УДК: 616. 718 – 001.5 – 073 : 340. 6

СТАТИСТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВПЛИВУ СТРУКТУРНО-ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ОКРЕМИХ ВІДДІЛІВ ДОВГИХ ТРУБЧАСТИХ КІСТОК НИЖНЬОЇ КІНЦІВКИ НА ФОРМУВАННЯ МОРФОЛОГІЧНИХ ОЗНАК ПЕРЕЛОМІВ ПРИ ТУПІЙ ТРАВМІ

Савка І.Г.

Буковинський державний медичний університет

Резюме. Досліджено основні показники, що характеризують структурно-функціональні особливості різних відділів довгих кісток нижньої кінцівки. Вивчено основні складові компоненти мінерального та органічного матриксів кісткової тканини та виведено кореляційні залежності між окремими показниками.

Отримані дані дозволять всебічно охарактеризувати досліджувану кістку по всій її окружності та довжині, а в подальшому дослідити їх вплив на закономірності формування морфологічних ознак площини перелому трубчастої кістки у момент її руйнації (травматичного ушкодження) в судово-медичній практиці.

Ключові слова: структурно-функціональні особливості, довгі кістки, нижня кінцівка.

ВСТУП. Травми кісток нижньої кінцівки з їх переломами один із найбільш поширених механічних феноменів. При їх виникненні значний вплив на результат мають як зовнішні чинники, так і внутрішні, що пов'язані із особливостями організму та станом кісткової тканини конкретної людини. В той же час, механічне перевантаження кісток залежно від напрямку дії сили, структурно-функціональних особливостей окремих їх відділів і стану кісткової тканини в них – зумовлюють різноманітні за морфологічними особливостями ушкодження [1-7].

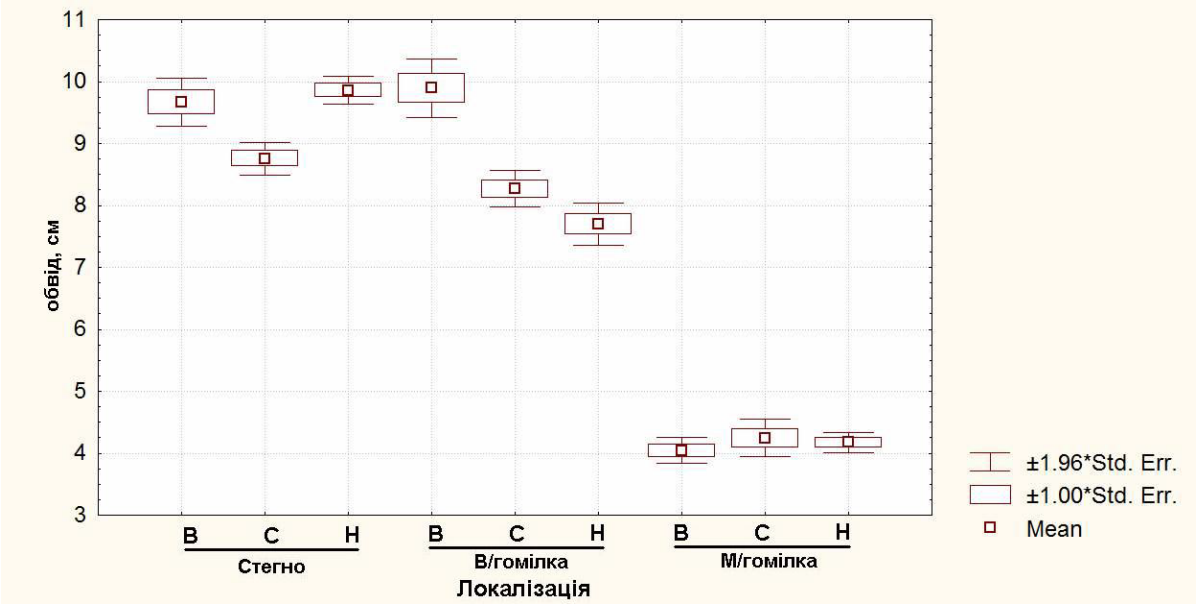
Судові медики і травматологи все частіше зустрічаються з атиповими випадками переломів, комбінованими та поєднаними травмами нижніх кінцівок з невідомою етіологією та механізмом виникнення. Взаємозв'язки між зовнішніми та внутрішніми чинниками у цих випадках і на сьогодні залишаються недостатньо вивченими [8-11].

