

УДК 616. 718 – 001.5 – 073 : 340. 6

**ФРАКТОГРАФІЯ – ОСНОВА СУДОВО-МЕДИЧНОЇ ТРАВМАТОЛОГІЇ****Савка І.Г.***Буковинський державний медичний університет, кафедра патоморфології та судової медицини, м.Чернівці*

**РЕЗЮМЕ:** у статті розкрито значення фрактографічного дослідження у судово-медичній травматології. Показана його роль та перспективи подальшого застосування у судово-медичній практиці при встановленні механізмів переломів довгих трубчастих кісток від дії тупих предметів.

**Ключові слова:** перелом, кістки, судова медицина

**Вступ.** Переломи кісток скелета людини відносяться до одних із найсерйозніших тілесних ушкоджень. Вони призводять до тривалого розладу здоров'я, різноманітних ускладнень після проведених лікувальних заходів, в ряді випадків є небезпечними для життя, причиною інвалідності і т.ін.

Особливу увагу переломи займають і в судовій медицині. Вони часто стають об'єктами судово-медичних досліджень при травмах тупими предметами на виробництві і в побуті, дорожньо-транспортних пригодах, падінні з висоти тощо.

Основні завдання, які ставляться при цьому слідчими органами, це: відновлення обставин та умов отримання травми, встановлення механізму перелому, виду травмуючого знаряддя, можливості виникнення ушкодження за конкретних вихідних умов та ін.

При вирішенні цих завдань судові медики часто зустрічаються із об'єктивними труднощами. Так, обставини справи нерідко залишаються нез'ясованими, сторони конфлікту часто висувають протилежні версії заподіяння травми, при дорожньо-транспортних пригодах тіла потерпілих перебувають у динамічному русі із багаточисленними змінами напрямку та кутів співударення із травмуючими поверхнями та ін.

**Мета дослідження.** Тому основною метою нашої роботи було вивчення фрактографічного дослідження як основного метода судово-медичної травматології та перспектив його подальшого застосування в умовах сьогодення.

**Матеріали та методи.** Нами проведено аналіз даних різних дослідників із вивчення площини переломів довгих трубчастих кісток нижніх кінцівок за умов дії різних видів травмуючих сил та розвитку основних видів деформацій кісткової тканини. Звернено увагу на закономірності руйнації та їх мікроскопічні морфологічні ознаки у зоні розриву, розповсюдження тріщини та у зоні долому.

**Результати досліджень та їх обговорення.** У наш час основним методом, що допомагає вирішити поставлені завдання є **фрактографічне дослідження**, яке полягає у детальному вивченні ділянки перелому: його країв та площини, наявності

додаткових скалок, їх орієнтації, форми та розмірів, особливостей траєкторії основної і додаткових тріщин тощо.

Визначення механізмів утворення переломів включає в себе комплексний підхід до цієї проблеми: дослідження фізичних властивостей кісткової тканини, аналіз закономірностей деформації і руйнації з урахуванням структурних і геометричних особливостей кісток, моделювання переломів за відомих умов експерименту та подальше зіставлення отриманих даних з експертними спостереженнями [5, 15].

Незважаючи на короткочасність формування перелому, це явище проходить ряд проміжних етапів. Тому механізм утворення перелому, у загальному вигляді, слід розглядати як процес дії зовнішньої сили на кістку, що супроводжується її деформацією із розвитком внутрішнього напруження, яке викликає дислокацію кісткових структур із подальшим зародженням, розвитком і розповсюдженням тріщин, що призводять до порушення її цілісності [15, 16].

Є п'ять основних видів деформацій, від яких зазнає руйнації кісткова тканина: розтягнення, стиснення, згин, зсув, скручування. При формуванні переломів окремих кісток і комбінації різних видів деформацій пріоритетна роль належить розтягненню кісткової тканини та її розриву. Ознаки цього виду руйнації є простими та універсальними і виявляються у всіх зонах перелому. Руйнівна дія розтягнення чітко простежується при деформації згину кісток. Цей вид деформації є найбільш розповсюдженим і викликає утворення більшості переломів як окремих кісток, так і складових частин кісткових комплексів. Розтягнення бере участь і при формуванні гвинтоподібних, дугоподібних переломів [17].

