

СУЧАСНІ СВІТОВІ НАУКОВІ ТРЕНДИ КРИМІНАЛІСТИЧНИХ МЕТОДІВ ДОСЛІДЖЕНЬ У ВИПАДКАХ ВОГНЕПАЛЬНОЇ ТРАВМИ

Франчук В. В.

Тернопільський національний медичний університет ім. І. Я. Горбачевського МОЗ України,
м. Тернопіль, Україна

Резюме. Здійснений огляд літератури з метою пошуку нових наукових тенденцій у криміналістичних методах досліджень у випадках поранень вогнепальною зброєю. Проаналізовані статті з цієї тематики, опубліковані в найбільш цитованих фахових судово-медичних журналах світу за 2019-2023 роки. Здійснений літературний пошук виявив наступні основні наукові напрями в криміналістиці, що сьогодні активно розробляються у випадках вогнепальної травми: власне експертиза вогнепальної зброї, реконструкція обставин інциденту, пов'язаного з застосуванням вогнепальної зброї, та ранова балістика. У статті підкреслене велике значення ранової балістики. Також висвітлені результати сучасних досліджень щодо імітаторів м'яких тканин, основні шляхи та методи застосування радіологічних методів під час судово-медичної та балістичної експертизи. Особлива увага приділена молекулярній балістиці та балістичній моделі (симулятор тканинних структур голови).

Ключові слова: вогнепальна травма, криміналістика, судово-медична експертиза, методи досліджень у криміналістиці, ранова балістика.

Вступ. Одним з найважливіших і найскладніших напрямів сучасної судово-медичної науки є експертиза вогнепальної травми, яка стала сьогодні достатньо складним і комплексним процесом, що обумовлено великою кількістю різноманітних спеціальних питань, необхідних для вирішення слідством [1]. Серед цих питань наступні: ідентифікація травмуючого снаряда та конкретного екземпляра зброї, з якої був зроблений постріл, балістичні властивості вогнепальних снарядів, механізм утворення вогнепальних ушкоджень тощо.

Надзвичайне значення у випадках вогнепальної травми судово-медична експертиза має тепер, в умовах збройної агресії російської федерації проти України, коли нашій державі довелося зіткнутися з масовими воєнними злочинами, скоєними загарбниками на тимчасово окупованих територіях [2].

Тому нині необхідні нові підходи в експертних дослідженнях вогнепальної травми, які б надавали правоохоронним органам певні фактичні дані, що дозволяли б об'єктивно відтворити обставини скоєння злочину. Крім ретельно проведеного огляду трупа та подальшої аутопсії, одним з ключових факторів успішного розслідування злочинів, пов'язаних з використанням вогнепальної зброї, є застосування сучасних криміналістичних методів, насамперед пов'язаних із судовою балістикою [3].

Мета роботи. Пошук сучасних світових наукових тенденцій у криміналістиці у випадках вогнепальної травми, що може бути корисним для судово-медичних експертів та інших фахівців, як для наукових досліджень, так і під час виконання експертизи у випадках розслідування протиправних дій, пов'язаних із застосуванням вогнепальної зброї.

Згідно з даними групи науковців з Нідерландського інституту криміналістики, однієї з провідних судово-експертних установ Європи, основними напрямками розвитку сучасних методів криміналістичних досліджень під час експертизи випадків, пов'язаних з протиправним використанням вогнепальної зброї, є експертиза самої зброї, реконструкція обставин вогнепальної травми та ранова балістика [4].

Експертне дослідження вогнепальної зброї здійснюється з метою надання висновку про конкретний екземпляр зброї, з якої був зроблений постріл. Це відбувається шляхом знаходження характерних ушкоджень на кулі чи гільзі від взаємодії з нарізами ствола, від дії бойка або інших компонентів зброї. Дослідники звертають увагу на окремі особливості, що можуть впливати на процес ідентифікації конкретного взірця вогнепальної зброї. Зокрема, група науковців і експертів-зброярів Сполученого Королівства звернули увагу на вплив матеріалу капсульного складу на топографію відбитків бойка, що слід враховувати під час експертизи [5]. Інші дослідники вивчали діаметр і глибину відбитків бойка на капсулях патронів калібру 7,62×39 мм і довели, що в режимі одиничного пострілу величини цих відбитків були нестабільними для кожного з чотирьох різних типів боєприпасів, що вистрілювалися з трьох різних гвинтівок [6]. А. Кокін (2021) і А. Назон (2021) показали, що використання саморобної або модифікованої вогнепальної зброї залишає типові слідові ознаки на кулях і гільзах, що дозволяє ідентифікувати зброю саме як саморобну [7, 8].