Мета дослідження - вивчення структурно-функціональних особливостей окремих відділів довгих кісток нижніх кінцівок, які б дозволили дослідити їх вплив на закономірності виникнення процесу руйнації даних кісток при травмах тупими предметами.

Матеріал і методи дослідження. Для вивчення морфологічних особливостей кісток були відібрані випадки смерті від хронічних хвороб серця, важких пневмоній, алкогольної інтоксикації, загального переохолодження організму, механічної асфіксії. У вибірці не було випадків із захворюваннями опорно-рухового апарату, супутньою метаболічною патологією кісткової системи (остеопороз, остеохондроз), із видимими деформаціями та згадками в анамнезі про різноманітні хвороби і часті травми кісток скелета.

Отримані нами морфологічні показники для кожного зразка довгої трубчастої кістки мали топічні характеристики по всій довжині кожної із трьох кісток з верхньої і нижньої та середньої третин, і водночас по всьому обводу – передні, задні, медіальні та латеральні сектори. В подальшому аналізі ми намагалися оперувати відносними показниками, оскільки морфометричні дані залежали від геометричних розмірів кісток.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ. Вплив геометричних особливостей кісток добре відомий на прикладі головки стегна, але не менш очевидні відмінності мають своє відображення у характеристиках переломів кісток під час травми. Для вихідного уявлення про структурно-функціональні особливості окремих відділів досліджуваних кісток нами спочатку були виміряні їхні обводи. На мал. 1 наведені середні величини обводів різних ділянок кісток нижньої кінцівки.



Мал. 1. Показники обводу кісток нижньої кінцівки (середня, квартиль та довірчий інтервал);
(відділи: В - верхній, С - середній, Н - нижній).

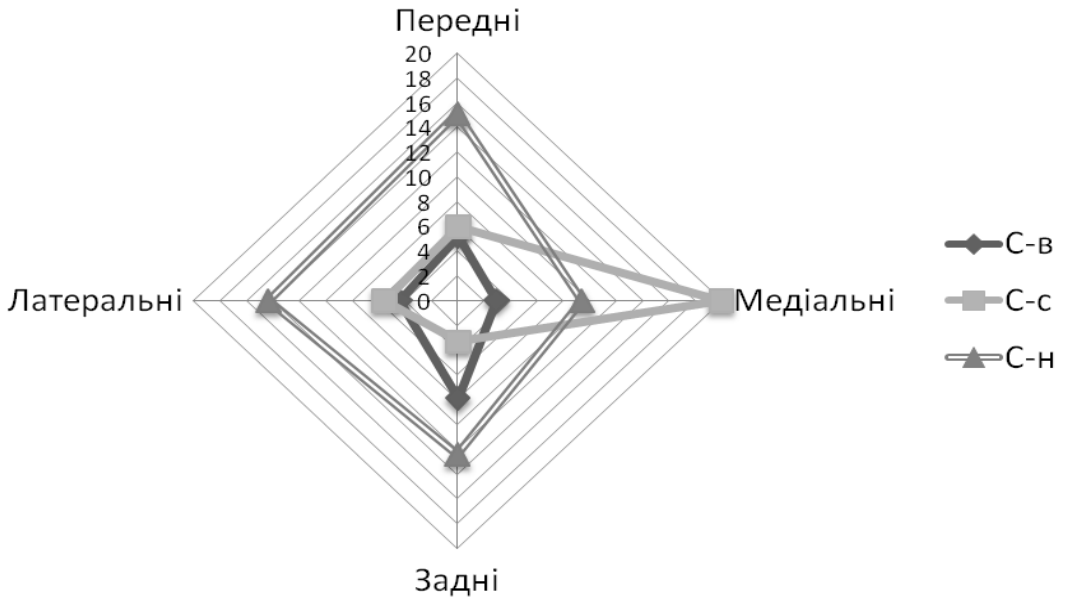
Подальший аналіз ми проводили також за складовими компонентами кісткової тканини, які були узагальнено розділені на органічні (в склад яких входили як клітини кістки, так і сполучнотканинні утворення) та мінеральні компоненти кістки (представлені переважно гідроксиапатитом та іншими структурами твердого матриксу). Крім того, були виділенні порожнинні простори кістки – медулярний канал та внутрішньокісткові утворення – судини, мікроканальці остеонів, мікропорожнини губчастої кістки. Методологічно простори всередині кісткової тканини класифікувалися нами як пори кістки, не дивлячись на їх гістологічну різнорідність. Порожнинні утворення кістки були заповнені водними складовими.