При усіх видах деформацій у кістці розвивається складна мозаїка внутрішніх напруг, орієнтація яких залежить від конструкційних особливостей кістки і напрямку зовнішньої дії. Окрім цього, у кістці, що зазнає деформації, виникають дотикові напруги, максимального значення які досягають у площинах  $45^{\circ}$  і  $135^{\circ}$  до вектора зовнішньої сили і головних напруг [15, 17].

Під час деформації у кістці накопичується потенціальна енергія, яка “гаситься” за рахунок утворення мікротріщин. Перші мікротріщини з’являються при навантаженні, яке складає 58 % від допустимого. При подальшому навантаженні і розвитку деформації кількість мікротріщин наростає і таким чином виникає магістральна тріщина, що формує перелом.

Під час деформації мікротріщини з’являються, перш за все, у критичних ділянках (концентрацях напруг) – неоднорідностях кісткової тканини: лакуни остеоцитів, фолькмановські і гаверсові канали, ділянки з підвищеною мінералізацією, лінії цементації і т. п.

У судово-медичній травматології у переломі виділяють три зони: початок формування перелому, де виникає магістральна тріщина та утворюється першопочаткове роз’єднання кістки (*зона розриву*); протилежна частина перелому – *зона долому*; проміжна – *зона розповсюдження*, яка добре виявляється на кістках із вираженим компактним шаром (діафізи трубчастих кісток).

Проведені фрактологічні дослідження дозволяють кожну із зон охарактеризувати певними морфологічними ознаками [5, 15-17].

У *зоні розриву* краї перелому відносно рівні, прямокутні (площина перелому із довжиною кістки складає кут, що наближається до  $90^{\circ}$ ), добре зіставляються; при стереомікроскопічному дослідженні площина зламу дрібнозерниста, має вигляд відносно рівної ділянки.

У *зоні долому* краї перелому нерівні, похилі, мають зубчастий характер, погано зіставляються через дефекти компактної речовини; від країв перелому відходять поздовжні тріщини, поверхня зламу представлена різної висоти кістковими гребенями.

У *зоні розповсюдження*, ближче до зони розриву, краї перелому відносно рівні, зіставимі, а ближче до зони долому – наявні протилежні ознаки. На межі зон розриву і розповсюдження формуються віялоподібні тріщини, які можуть брати участь в утворенні додаткового осколка. У такому разі його основа обернена до зони долому (місця дії стискаючих зусиль, прикладання сили).

Описані морфологічні ознаки перелому можуть піддаватися деяким змінам, залежно від виду зовнішньої дії – удару чи стиснення.

*Удар* – короткочасна (тривалістю менше 0,1-0,01 секунди) динамічна взаємодія травмуючого предмета з тілом людини. Ударна дія буває високошвидкісною (протягом декількох мілісекунд), коли деформація не встигає розповсюдитися на весь об’єм травмуючого предмета і у місці удару виникають значні місцеві деформації, що супроводжується локальною руйнацією. Чим менший час співударяння, тим більше енергії передається травмованій частині тіла і тим більший об’єм ушкоджень.

Дія тупого предмета, що приведений у рух рукою людини, травмування від ударів виступаючими частинами транспорту та при падінні з висоти відносяться до середньошвидкісних ударів (тривалістю 0,1-0,01 секунди). Об’єм ушкоджень у цих випадках буде залежати від маси і розмірів травмуючих предметів. При ударах предметом із обмеженою контактуючою поверхнею, окрім локальних переломів, формуються і локально-конструкційні. При значній масі предмета до цих переломів приєднуються і конструкційні, за рахунок більш розповсюдженої загальної деформації.

*Стиснення* – статичний вид взаємодії тіла чи його частини, як правило, з двома масивними твердими предметами, які рухаються назустріч один одному, або один із них перебуває у нерухомому стані. На відміну від удару, статичне стиснення може тривати декілька секунд чи хвилин.

При фрактографічному дослідженні можна виділити морфологічні ознаки площини перелому, що дозволяють провести диференційну діагностику основних видів травматичних дій [2, 4, 6, 8, 11]. За основу взято фрактографічне дослідження довгих трубчастих кісток нижніх кінцівок, оскільки на них припадає основне опорне навантаження тіла людини, вони у першу чергу зазнають руйнації при дорожньо-транспортних пригодах і падіннях із висоти, часто є об’єктами медико-криміналістичних досліджень.