Цікаві дослідження провели вчені-криміналісти разом з експертами в галузі балістики з лабораторії судової балістики міста Верона (Італія), які виконали серію пострілів трьома різними револьверами з застосуванням однакових патронів 357 Magnum [9]. Здійснюючи по 10 пострілів вгору, горизонтально та під кутом донизу, вони вимірювали початкову швидкість кулі, тиск порохових газів у патроннику та глибину сліду від бойка на гільзі. Науковці довели, що швидкість кулі, тиск порохових газів і глибина сліду від бойка зменшувалися зі зміною просторової орієнтації ствола згори донизу. Різна глибина сліду від бойка, на думку авторів, може слугувати важливою доказовою ознакою певного положення ствола вогнепальної зброї в момент пострілу [9].

Для з'ясування спеціальних питань слідства під час реконструкції злочину, пов'язаного з застосуванням вогнепальної зброї, провідні науковці Європи виокремлюють три головних напрями досліджень: відтворення так званої bullet behavior («поведінки кулі») та траєкторії її польоту, оцінювання особливостей вхідного ушкодження та встановлення дистанції пострілу [4].

Зокрема, Е. Лісціо та співавт. (2020) вивчали залежність кута, під яким куля влучала в мішень (сталеву пластину), відповідно до форми самої кулі та величини вхідного отвору [10-12]. Проте вірогідних критеріїв такої залежності встановити не вдалося. Група експертів-криміналістів з Нідерландів і Швейцарії досліджувала особливості відхилення чотирьох типів 9 мм куль Luger на тканинних імітаторах (желатинових блоках) з вимірюванням його величини після вильоту кулі з блока [13]. Суцільнометалеві оболонкові недеформівні тупо- та гострокінцеві кулі продемонстрували стійке відхилення від основної траєкторії. Кулі, що деформуються, показали ще більшу нестабільність. Відхилення від траєкторії свого польоту для суцільнометалевих оболонкових гострокінцевих куль зі зменшенням відстані пострілу не спостерігалось. Досліджуючи поведінку тупокінцевих куль і куль з усіченою у вигляді конуса головною частиною під час проходження через симулятори м'яких тканин, Л. С. Нааг, А. Jason (2020) встановили відсутність зміни траєкторії польоту куль цих типів [14].

Експерти-криміналісти з Центру судових експертиз (м. Сідней, Австралія) вивчали вплив довжини ствола на особливості вхідного вогнепального отвору під час пострілів з п'яти 12-каліберних гладкоствольних рушниць кількома серіями на різних відстанях за умови обтинання дула частинами по 10 см довжини [15]. При пострілі з дистанції 1 м вони спостерігали один вхідний отвір як для рушниць зі стандартною довжиною ствола, так і для втинків. На відстанях 2,5, 5 і 10 м було статистично достовірно встановлене збільшення площі розсіювання дроби при пострілах з модифікованих рушниць (втинків) порівняно з рушницями фабричними. Автори зробили висновок, що площа розсіювання дроби при пострілах з гладкоствольної зброї більше залежить від відстані до мішені, ніж від довжини ствола.

Щодо сучасних підходів у визначенні відстані пострілу цікавим є дослідження італійських вчених судових біохіміків, які вивчали електрохімічну активність нітроефірних

груп нітроцелюлози як головного компонента бездимного пороху та запропонували кількісний вольтамперометричний метод аналізу відкладання залишків порохового заряду навколо мішені [16]. Вони довели, що за допомогою цієї методики можна достовірно визначати дистанцію пострілу (в метричних одиницях) на відстанях понад 120 см між дульним зрізом і мішенню.

Для практичних судово-медичних експертів України, а також науковців, які вивчають проблемні питання, пов'язані з виконанням судово-медичних експертиз у випадках вогнепальної травми, інтерес можуть становити наукові тренди, що нині існують у світі, насамперед у рановій балістиці.

Отже, одним з головних напрямів наукових досліджень у сучасній рановій балістиці, як засвідчують публікації в провідних фахових виданнях Північної Америки, Австралії і Європи, є пошук середників, які б за своїми фізичними характеристиками найбільш адекватно відповідали тканинам тіла людини – так званих «tissue simulants» (імітатори тканин). Зокрема, L. C. Naag (2020) показав, що використання новітніх тканинних симуляторів, як-от синтетичні гелі (Clear Ballistics, Perma-Gel тощо), не відповідає стандартному 10 % желатину щодо глибини проникнення кулі та втрати її швидкості відносно одиниці довжини ранового каналу [17]. Це обмежує можливості балістичних експертиз, відтак негативно впливає на відтворення обставин інциденту, пов'язаного з протиправним використанням ручної вогнепальної зброї. В іншому дослідженні на симуляторах м'яких тканин S. Schuma (2020) вивчав передачу енергії розривної кулі 12-сантиметровим кубикам з 10 % (за вагою) желатину, охолодженого до 4 °C [18]. Утворення тимчасової порожнини було зафіксовано методом швидкісного фільмування й оцінено за тріщинами у вигляді шматочків товщиною 1 см, що були вирізані з блоків після експерименту. Було встановлено, що виміряні параметри тріщин на зрізах корелювали з сумарною енергією, переданою блокам під час проходження кулі, та доведено високу доказовість дослідження саме зрізів порівняно зі швидкісним фільмуванням.

