

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

Змієвська Ю. Г.¹, Савка І. Г.¹, Балук І. Г.², Гринюк В. В.², Бізер А. Р.²

¹Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці, Україна

²Чернівецький науково-дослідний експертно-криміналістичний центр МВС України, м. Чернівці, Україна

Резюме. Впровадження сучасних доказових методів досліджень є досить важливим у процесі здійснення судово-медичних експертиз. Одним з них є 3D-моделювання тілесних ушкоджень різного генезу, що все ширше впроваджують у теорію та практику судової медицини як вітчизняні, так і закордонні науковці. У статті продемонстровані нові можливості під час проведення диференційної діагностики виду травмуючого снаряда, що відкриваються завдяки впровадженню методу 3D-моделювання в процес дослідження ушкоджень з вогнепальної зброї чи наближеної до неї за своїми характеристиками.

Мета роботи. Удосконалення процесу судово-медичної диференційної діагностики виду травмуючого снаряда шляхом 3D-моделювання тілесних ушкоджень, спричинених з дрібнокаліберної вогнепальної зброї або наближеної до неї за своїми характеристиками, створення можливостей щодо впровадження технік 3D-моделювання в повсякденну практичну роботу лікарів судово-медичних експертів і судово-медичних криміналістів з можливістю подальшого долучення отриманих результатів до матеріалів кримінальних проваджень.

Матеріали та методи. Матеріалом дослідження слугували результати експериментальних досліджень при пострілах з дрібнокаліберної вогнепальної зброї та револьвера для відстрілу патронів «Флобера». Вимірювання були здійснені як засобами традиційної вимірювальної техніки, так і в процесі проведеного 3D-моделювання вхідної вогнепальної рани на шкірі свині, з боку підшкірно-жирової клітковини та ранового каналу на різних його проміжках у балістичному пластиліні Roma Plastilina № 1 (США) для виконання стендових балістичних випробувань за стандартами NIJ, HOSDB. Отримані результати були опрацьовані з використанням загальноприйнятих у медицині методів варіаційної статистики.

Результати. У роботі наведені основні показники та встановлені взаємозалежності між параметрами при пострілах з револьвера для відстрілу патронів «Флобера» та дрібнокаліберної вогнепальної зброї та морфологічними ознаками вогнепальних ушкоджень. Визначені прямі середні та сильні кореляційні зв'язки між початковою швидкістю, кінетичною і питомою енергією кулі та довжиною ранового каналу, діаметром вхідної рани при її 3D-моделюванні, діаметрами ранового каналу в середній його частині та на виході, вимірними традиційними вимірювальними засобами та встановленими в процесі їх 3D-моделювання ($p \leq 0,05$).

Висновки. Впровадження методу 3D-моделювання дозволяє з більшою на порядок точністю досліджувати лінійні розміри всіх складових вогнепального ушкодження, створювати, вивчати, тривалий час зберігати їх в електронному архіві, за необхідності повторно та дистанційно аналізувати експертами різних установ і спеціальностей, підвищити наочність та об'єктивність при виконанні судово-медичних експертиз у випадках вогнепальних ушкоджень.

Ключові слова: вогнепальні тілесні ушкодження, вогнепальна зброя, судово-медична експертиза, 3D-моделювання.

Вступ. Виконання судово-медичних експертиз у випадках тілесних ушкоджень, спричинених з різних видів вогнепальної зброї, завжди потребує підвищеної уваги, набуття спеціальних знань і вмінь, володіння вузькоспеціалізованими професійними компетентностями. Особливої важливості й актуальності вони набули з 2014 року через початок активних бойових дій на Сході та Півдні нашої країни та після повномасштабного вторгнення російської федерації на територію України в лютому 2022 року.

Упродовж останніх років чимало науковців досліджували різноманітні судово-медичні аспекти вогнепальної травми, водночас звертаючи увагу на те, що низка важливих питань досі залишаються не до кінця дослідженими та перспективними для вивчення. Це і вдосконалення критеріїв віднесення тілесного ушкодження до вогнепального за характеристиками зброї та його морфологічними ознаками, встановлення критеріїв судово-медичної діагностики напрямку обертання вогнепального снаряда, покращення діагностики факторів пострілу та дослідження поверхні кулі для ідентифікації нарізної вогнепальної зброї, вивчення ушкоджень шкіри та підшкірно-жирової клітковини тіла людини, що утворюються внаслідок поранення різними видами вогнепальних снарядів, ранової балістики тощо [1, 2].

Тому важливість та актуальність судово-медичного дослідження вогнепальних тілесних ушкоджень і ранової балістики зростають з кожним днем. Оцінка характеру вогнепального ушкодження, визначення механізму й умов його утворення, встановлення виду вогнепального снаряда при пострілах з невідомої зброї, об'єктивізація та візуалізація процесу проведення таких експертиз нині є одними з найважливіших завдань для судово-медичної служби України.