Органічна складова представлена білком колагеном І типу та клітинами (остеоцитами, остеобластами та остеокластами) і відповідає за ремоделювання кістки, її спроможність до регенерації в результаті травм і захворювань. Вона має відносно однорідний розподіл як за довжиною кісток, так і їх обводом. Її вплив на міцність кісток скоріше має зворотну характеристику до цього показника.

Густина органічної складової кісток (яка відображує концентрацію цього компоненту) мала в нашому дослідженні незначні коливання залежно від топографічних ділянок кісток. Виокремлювалися тільки верхня третина стегна та середня третина великогомілкової кістки по передній поверхні.

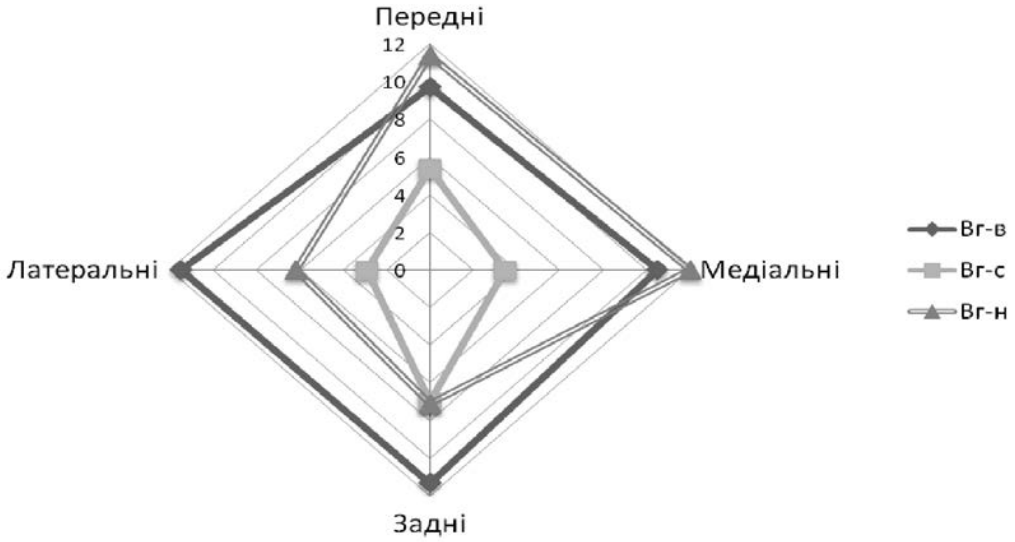
Густина органічної складової кісток інших відділів (бокових та задніх) мало відрізнялася між собою з незначними коливаннями ($p>0,05$) в залежності від топографічних місць кісток.

Компонентом, що відображує скелетну мікроархітектуру різних відділів кістки можна вважати пори (в яких переважають мікроканальці та ложа кровоносних судин), їх кількість та розміри. Наш аналіз виявив певні топографічні особливості кісток нижньої кінцівки. Верхні і середні відділи стегна та середня частина великогомілкової кістки містять найменшу кількість пор – біля 5% (мал. 2).



Мал. 2. Схема розподілу кількості пор (у %) у стегновій кістці (С-в – верхня третина, С-с – середня, С-н – нижня).

Це вказує на переважання в цих ділянках компактного типу кісткової тканини. В той же час, найбільший об'єм пори займають в ділянці колінного суглоба та у нижньому відділі великогомілкової кістки. Кісткова тканина прилеглих до коліна ділянок (низ стегна та верх великогомілкової кістки) містить 11-12% пор, низ гомілки – біля 9%. Таке співвідношення є найбільш пов'язаним із трабекулярним типом будови кістки (мал. 3).