Вивчаючи особливості морфологічних властивостей вогнепальних переломів плоских кісток, англійські вчені судові медики та судові біологи запропонували використовувати як симулятори свинячі ребра [19]. Вони довели, що особливості деформації кісткової тканини суттєво відрізнялися залежно від швидкості кулі. Так, використовуючи для експерименту 5,56 мм тупокінцеві кулі, дослідники встановили, що за швидкості кулі нижче 323 м/с кісткова структура ребра реагує на травму як пружний і пластичний матеріал. За швидкості вогнепального снаряда понад 551 м/с ребро стає крихким і легко руйнується з утворенням численних кісткових фрагментів. Пробивна дія кулі при попаданні її в ребро була зафіксована за кінетичної енергії снаряда 0,14 Дж/мм².

Вчені з кафедри ортопедії та м'язово-скелетної медицини Університету Отаго (Нова Зеландія) виконали порівняльне дослідження вхідних кульових вогнепальних ушкоджень свинячих ребер і поліуретанових пластин різної товщини (5, 6, і 12 мм) як імітаторів плоскої кістки [20]. Здійснюючи експериментальні постріли кулями калібру 5,56 мм, науковці порівнювали особливості тимчасової пульсуючої порожнини, розповсюдження енергії, кількість утворених фрагментів, кут відхилення снаряда. Було констатовано, що найкращим імітатором плоскої кістки (ребра) при пострілах кулею калібру 5,56 мм є поліуретанові пластини товщиною 5 мм.

У випадках вогнепальних поранень голови перспективним напрямом сучасної ранової балістики, як вказують E. Mattijssen і співавт. (2022), A. Giorgetti (2019), L. E. Paulis (2019), є посмертна реконструкція з використанням так званої «ballistic head model» (симулятор тканинних структур структур голови) [4, 21, 22, 23]. Такий симулятор зазвичай складається зі спеціального балістичного мила (ballistic soap), що імітує шкіру та підшкірно-жирову клітковину, поліуретанової пластинки як симулятора кісток склепіння черепа та 10 % желатину як імітатора речовини головного мозку. Здійснюючи експериментальні постріли та порівнюючи властивості вхідних вогнепальних ран, знайдених під час судово-медичної експертизи загиблих, F. Riva та співавт. (2019) встановили повну відповідність цих ран вогнепальним ушкодженням, отриманим

на моделі [23]. Водночас деформація куль, вистріляних експериментально в модель голови, була дещо меншою, ніж зміна конфігурації куль, вилучених з тіл загиблих.

Вчені з Університетського центру судової медицини (м. Лозанна, Швейцарія) запропонували проводити реконструкцію фатальної вогнепальної травми голови за допомогою відкритої та закритої моделей [24]. Відкрита модель голови передбачала симулятор шкіри, 10 % желатин як підшкірно-жирову клітковину, поліуретанову пластинку як імітатор кісток черепа та 10 % желатин як симулятор головного мозку. Закрита модель являла собою комбінацію тих самих матеріалів з тією різницею, що поліуретанова пластинка була розміщена на спеціальній сфері, наповненій желатином, а зовні пластинка була покрита симулятором підшкірно-жирової клітковини та шкіри. Автори довели, що попри те, що закрита модель була більш анатомічно коректною, особливості проходження кулі через імітатор головного мозку з документальною фіксацією параметрів її польоту (шляхом швидкісного фільмування) краще оцінити з використанням відкритої моделі.

Окремі дослідження у випадках вогнепальної травми присвячені пошуку оптимальних шляхів застосування різноманітних радіологічних методів. Зокрема, об'єднана група науковців з Інституту досліджень поліцейських наук Університету Алькала (м. Мадрид, Іспанія) та департаменту балістики криміналістичної служби національної гвардії (м. Мадрид-Барселона, Іспанія) досліджувала, як за допомогою комп'ютерної томографії можна виміряти об'єм і довжину тимчасової пульсуючої порожнини з використанням спеціальних мильних блоків [25]. Порівнюючи власні результати з аналогічними, отриманими з застосуванням силіконових блоків, автори довели, що метод сканування є більш точним, вірогідним і чутливим.