Сучасним і перспективним методом досліджень, застосування якого могло б допомогти у розв'язанні проблемних питань вогнепальної травми, є 3D-моделювання як вхідних вогнепальних ран, так і окремих складових ранового каналу на різних його проміжках [3-5].

Мета роботи. Удосконалення процесу судово-медичної диференційної діагностики виду травмуючого снаряда шляхом 3D-моделювання тілесних ушкоджень, спричинених з дрібнокаліберної вогнепальної зброї або наближеної до неї за своїми характеристиками, створення можливостей щодо впровадження технік 3D-моделювання в повсякденну практичну роботу лікарів судово-медичних експертів і судово-медичних криміналістів з можливістю подальшого долучення отриманих результатів до матеріалів кримінальних проваджень.

Матеріали та методи. На початковому етапі проведення наших експериментальних досліджень здійснювали постріли з дрібнокаліберної вогнепальної зброї та револьвера для відстрілу патронів «Флобера», при пострілах з них кулі володіють невеликою початковою кінетичною та питомою енергією [6-8].

Як пристрій для відстрілу патронів «Флобер» був використаний револьвер KESERU MUVEK, споряджений стандартними безоболонковими кулями з калібром 4,0 мм та масою 0,47 г.

Як зразок дрібнокаліберної вогнепальної зброї була застосована гвинтівка ТОЗ-8, споряджена стандартними безоболонковими свинцевими кулями з калібром 5,6 мм і масою 2,56 г.

Умови виконання пострілів були однаковими для різних видів зброї. Мішень розташовували на відстані 1,5 м від дульного зрізу ствола зброї. Як дослідний матеріал використовували балістичний пластилін Roma Plastilina № 1 (США) для проведення стендових балістичних випробувань за стандартами NIJ, HOSDB. Roma Plastilina № 1 не токсичний, не містить шкідливих для здоров'я людини та навколишнього середовища речовин. Завдяки своїй щільності та пластичності (при нагріві до відповідної температури) матеріал гарно імітує м'язові тканини людини. Перед пострілами пластилінові блоки рівномірно прогрівали до температури 35-38 °С, що є найбільш наближеною до температури тіла людини. На передній поверхні

блоку закріплювали шкіру свині з підшкірно-жировим шаром товщиною 1,8-2 см, що також є максимально наближеними за своїми характеристиками до такого роду м'яких тканин людини.

Самі постріли здійснювали в умовах Чернівецького науково-дослідного експертно-криміналістичного центру на стандартизованому пристрої для відстрілу різних зразків зброї, обладнаному реєстратором швидкості польоту снаряда ВБХ-2020.

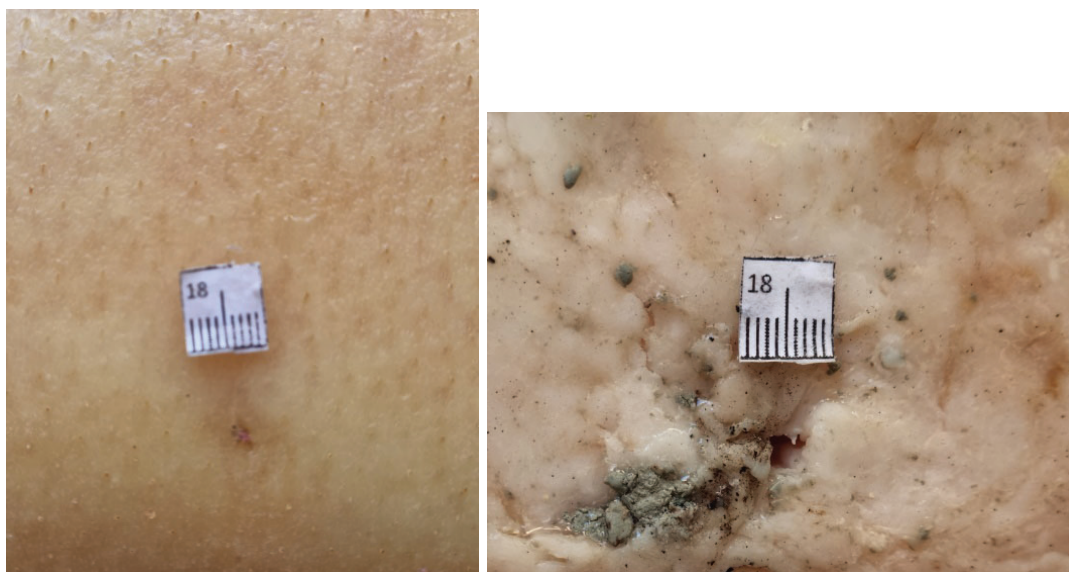
Після проведення пострілів виконували фотофіксацію отриманих результатів: окремо фотографували ушкодження, що утворилися на шкірі, підшкірно-жировій клітковині та пластиліновому блоці в місцях входу та виходу кулі (за їх наявності). Далі проводили вимірювання всіх елементів вогнепального ушкодження за допомогою лінійки та штангенциркуля. Надалі здійснювали кругову фотограмметрію вхідної рани з дотриманням наступних вимог: клапоть шкіри з ушкодженням поміщали на обертальний столик з однотонною поверхнею та білим фоном, яку додатково освітлювали кільцевими LED-лампами, та проводили поетапну кругову фотограмметрію під різними кутами (30°, 45°, 60°, 90°). Таку саму процедуру фотографування здійснювали для тілесних ушкоджень з боку підшкірно-жирової клітковини (рис. 1-2).