Морфологічні ознаки площини перелому, характерні для *удару*, наступні:

- поодинокий “ямковий” вирив у зоні розриву;
- паралельні борозни крайової частини перелому;
- обмеження зони розриву тріщинами;
- різна протяжність ділянок зсуву (переважає згладжений характер);
- відходження гребенів під гострим кутом до краю надлому;
- пилкоподібний контур краю надлому;
- наскрізна тріщина компактного шару;
- сходиноквий характер межі зони зсуву і долому;
- зміна траєкторії магістральної тріщини з переважанням поздовжнього напрямку.

Морфологічні ознаки площини перелому, характерні для *стиснення*:

- численні “ямкові” вириви у зоні розриву;
- гребені відходять під прямим кутом до краю перелому у зоні зсуву;
- великохвилястий характер перелому у зоні зсуву;
- згладженість перелому на ділянці, що прилягає до кістково-мозкової порожнини у зоні зсуву;
- наявність дефектів, трикутноподібної форми, що вершинами обернені до кістково-мозкової порожнини у зоні зсуву;
- у зоні зсуву контур перелому має вигляд поодиноких зубчиків;
- хвилеподібна траєкторія руйнації у зоні зсуву;

- однорідний характер руйнації у зонах зсуву і долому;
- чергування великохвилястої і згладженої поверхонь руйнації при переході зони зсуву у долом;
- протяжність долому займає до 1/3 загальної протяжності руйнації;
- зубчастий контур країв долому.

Слід звернути увагу, що все більше авторів вказують в останніх публікаціях на вплив геохімічних особливостей, неблагоприємних екологічних чинників окремих регіонів, солей важких металів на порушення мікроелементного гомеостазу, морфогенез скелета і метаболізм кісткової тканини [1, 3, 7, 10, 12-14]. Все це призводить до сповільнення епіфізарного росту кісток, порушення процесу ремоделювання, підсилення резорбції кісткових структур, пригнічення мінерального обміну, розвитку остеопорозу, втрати міцності кістки. Описані зміни нарастають з віком і впливають на закономірності руйнації кісткової тканини [9].

В той же час, у доступній літературі ми не зустріли вивчення впливу вказаних факторів на змі-

ну морфологічних ознак при фрактографічному дослідженні площини переломів.

#### Висновки.

1. Фрактографічне вивчення площини переломів є основним методом при дослідженні переломів кісток у судово-медичній травматології.

2. Удар і стиснення формують різні морфологічні ознаки, які можна виявити при фрактографічному дослідженні площини переломів довгих трубчастих кісток нижніх кінцівок.

3. За виявленими морфологічними ознаками при фрактографічному дослідженні площини переломів можна встановити вид зовнішньої дії, особливості перебігу процесу руйнації у часі, види деформацій, які розвиваються у кістці при навантаженні травмуючими засобами, що дозволить надавати обґрунтовані відповіді слідчим органам.