Дискутабельним серед криміналістів і судових медиків Європи є питання ефективності та граничних меж застосування радіологічних методів ранової балістики порівняно з традиційними методами судово-медичних аутопсій. У цьому зв'язку стверджується, що майбутнє ранової балістики саме за посмертною комп'ютерною томографією [21]. Фахівці департаменту криміналістики національної поліції Нідерландів, досліджуючи 100 ранових каналів у тілах 21 загиблого від вогнепальної травми, встановили, що комп'ютерна томографія є найкращим методом щодо виявлення в тканинах трупа металевих фрагментів вогнепального снаряда, внутрішніх ушкоджень і напрямку ранового каналу, але цей метод втрачає свою значущість у визначенні вхідної та вихідної вогнепальних ран [26]. Фахівці департаменту радіології і ядерної медицини Маастрихтського університету спільно з науковцями Нідерландського інституту криміналістики (м. Маастрихт, Нідерланди), вивчаючи можливості ідентифікації кулі, довели, що комп'ютерна томографія є важливим методом встановлення зовнішніх геометричних параметрів вогнепального снаряда, але є малоінформативною щодо внутрішньої будови самої кулі (її оболонки та сердечника) [22].

Згідно з даними інших нідерландських вчених, судових медиків і радіологів, 80 трупів осіб, загиблих внаслідок вогнепальних ушкоджень, були піддані комп'ютерній томографії [27]. Отримані скани були ретроспективно вивчені досвідченими радіологами, яким обставини вогнепальної травми та результати експертиз трупів повідомлені не були. Дослідники виявили суттєві розбіжності між висновками радіологів і даними судово-медичних розтинів, оскільки у випадках кількох вогнепальних поранень за результатами томографії не завжди вдавалося встановити основне ушкодження, яке стало причиною смерті. Порівнюючи особливості застосування магнітно-резонансної томографії та традиційної комп'ютерної томографії, об'єднана група вчених з департаменту судової медицини Інституту судової медицини Цюрихського університету (м. Цюрих, Швейцарія) та департаменту радіології Дебреценського університету (м. Дебрецен, Угорщина) констатувала кращу візуалізацію рентгенопозитивних частинок у шкірі вхідної вогнепальної рани при контактному пострілі під час комп'ютерної томографії та хорошу візуалізацію ушкоджень підлеглих м'яких тканин при магнітно-резонансній томографії [28].

Окрему увагу експериментальних досліджень криміналістів Європи було приділено молекулярній балістиці – сучасному напрямку медичної криміналістики, що об'єднує молекулярну

біологію, судову та ранову балістику і полягає в комплексному виявленні, фіксації та візуалізації різноманітних біологічних слідів, що можуть бути знайдені на місці події чи на тілах загиблих внаслідок використання вогнепальної зброї. Зокрема, J. Euteneuer і співавт. (2019, 2021) констатували важливе значення молекулярної балістики, особливо під час дослідження так званого феномену «backspatter» – зворотного (в бік, протилежний польоту кулі) розбризкування біологічного матеріалу з вхідної вогнепальної рани [29, 30]. У своїх працях ці дослідники довели високу доказовість застосування методів молекулярної балістики під час вивчення зворотного розбризкування, зокрема на так званих стандартизованих моделях голови – репродукція людського черепа, вкритого тонким шаром спеціальної гуми та наповненого зсередини резервуаром з кров'ю, акриловою фарбою та контрастною речовиною, а також желатином як імітатором мозкової речовини [30, 31].

Учені Інституту судової медицини Бернського університету (м. Берн, Швейцарія) вивчали вплив передкульового стовпа стиснутого повітря на формування тимчасової пульсуючої порожнини [32]. Вони здійснили 72 постріли кулями різних калібрів у желатинові блоки діаметром 12 см з різних відстаней – впритул, 1, 2, 3, 5 і 10 см. Була встановлена тенденція до збільшення об'єму порожнини та зміни профілю ранового каналу від тубо- до грушоподібної форми зі зменшенням відстані пострілу. Дія передкульового стовпа стиснутого повітря за даними цих дослідників може спостерігатися на відстані не більше 3 см від дульного зрізу зброї до об'єкта.

Нині також активно вдосконалюються та розвиваються інші напрями наукових і експериментальних досліджень у випадках вогнепальної травми. Серед них – вивчення особливостей розповсюдження та дії додаткових факторів пострілу для відтворення слідових обставин злочину; дослідження властивостей ушкоджень одягу, тканин і органів від дії вогнепальних снарядів різного призначення, з різними конструктивними особливостями, формою головної частини та різною контактною швидкістю; візуалізація особливостей вогнепального ранового каналу за допомогою тривимірної просторової реконструкції; розробка єдиних підходів до моделювання вогнепальних ушкоджень як у лабораторних, так і в польових умовах тощо.

Висновок. Отже, аналіз сучасних світових тенденцій у криміналістиці дозволяє поглибити знання практичних судово-медичних експертів і науковців щодо конструктивних особливостей вогнепальної зброї, балістичних властивостей вогнепальних снарядів, механізму утворення вогнепальних ушкоджень, спеціальних методів досліджень і діагностики щодо ідентифікації травмуючого снаряда, конкретного екземпляра зброї, реконструкції обставин інциденту тощо для об'єктивної та науково обґрунтованої оцінки характеру морфологічних ушкоджень і розв'язання інших спеціальних питань слідства у випадках злочинів, пов'язаних з використанням вогнепальної зброї.

