділянок) та з трьох відділів середніх і кінцевих фаланг (середини основи, середини голівки і середини тіла) випилюють фрагменти поперечного перерізу товщиною 0,4 см. Після цього їх помічають із зазначенням поверхонь і кінців. Зразки з однієї кістки укладають в ряд на білому папері протилежними поверхнями доверху і за допомогою штангенциркуля вимірюють товщину компактною речовини (T_k) на різних рівнях. Крім того, користуючись вищезазначеним методом, вираховують *медулярний показник (МП)* по довжині коротких трубчастих кісток, використовуючи співвідношення:

діаметр кістково - мозкового каналу

діаметр діафіза

Використовуючи випилені на попередньому етапі зразки поперечного перерізу товщиною 0,4 см, з трьох ділянок кістки у центрифужних пробірках із поділками визначають загальний об'єм кожного шматочка (V_1). Потім їх витримують в

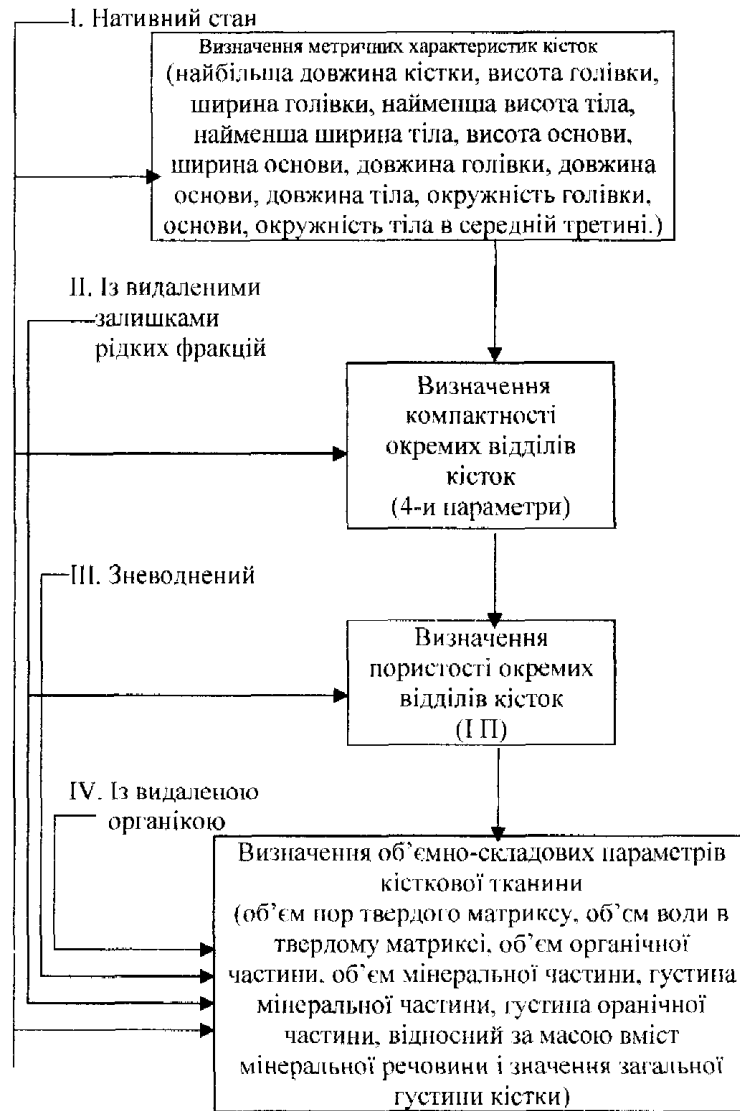


Рис. 1. Загальна схема способу (стрілками вказані ознаки, відмінні від прототипу).

ефірі протягом 1 год з наступним центрифугуванням при 5 тис.об./хв. впродовж 30 хв для звільнення пор зразків від рідкої фракції. Пори підраховують у зразках з кінців кісток (голівки й основи), де розміщена губчаста речовина. Для більш чіткої уяви розподілу пор у різних ділянках голівки й основи кісток зразки більш великих трубчастих кісток (п'ясткових і основних фаланг) помічають і розділяють на 4-и сегменти – долонно-променевий (ДП), долонно-ліктювий (ДЛ), тильно-променевий (ТП), тильно-ліктювий (ТЛ) і підраховують пори на однакових поверхнях, обернених до діафізів кісток. Для підвищення контрастності оптичного зображення в окулярі поверхню зразків, на якій буде проводитися підрахунок (яка обернена до діафіза), протирають шіточкою, змоченою в ефірі, і трохи обробляють темною пастою. Оскільки пористість є досить мінливим структурним компонентом, то для зручності порівняння використовуємо індекс пористості (І П), який дорівнює відношенню суми пор сектора (Σ) до його загальної площі (S) у відсотках:

$$І П = \frac{\Sigma}{S} \times 100$$

Використовуючи ті ж самі зразки свіжих коротких трубчастих кісток із встановленим об'ємом і звільнених від рідкої фракції, з середини голівки, середини тіла і середини основи зважуванням на аналітичних терезах вимірюють їх сумарну масу m_2 мінеральної та органічної речовин, які залишились у зразках, і зв'язаної з ними води. Потім занурюють кожен зразок на 1 год в змочувальну рідину (ортоксилол) з густиною ρ 0.88. Вийнявши з рідини і видаливши її залишки з поверхні зразка, повторним зважуванням визначають масу шматочка m_2^1 . Об'єм пор, звільнених від рідкої фракції, визначають за формулою