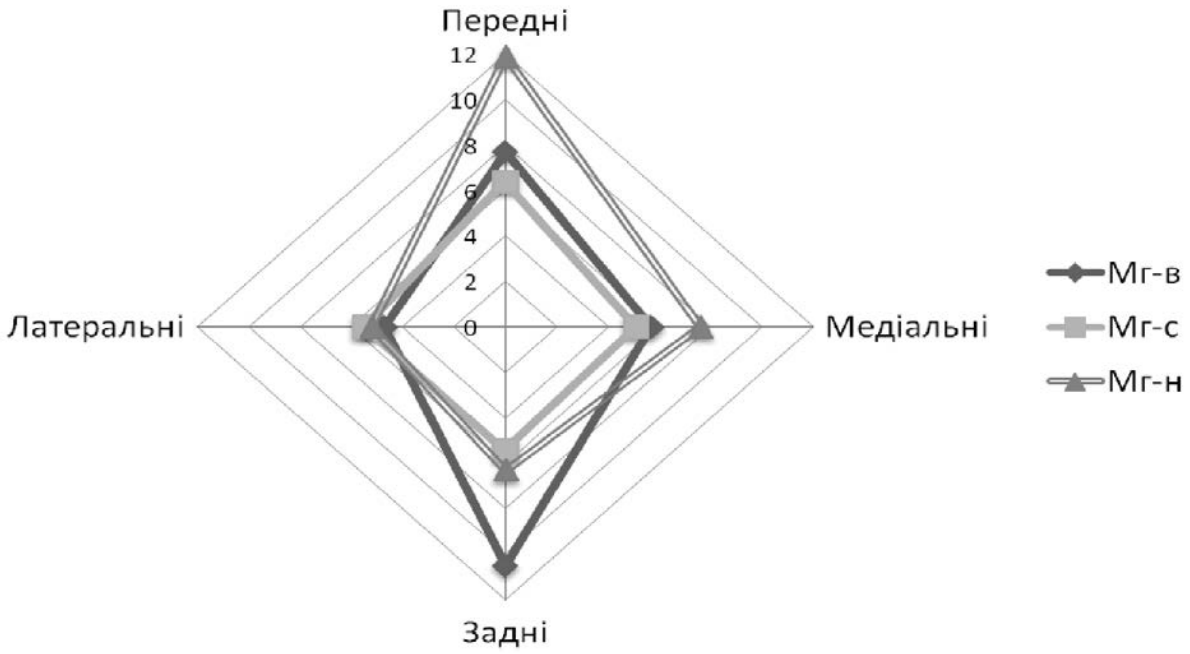


Мал. 3. Схема розподілу кількості пор (у %) у великогомілковій кістці (Вг-в – верхня третина, Вг-с – середня, Вг-н – нижня).

Мікроархітектура малогомілкової кістки має значну дисперсію і за кількостю канальців займає проміжний рівень. Частотний аналіз наведений на гістограмах встановлює певні закономірності (мал. 4). Верхні і середні відділи стегна, середній відділ великогомілкової кістки мають однорідну структуру в різних зразках.

Кісткова тканина прилеглих до колінного суглобу ділянок (низ стегна та верх великогомілкової кістки) має два різновиди мікроархітектури з кількістю пор біля 8% та 13-15% відповідно, що пов'язано з великою кількістю кровоносних судин до масивів м'язів, які прикріпляються у цих зонах. Також по два піки кількості пор має малогомілкова кістка.

Кількість та розмір пор кістки має ряд вірогідних кореляційних зв'язків із іншими структурними показниками. Перш за все, це сильний позитивний зв'язок із кількістю води у кістці та негативний із відсотком вмісту органічних компонентів. Цей зв'язок є зрозумілим, оскільки канальці у ламелярній кістці заповнені рідким вмістом. Пори - це компонент, що пов'язаний із мінеральними речовинами, і чим менша мінеральна густина, тим більше пор у структурі кістки, тим з меншою густиною мінеральних речовин та зворотно асоціює структура кістки.



Мал. 4. Схема розподілу кількості пор (у %) у малогомілковій кістці (Мг-в – верхня третина, Мг-с – середня, Мг-н – нижня).

ВИСНОВКИ

1. Результати дослідження дозволили у повному обсязі охарактеризувати структурно-функціональні особливості досліджуваних кісток за особливостями розподілу їх основних складових морфологічних компонентів.

2. Окремі структурно-функціональні особливості кісток нижньої кінцівки взаємопов'язані між собою рядом вірогідних кореляційних зв'язків і чинять вплив на формування морфологічних ознак ділянки перелому.

3. При ретроспективному встановленні обставин виникнення травм окремих кісток, необхідно враховувати як зовнішні, так і внутрішні чинники, пов'язані із особливостями організму та стану кісткової тканини конкретної людини.

Перспективи подальших досліджень. Врахування структурно-функціональних особливостей окремих відділів досліджуваних кісток та стану кісткової тканини конкретної людини під час встановлення механізмів їх руйнації при тупій травмі, дозволить у перспективі надавати достовірні та обґрунтовані підсумки органам дізнання у ході слідчого провадження.