Література

1. Змієвська ЮГ, Савка ІГ, Балук ІГ, Гринюк ВВ, Бізер АР. Прикладне значення 3D-моделювання в аспекті судово-медичної диференційної діагностики виду травмуючого снаряда при ушкодженнях з вогнепальної зброї та наближеної до неї за своїми характеристиками. Судово-медична експертиза. 2023;1:42-50. doi: 10.24061/2707-8728.1.2023.6
2. Vozniuk A, Hryha M. Topical issues of forensic medical examination in the investigation of war crimes. Scientific Journal of the National Academy of Internal Affairs. 2023;28(2):9-18. doi: 10.56215/naia-herald/2.2023.09
3. Змієвська ЮГ, Савка ІГ. Особливості вітчизняного розвитку можливостей судово-медичної діагностики вогнепальних ушкоджень. Судово-медична експертиза. 2021;1:3-10. doi: 10.24061/2707-8728.1.2021.1
4. Mattijssen EJAT, Kerkhoff W, Hermsen R, Hes RAG. Interpol review of forensic firearm examination 2019-2022. Forensic Sci Int Synerg [Internet]. 2022 Dec [cited 2023

- Sep 18];6:100305. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2589871X22000900?via%3Dihub> doi: 10.1016/j.fsisyn.2022.100305
5. Addinall K, Zeng W, Bills P, Wilcock PT, Blunt L. The effect of primer cap material on ballistic toolmark evidence. *Forensic Sci Int.* 2019;298:149-56. doi: 10.1016/j.forsciint.2019.02.054.
 6. Triki M, Amoura N, Hemmouche L. Use of firing pin impression dimensions on 7.62X39 mm caliber ammunition in firearm identification. *AFTE Journal.* 2021;53(2):67-85.
 7. Kokin A. The identification of homemade pistol barrels by the marks on the steel jacketed 9x18mm bullets. *AFTE Journal.* 2021;53(3):108-17.
 8. Hazon A. Forensic value of sidewall marks on cartridge cases discharged from homemade weapons. *AFTE Journal.* 2021;53(3):36-42.
 9. Manzalini V, Frisia M, Scomazzoni ML, Del Angel VF, Causin V. Firing pin impressions: a valuable feature for determining the orientation of the weapon at the time of shooting. *Forensic Sci Int [Internet].* 2020 Nov [cited 2023 Sep 18];316:110519. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0379073820303819> doi: 10.1016/j.forsciint.2020.110519
 10. Liscio E, Park J. The lead-in method for bullet impacts in metal panels. *Forensic Sci Int [Internet].* 2021 Jul [cited 2023 Sep 21];(326):110914. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0379073821002346?via%3Dihub> doi: 10.1016/j.forsciint.2021.110914.
 11. Liscio E, Imran R. Angle of impact determination from bullet holes in a metal surface. *Forensic Sci Int [Internet].* 2020 Sep [cited 2023 Sep 21];317:110504. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0379073820303662?via%3Dihub> doi: 10.1016/j.forsciint.2020.110504
 12. Walters M, Liscio E. The accuracy and repeatability of reconstructing single bullet impacts using the 2D ellipse method. *J Forensic Sci.* 2020;65(4):1120-7. doi: 10.1111/1556-4029.14309
 13. Kerkhoff W, Mattijssen EJAT, Riva F. Influence of bullet type and muzzle-to-target distance on trajectory deflection through a soft tissue simulant. *Forensic Sci. Int.* 2020 Jun [cited 2023 Sep 19];311:110289. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0379073820301511> doi: 10.1016/j.forsciint.2020.110289
 14. Haag LC, Jason A. Atypical bullet behavior – misleading gunshot wounds and bullet impact sites. *AFTE Journal.* 2020;52(4):214-29.
 15. Maitre M, Chiaravalle A, Horder M, Chadwick S, Beavis A. Evaluating the effect of barrel length on pellet distribution patterns of sawn-off shotguns. *Forensic Sci Int [Internet].* 2021 Mar [cited 2023 Sep 19];320:110685. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0379073821000050?via%3Dihub> doi: 10.1016/j.forsciint.2021.110685
 16. Profumo A, Capucciati A, Mattino A, Donghi M, Merli D. A simple voltammetric method to evaluate the firing distance through determination of nitrocellulose. *Talanta [Internet].* 2024 Jan [cited Sep 23];266(1):125040. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0039914023007919?via%3Dihub> doi: 10.1016/j.talanta.2023.125040
 17. Haag LC. Synthetic gelatins as soft tissue simulants. *AFTE Journal.* 2020;52(2):67-84.
 18. Schyma CWA. Ballistic gelatine – what we see and what we get. *Int J Legal Med.* 2020;134(1):309-15. doi: 10.1007/s00414-019-02177-z
 19. Caister AJ, Carr DJ, Campbell PD, Brock F, Breeze J. The ballistic performance of bone when impacted by fragments. *Int J Legal Med.* 2020;134(4):1387-93. doi: 10.1007/s00414-020-02299-9
 20. Pullen A, Kieser DC, Hooper G. A study into the viability of Synbone® as a proxy for *Sus scrofa* (domesticus) ribs for use with 5.56-mm open tip match ammunition in ballistic testing. *Int J Legal Med.* 2021;135(2):521-6. doi: 10.1007/s00414-020-02416-8
 21. Giorgetti A, Giraudo C, Viero A, Bisceglia M, Lupi A, Fais P, et al. Radiological investigation of gunshot wounds: a systematic review of published evidence. *Int J Legal Med.* 2019;133(4):1149-58. doi: 10.1007/s00414-019-02071-8