Перспективним є подальше вивчення впливу неблагоприємних екологічних факторів та геохімічних особливостей ендемічних регіонів на перебіг процесу руйнації кісткової тканини та формування морфологічних ознак площини переломів при фрактографічному дослідженні.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Арабська Л. П. Мідь та особливості її впливу на структурно-функціональний стан кісткової тканини, фізичний розвиток дітей в умовах інкорпорації альфа-радіонуклідів в організм дітей / Л. П. Арабська, Ю. Г. Антипкін, В. В. Поворознюк [та ін.] // Український мед. альманах. – 2000. – Т. 3, № 1. – С. 10–14.
2. Бахметьев В. И. Определение вида внешнего воздействия на основе анализа морфологии излома длинных трубчатых костей нижних конечностей / В. И. Бахметьев, М. А. Кислов // Судебно-медицинская экспертиза. – 2008. – Т. 51, № 6. – С. 11–13.
3. Васько Л. В. Морфофункціональні дослідження кісток після пошкодження на фоні дії негативних чинників / Л. В. Васько, Л. І. Кіптенко, Г. Ю. Будко // Здобутки клініч. і експеримент. медицини. – 2008. – № 1. – С. 104–106.
4. Голубович П. Л. Судово-медичний аспект дослідження губчастої речовини кісток / П. Л. Голубович // Український суд. мед. вісник. – 2000. – № 1(9). – С. 22–24.
5. Крюков В. Н. Основы механо- и морфогенеза переломов / В. Н. Крюков. – М. : Фолиум, 1995. – 232 с.
6. Кузьменко Е. Д. К вопросу о повреждении тупыми предметами / Е. Д. Кузьменко, В. И. Матвеевко, Т. В. Петренко [и др.] // Актуальні питання та перспективи розвитку судової медицини та криміналістики : Мат. міжнар. наук.-практ. конф. : (Харків, 14-16 вересня 2005р.). – Х. : Гриф, 2005. – С. 118-119.
7. Макар Б. Г. Зміни кісткової системи за умов дегідратації та впливу солей важких металів / Б. Г. Макар, Б. Ю. Банул // Клінічна анатомія та оперативна хірургія. – 2007. – Т. 6, № 4. – С. 91–94.
8. Міренков К. В. До питання про динаміку фрактального руху кісткової тканини / К. В. Міренков, І. І. Труфанов // Репаративна регенерація кісткової тканини, проблеми та перспективи : XIV з'їзд ортопедів-травматологів України (21-23 вересня 2006 р.) : Мат. з'їзду, Ч. 5. – Одеса, 2006. – С. 276-278.
9. Накоскин А. Н. Изменения биохимического состава бедренной кости у людей разного возраста / А. Н. Накоскин // Проблемы старения и долголетия. – 2008. – Т. 17, № 1. – С. 21–25.
10. Нейко Є. М. Інтоксикація кадмієм : токсикокінетика і механізм біоцидних ефектів (огляд літератури і власних досліджень) / Є. М. Нейко, Ю. І. Губський, Г. М. Ерстенюк // Журнал АМН України. – 2003. – Т. 9, № 2. – С. 250–261.
11. Плаксин В. О. Влияние слоистости костной ткани на морфологию разрушения плоских и трубчатых костей / В. О. Плаксин, С. В. Леонов // Перспективы развития и совершенствования судебно-медицинской науки и практики : Мат. VI всеросс. съезда суд. медиков (посвящ. 30-летию всеросс. общества суд. медиков). – Москва-Тюмень, 2005. – С. 223-224.
12. Погорелов М. В. Зміни хімічного складу стегнової кістки щурів при дії екологічних факторів Сумщини та їх корекція / М. В. Погорелов, Г. Ф. Ткач // Клінічна анатомія та оперативна хірургія. – 2004. – Т. 3, № 4. – С. 24–26.
13. Романюк А. М. Реакція кісткової тканини на негативні впливи фізичних та хімічних факторів зовнішнього середовища / А. М. Романюк, О. М. Гортинська, Г. Ю. Будко // Вісник Сумського державного університету. – 2002. – № 11(44). – С. 5–11.
14. Фролова Т. В. Вивчення структурно-функціонального стану кісткової тканини з урахуванням екологічних та демографічних особливостей : принципи, методологія, поширення остеопенії / Т. В. Фролова, В. О. Ольховський, С. П. Шкляр // Патологія. – 2006. – Т. 3, № 1. – С. 39–43.
15. Янковский В. Э. Перелом и его морфологические признаки / В. Э. Янковский, Б. А. Саркисян // Ученые записки Спб ГМУ им. акад. И. П. Павлова. – 2001. – Т. 8, № 4. – С. 110–114.

16. Янковский В. Э. Роль растяжения в процессе формирования переломов / В. Э. Янковский // Судебно-медицинская экспертиза. – 2008. – Т. 51, № 2. – С. 3–6.

17. Янковский В. Э. Некоторые особенности формирования переломов / В. Э. Янковский // Перспективы развития и совершенствования судебно-медицинской науки и практики : Мат. VI всеросс. съезда суд. медиков (посвящ. 30-летию всеросс. общества суд. медиков). – Москва-Тюмень, 2005. – С. 312.

### **SUMMARY**

#### **FRACTOGRAPHY IS THE BASIS OF FORENSIC-MEDICAL TRAUMATOLOGY**

**Savka I.H.**

The paper reveals the significance of a fractographic examination in forensic-medical traumatology. Its role and prospects of further use in forensic-medical practice have been demonstrated, when establishing the mechanism of fractures of the long tubular bones, due to the action of blunt objects.

**Key words:** fracture, bones, forensic medicine