Література:

1. **Bone Microarchitecture** and Stiffness in Premenopausal Women with Idiopathic Osteoporosis / Adi Cohen, X. Sherry Liu, Emily M. Stein [et. al.] // J. Clin. Endocrinol. Metab. – 2009. – Vol. 94, № 11. – P. 4351–4360.
2. **Proximal femoral** density distribution and structure in relation to age and hip fracture risk in women / Carballido-Gamio J., Harnish R., Saeed I. [et. al.] // J. Bone Miner Res. – 2013. – Vol. 28, № 3. – P. 537–546.
3. **Orientation** dependence of progressive post-yield behavior of human cortical bone in compression / [X.N. Dong, R.L. Acuna, Q. Luo, X. Wang] // J. Biomech. – 2012. – Vol. 45, № 16. – P. 2829–2834.
4. **Ipsilateral** fractures of the proximal femur and the femoral shaft / [P. Douša, J. Bartoníček, T. Pavelka, L. Luňáček] // Acta Chir. Orthop. Traumatol. Cech. – 2010. – Vol. 77, № 5. – P. 378–388.
5. **Bone structure** and geometry in young men: the influence of smoking, alcohol intake and physical activity /K.I. Eleftheriou, J.S. Rawal, L.E. James [et. al.] // Bone. – 2013. – Vol. 52, № 1. – P. 17–26.

6. **Bone morphometry** / M. Jaffar, B.V. Murlimanju, V.V. Saralaya [et. al.] // Bratisl. Lek. Listy. – 2012. – Vol. 11, № 3. – P. 673–675.
7. **Hoffa fracture** associated with femoral shaft and proximal tibial fractures: report of two cases / [A. Jain, P. Agrawal, M. Chadha, A. Pankaj] // Chin. J. Traumatol. – 2012. – Vol. 15, № 6. – P. 367–369.
8. **Distribution** of atypical fractures and cortical stress lesions in the femur: implications on pathophysiology /[J.S. Koh, S.K. Goh, M.A. Png] // Singapore Med. J. – 2011. – Vol. 52, № 2. – P. 77–80.
9. **Nieves J.W.** Atypical subtrochanteric and femoral shaft fractures and possible association with bisphosphonates /J.W. Nieves, F. Cosman // Curr. Osteoporos. Rep. – 2010. – Vol. 8, № 1. – P. 34–39.
10. **Siegmund T.** Can deterministic mechanical size effects contribute to fracture and microdamage accumulation in trabecular bone? / T. Siegmund, M.R. Allen, D.B. Burr // J. Theor. Biol. – 2010. – Vol. 265, № 2. – P. 202–210.
11. **Van der Meulen M.C.** Atypical subtrochanteric femoral shaft fractures: role for mechanics and bone quality /M.C. Van der Meulen, A.L. Boskey // Arthritis Res. Ther. – 2012. – Vol. 14, № 4. – P. 220.

СТАТИСТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ОТДЕЛЬНЫХ ОТДЕЛОВ ДЛИННЫХ ТРУБЧАТЫХ КОСТЕЙ НИЖНЕЙ КОНЕЧНОСТИ НА ФОРМИРОВАНИЕ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ ПЕРЕЛОМОВ ПРИ ТУПОЙ ТРАВМЕ

Савка И.Г.

Резюме. Исследовано основные показатели, характеризирующие структурно-функциональные особенности отдельных отделов длинных костей нижней конечности. Изучено основные составные компоненты минерального и органического матриксов костной ткани и установлены корреляционные зависимости между отдельными показателями. Полученные данные дадут возможность получить всестороннюю характеристику исследуемой кости по всей ее окружности и длине, а в дальнейшем исследовать ее влияние на закономерности формирования морфологических признаков излома трубчатой кости в момент ее разрушения (травматического повреждения) в судебно-медицинской практике.

Ключевые слова: структурно-функциональные особенности, длинные кости, нижняя конечность.

STATISTICAL SUBSTANTIATION OF THE EFFECT OF THE STRUCTURAL–FUNCTIONAL CHARACTERISTICS OF SEPARATE PORTIONS OF THE LONG TUBULAR BONES OF THE LOWER EXTREMITY ON THE FORMATION OF THE MORPHOLOGICAL SIGNS OF FRACTURES IN CASE OF A BLUNT INJURY

Savka I.H.

Abstract: The basic indices, characterizing the structural–functional peculiar features of different sections of the long bones of the lower extremity have been investigated. The principal constituent components of the mineral and organic matrices of the osseous tissue have been studied and correlation dependences between individual indices have been deduced. The obtained findings enable to characterize a bone under study along its entire circumference and length and subsequently, to investigate their influence on the consistent patterns of the formation of the morphological signs of the plane of a tubular bone fracture at the moment of its destruction (traumatic damage) in the forensic-medical practice.

Key words: structural-functional characteristics, long bones, lower extremity.