22. Paulis LE, Kroll J, Heijns L, Huijnen M, Gerretsen R, Backes WH, et al. Is CT bulletproof? On the use of CT for characterization of bullets in forensic radiology. *Int J Legal Med.* 2019;133(6):1869-77. doi: 10.1007/s00414-019-02033-0
23. Riva F, Lombardo P, Zech W-D, Jackowski C, Schyma C. Individual synthetic head models in wound ballistics – A feasibility study based on real cases, *Forensic Sci Int.* 2019;294:150-9. doi: 10.1016/j.forsciint.2018.11.020
24. Riva F, Fracasso T, Guerra A, Genet P. Practical application of synthetic head models in real ballistic cases. *Int J Legal Med.* 2021;135(6):2567-79. doi: 10.1007/s00414-021-02671-3
25. Burgos-Díez I, Zapata F, Chamorro-Sancho MJ, Ruano-Rando MJ, Ferrando-Gil JL, García-Ruiz C, et al. Comparison between computed tomography and silicone-casting methods to determine gunshot cavities in ballistic soap. *Int J Legal Med.* 2021;135(3):829-36. doi: 10.1007/s00414-020-02464-0
26. Van Kan RAT, Haest IHH, Lobbes MBI, Kroll J, Ernst SR, Kubat B, et al. Post-mortem computed tomography in forensic investigations of lethal gunshot incidents: is there an added value? *Int J Legal Med.* 2019;133(6):1889-94. doi: 10.1007/s00414-019-02108-y
27. Vester MEM, Nolte KB, Hatch GM, Gerrard CY, Stoel RD, Van Rijn RR, Postmortem computed tomography in firearm homicides: a retrospective case series. *J Forensic Sci.* 2020;65(5):1568-73. doi: 10.1111/1556-4029.14453
28. Gascho D, Marosi M, Thali MJ, Deininger-Czermak E. Postmortem computed tomography and magnetic resonance imaging of gunshot wounds to the neck. *J Forensic Sci.* 2020;65(4):1360-4. doi: 10.1111/1556-4029.14311
29. Euteneuer J, Courts C. Ten years of molecular ballistics – a review and a field guide. *Int J Legal Med.* 2021;135(4):1121-36. doi: 10.1007/s00414-021-02523-0
30. Euteneuer J, Gosch A, Cachée P, Courts C. Evaluation of the backspatter generation and wound profiles of an anatomically correct skull model for molecular ballistics. *Int J Legal Med.* 2019;133(6):1839-50. doi: 10.1007/s00414-019-02120-2
31. Euteneuer J, Gosch A, Courts C. Nothing but hot air?—On the molecular ballistic analysis of backspatter generated by and the hazard potential of blank guns. *Int J Legal Med.* 2021;135(5):2061-71. doi: 10.1007/s00414-021-02541-y
32. Schyma C, Bauer K, Müller R, Brünig J, Gotsmy W. The influence of muzzle gas on the temporary cavity. *Int J Legal Med.* 2020;134(3):1115-22. doi: 10.1007/s00414-020-02269-1

References

1. Zmiievs'ka YuH, Savka IH, Baluk IH, Hryniuk VV, Bizer AR. Prykladne znachennia 3D-modeliuvannia v aspekti sudovo-medychnoi dyferentsiinoi diahnostryky vydu travmuiuchoho snariada pry ushkodzhenniakh z vohnepal'noi zbroi ta nablyzhenoi do nei za svoimy kharakterystykamy [The applicable value of 3d modeling in the aspect of forensic medical differential diagnostics of the type of a traumatic tool in injuries from firearms and approximate to it by its characteristics]. *Sudovo-medychna ekspertyza.* 2023;1:42-50. doi: 10.24061/2707-8728.1.2023.6 (in Ukrainian)
2. Vozniuk A, Hryha M. Topical issues of forensic medical examination in the investigation of war crimes. *Scientific Journal of the National Academy of Internal Affairs.* 2023;28(2):9-18. doi: 10.56215/naia-herald/2.2023.09
3. Zmiievs'ka YuH, Savka IH. Osoblyvosti vitchyznianoho rozvytku mozhlyvostei sudovo-medychnoi diahnostryky vohnepal'nykh ushkodzen' [Features of the national development of possibilities forensic diagnostics of the gunshot injuries]. *Sudovo-medychna ekspertyza.* 2021;1:3-10. doi: 10.24061/2707-8728.1.2021.1 (in Ukrainian)
4. Mattijssen EJAT, Kerkhoff W, Hermsen R, Hes RAG. Interpol review of forensic firearm examination 2019-2022. *Forensic Sci Int Synerg* [Internet]. 2022 Dec [cited 2023