$$V_n = V_{n2} = (m_2^1 - m_2) / \rho$$

Після встановлення об'єму пор твердого матриксу V_{n2} з тих же шматочків рідину центрифугуванням видаляють із пор і зразки поміщають у випарювальну чашу на спиртовий пальник на висоту 18,0 см. Шматочки висушують протягом 1 год шляхом випаровування води з твердого матриксу до стабілізації їх ваги. Потім вимірюють масу зразків до (m_3) і після (m_3^1) заповнення тією ж змочувальною рідиною. Об'єм води в твердому матриксі вираховують за формулою

$$V_n = ((m_3^1 - m_3) (m_2^1 - m_2)) / \rho$$

Після визначення об'єму пор твердого матриксу та об'єму в них води шматочки обпалюють у муфельній печі (СНОЛ-1100) протягом 3 год при $t = 500^\circ$, випікаючи із них органіку. Зразки зважують до і після заповнення їх змочувальною рідиною, одержуючи відповідно m_4 і m_4^1 . Об'єм органічної частини визначають за формулою:

$$V_o = ((m_4^1 - m_4) - (m_3^1 - m_3)) / \rho$$

Використовуючи встановлені об'єми шматочків V_1 та значення m_4 і m_4^1 , одержані при визначенні органічної частини, за формулою

$$V_m = V_1 - (m_4^1 - m_4) / \rho$$

вимірюють об'єми мінеральної частини зразків.

Використовуючи початково встановлені об'єми шматочків V_1 , значення m_3 , m_3^1 , m_4 , m_4^1 , одержані при визначенні об'єму води в твердому матриксі та органічної частини, значення густини змочувальної рідини ρ встановлюють густину органічної частини зразків за формулою:

$$\rho_o = \rho \cdot (m_3 - m_4) / (m_4^1 - m_4) - (m_3^1 - m_3)$$

Використовуючи встановлені об'єми шматочків V_1 , значення m_4 і m_4^1 , одержані при визначенні органічної частини, значення густини змочувальної рідини за формулою

$$\rho_m = m_4 / (V_1 - (m_4^1 - m_4)) / \rho$$

встановлюють густину мінеральної частини кожного зразка.

Відносний за масою вміст мінеральної речовини у зразках одержують, використовуючи початково встановлену сумарну масу кожного зразка m_2 і визначену після спалювання масу мінеральної речовини m_4 .

Значення загальної густини кісткових зразків визначають за формулою

$$\rho_2 = m_2 / V_1$$

Значення даної густини можна визначити іншим шляхом – за результатами вимірів окремих компонентів кістки за співвідношенням:

$$\rho_1 = \rho_v V_v^1 + \rho_o V_o^1 + \rho_m V_m^1$$

де V_v^1 , V_o^1 , V_m^1 (об'єми води, органічної та мінеральної речовини досліджуваних зразків).

Запропонований спосіб дозволяє оцінити фізичні властивості кісткової тканини (26 параметрів у комплексі), аналіз яких дає чітке уявлення про її структурні особливості, що необхідно для досягнення технічного результату при подальшому аналізі механізмів зламів кісток скелета людини. Виконання способу не потребує складного технічного обладнання, точність його висока в порівнянні з іншими, оскільки використовуються одні й ті ж об'єкти дослідження (зразки кісток), а всі вимірювання виконуються точними приладами.

Даний спосіб апробований в курсі судової медицини Буковинської державної медичної академії при дослідженні коротких трубчастих кісток кисті, вилучених від трупа С., 1954 р.н. Одержані результати дозволили нам зробити перші висновки щодо залежності механізму утворення зламів кісток даної ділянки від їх структурних особливостей.

Література. 1. Алексеев В.П. Остеометрия: Методика антропометрических исследований. – М.: Наука, 1966. – 251с. 2. Бачинський В.Т. Значение структурно-морфологических свойств костей свода черепа в судебно-медицинской оценке поврежденной головы тупыми предметами: Автореф. дис... к.мед.н: 14.00.24. – М., 1988. – 22 с. 3. Брик А.Б., Атаманенко О.Н., Калининченко А.М. Разработка новых подходов к изучению механизмов минерализации костной ткани на основе методов радиоспектроскопии // Ортопедия, травматология и протезирование. – 2000. – №2. – С.28–31. 4. Исследование деминерализованной костной ткани методом растровой электронной микроскопии / Данильченко С.Н., Бугай А.Н., Павленко П.А. и др. // Ортопедия, травматология и протезирование. – 2000. – №2. – С. 32 – 34. 5. Луньков А.Е., Неклюдов Ю.А. Ртутная порометрия как метод изучения структуры костной ткани // Архив анатомии, гистологии и эмбриологии. – 1986. – Т. 90, № 1. – С.90 – 92. 6. Луньков А.Е., Абрисимов Г.Н. Метод определения состава костной ткани // Архив анатомии, гистологии и эмбриологии. – 1991. – Т.100, № 2. – С.88– 91.

**A METHOD OF COMPLEX INVESTIGATION OF THE PHYSICAL PROPERTIES OF
THE SHORT TUBULAR BONES**

I.G.Savka

Abstract. The proposed method makes it possible to assess the physical properties of the osseous tissue (26 parameters in a complex), whose analysis gives a comprehensive notion about its structural peculiarities that are quite necessary for establishing the mechanisms of bone fractures.

Key words: osseous tissue, osteoporosis, mineralization.

Bukovinian State Medical Academy (Chernivtsi)

Надійшла до редакції 18.02.2002 року