- Sep 18];6:100305. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2589871X22000900?via%3Dihub> doi: 10.1016/j.fsisyn.2022.100305
5. Addinall K, Zeng W, Bills P, Wilcock PT, Blunt L. The effect of primer cap material on ballistic toolmark evidence. *Forensic Sci Int.* 2019;298:149-56. doi: 10.1016/j.forsciint.2019.02.054.
 6. Triki M, Amoura N, Hemmouche L. Use of firing pin impression dimensions on 7.62X39 mm caliber ammunition in firearm identification. *AFTE Journal.* 2021;53(2):67-85.
 7. Kokin A. The identification of homemade pistol barrels by the marks on the steel jacketed 9x18mm bullets. *AFTE Journal.* 2021;53(3):108-17.
 8. Hazon A. Forensic value of sidewall marks on cartridge cases discharged from homemade weapons. *AFTE Journal.* 2021;53(3):36-42.
 9. Manzalini V, Frisia M, Scmazzone ML, Del Angel VF, Causin V. Firing pin impressions: a valuable feature for determining the orientation of the weapon at the time of shooting. *Forensic Sci Int [Internet].* 2020 Nov [cited 2023 Sep 18];316:110519. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0379073820303819> doi: 10.1016/j.forsciint.2020.110519
 10. Liscio E, Park J. The lead-in method for bullet impacts in metal panels. *Forensic Sci Int [Internet].* 2021 Jul [cited 2023 Sep 21];(326):110914. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0379073821002346?via%3Dihub> doi: 10.1016/j.forsciint.2021.110914.
 11. Liscio E, Imran R. Angle of impact determination from bullet holes in a metal surface. *Forensic Sci Int [Internet].* 2020 Sep [cited 2023 Sep 21];317:110504. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0379073820303662?via%3Dihub> doi: 10.1016/j.forsciint.2020.110504
 12. Walters M, Liscio E. The accuracy and repeatability of reconstructing single bullet impacts using the 2D ellipse method. *J Forensic Sci.* 2020;65(4):1120-7. doi: 10.1111/1556-4029.14309
 13. Kerkhoff W, Mattijssen EJAT, Riva F. Influence of bullet type and muzzle-to-target distance on trajectory deflection through a soft tissue simulant. *Forensic Sci. Int.* 2020 Jun [cited 2023 Sep 19];311:110289. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0379073820301511> doi: 10.1016/j.forsciint.2020.110289
 14. Haag LC, Jason A. Atypical bullet behavior – misleading gunshot wounds and bullet impact sites. *AFTE Journal.* 2020;52(4):214-29.
 15. Maitre M, Chiaravalle A, Horder M, Chadwick S, Beavis A. Evaluating the effect of barrel length on pellet distribution patterns of sawn-off shotguns. *Forensic Sci Int [Internet].* 2021 Mar [cited 2023 Sep 19];320:110685. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0379073821000050?via%3Dihub> doi: 10.1016/j.forsciint.2021.110685
 16. Profumo A, Capucciati A, Mattino A, Donghi M, Merli D. A simple voltammetric method to evaluate the firing distance through determination of nitrocellulose. *Talanta [Internet].* 2024 Jan [cited Sep 23];266(1):125040. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0039914023007919?via%3Dihub> doi: 10.1016/j.talanta.2023.125040
 17. Haag LC. Synthetic gelatins as soft tissue simulants. *AFTE Journal.* 2020;52(2):67-84.
 18. Schyma CWA. Ballistic gelatine – what we see and what we get. *Int J Legal Med.* 2020;134(1):309-15. doi: 10.1007/s00414-019-02177-z
 19. Caister AJ, Carr DJ, Campbell PD, Brock F, Breeze J. The ballistic performance of bone when impacted by fragments. *Int J Legal Med.* 2020;134(4):1387-93. doi: 10.1007/s00414-020-02299-9
 20. Pullen A, Kieser DC, Hooper G. A study into the viability of Synbone® as a proxy for *Sus scrofa* (domesticus) ribs for use with 5.56-mm open tip match ammunition in ballistic testing. *Int J Legal Med.* 2021;135(2):521-6. doi: 10.1007/s00414-020-02416-8
 21. Giorgetti A, Giraudo C, Viero A, Bisceglia M, Lupi A, Fais P, et al. Radiological investigation of gunshot wounds: a systematic review of published evidence. *Int J Legal Med.* 2019;133(4):1149-58. doi: 10.1007/s00414-019-02071-8

22. Paulis LE, Kroll J, Heijns L, Huijnen M, Gerretsen R, Backes WH, et al. Is CT bulletproof? On the use of CT for characterization of bullets in forensic radiology. *Int J Legal Med.* 2019;133(6):1869-77. doi: 10.1007/s00414-019-02033-0
23. Riva F, Lombardo P, Zech W-D, Jackowski C, Schyma C. Individual synthetic head models in wound ballistics – A feasibility study based on real cases, *Forensic Sci Int.* 2019;294:150-9. doi: 10.1016/j.forsciint.2018.11.020
24. Riva F, Fracasso T, Guerra A, Genet P. Practical application of synthetic head models in real ballistic cases. *Int J Legal Med.* 2021;135(6):2567-79. doi: 10.1007/s00414-021-02671-3
25. Burgos-Díez I, Zapata F, Chamorro-Sancho MJ, Ruano-Rando MJ, Ferrando-Gil JL, García-Ruiz C, et al. Comparison between computed tomography and silicone-casting methods to determine gunshot cavities in ballistic soap. *Int J Legal Med.* 2021;135(3):829-36. doi: 10.1007/s00414-020-02464-0
26. Van Kan RAT, Haest IHH, Lobbes MBI, Kroll J, Ernst SR, Kubat B, et al. Post-mortem computed tomography in forensic investigations of lethal gunshot incidents: is there an added value? *Int J Legal Med.* 2019;133(6):1889-94. doi: 10.1007/s00414-019-02108-y
27. Vester MEM, Nolte KB, Hatch GM, Gerrard CY, Stoel RD, Van Rijn RR, Postmortem computed tomography in firearm homicides: a retrospective case series. *J Forensic Sci.* 2020;65(5):1568-73. doi: 10.1111/1556-4029.14453
28. Gascho D, Marosi M, Thali MJ, Deininger-Czermak E. Postmortem computed tomography and magnetic resonance imaging of gunshot wounds to the neck. *J Forensic Sci.* 2020;65(4):1360-4. doi: 10.1111/1556-4029.14311
29. Euteneuer J, Courts C. Ten years of molecular ballistics – a review and a field guide. *Int J Legal Med.* 2021;135(4):1121-36. doi: 10.1007/s00414-021-02523-0
30. Euteneuer J, Gosch A, Cachée P, Courts C. Evaluation of the backspatter generation and wound profiles of an anatomically correct skull model for molecular ballistics. *Int J Legal Med.* 2019;133(6):1839-50. doi: 10.1007/s00414-019-02120-2
31. Euteneuer J, Gosch A, Courts C. Nothing but hot air?—On the molecular ballistic analysis of backspatter generated by and the hazard potential of blank guns. *Int J Legal Med.* 2021;135(5):2061-71. doi: 10.1007/s00414-021-02541-y
32. Schyma C, Bauer K, Müller R, Brünig J, Gotsmy W. The influence of muzzle gas on the temporary cavity. *Int J Legal Med.* 2020;134(3):1115-22. doi: 10.1007/s00414-020-02269-1

MODERN GLOBAL SCIENTIFIC TRENDS OF FORENSIC RESEARCH METHODS IN CASES OF FIREARM TRAUMA

Franchuk V. V.

I.Horbachevsky Ternopil National Medical University, Ternopil, Ukraine

Summary. This literature review aimed to investigate the new scientific trends in the methods concerning criminalistics in cases of firearm trauma. Articles on this topic published in the high-score forensic scientific journals between 2019-2023 years were analyzed. A literature search revealed the following major scientific areas of forensic science which are commonly developed today in cases of firearm trauma: firearm examination itself, shooting incident reconstruction and wound ballistics. A great importance of wound ballistics has underlined in the review. Basic studies on soft tissue simulants, main ways and methods in which radiology techniques can be applied during forensic medical and ballistic expertise were lightened too. Special attention in the article payed to molecular ballistics and ballistic head model.

Keywords: firearm trauma, criminalistics, forensic medical examination, research methods in criminalistics, wound ballistics.

Відомості про автора:

Франчук В. В. – доктор медичних наук, професор, професор кафедри патологічної анатомії з секційним курсом та судовою медициною, завідувач курсу судової медицини Тернопільського національного медичного університету ім. І. Я. Горбачевського МОЗ України, м. Тернопіль, Україна, м. Тернопіль, Україна, e-mail: franchukv@tdmu.edu.ua, ORCID ID: 0000-0001-8484-8049

Information about author:

Franchuk V. V. – Doctor of Medical Science, Professor, Professor of the Department of Pathologic anatomy, autopsy course and Forensic Pathology, Head of the Forensic Medicine Unit, I. Horbachevsky Ternopil National Medical University of the Ministry of Health of Ukraine, Ternopil, Ukraine, e-mail: franchukv@tdmu.edu.ua, ORCID ID: 0000-0001-8484-8049