А

Б

Рис. 1. Рана, спричинена пострілом з короткоствольного револьвера, спорядженого патронами «Флобер»: А – вигляд нашкірної рани; Б – вигляд з боку підшкірно-жирової клітковини.



А

Б

Рис. 2. Рана, спричинена пострілом з дрібнокаліберної гвинтівки ТОЗ-8: А – вигляд нашкірної рани; Б – вигляд з боку підшкірно-жирової клітковини.

Після цього отримані фотографії в оригінальному форматі (JPEG) завантажували в комп'ютерну програму «Agisoft Photoscan», де спочатку проводили вирівнювання камер і за допомогою створення масок забирали зайві елементи фону. Потім формували щільне коло точок для подальшої побудови самої моделі тілесного ушкодження. Після формування моделі створювали текстури й отримували текстуровану 3D-модель вхідної рани шкіри та підшкірно-жирової клітковини. Після одержання текстурованої моделі проводили її експорт у форматі OBJ для подальшого використання в програмі «3ds max» з виконанням масштабування та вимірювання розмірів рани (рис. 3).

Нашим наступним кроком було створення зліпка ранового каналу в балістичному блоці. Для цього використовували альгінатну масу Tropicalgin (фірма «Zhermack», Італія), яку замішували за рекомендованими виробником нормами й інструкціями, за допомогою шприца під тиском заливали в утворений у пластиліновому блоці рановий канал. Ця відбиткова маса відрізняється відносно короткими термінами застигання внаслідок вмісту хроматичного альгілату та високою точністю відбиткових об'єктів, що дозволяє передавати найдрібніші деталі ранового каналу.

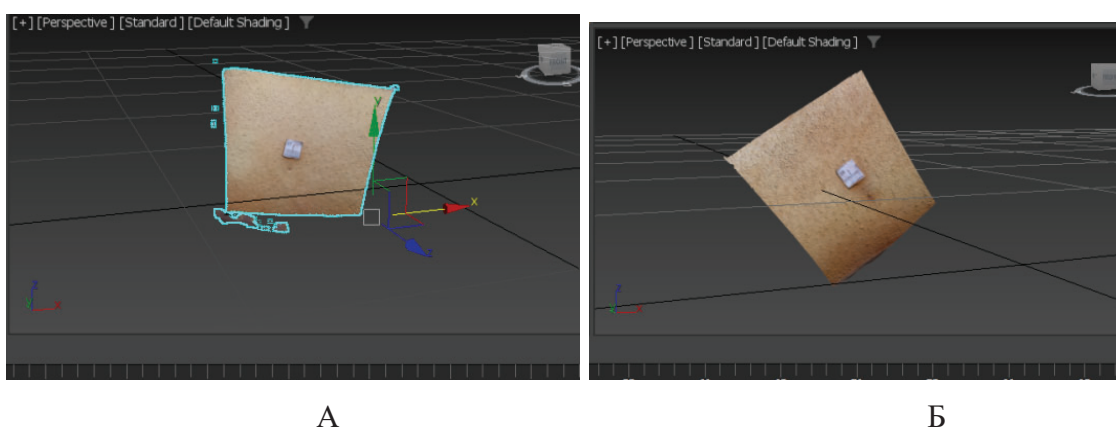


Рис. 3. 3D-моделі ран: А – з короткоствольного револьвера, спорядженого патронами «Флобер»; Б – з дрібнокаліберної гвинтівки ТОЗ-8.

Надалі за допомогою пластикового шпателя обережно проводили пошарове відшарування глини до отримання чистої 3D-моделі ранового каналу та здійснювали її фотографування в умовах масштабної фотографії в такій самій послідовності, яку використовували для шкіри та підшкірно-жирової клітковини. Після створення текстурованої 3D-моделі ранового каналу була реалізована можливість її обертання у будь-яких осях координат і зняття розмірів у будь-яких заданих відрізках каналу та 3D-моделі загалом (рис. 4).

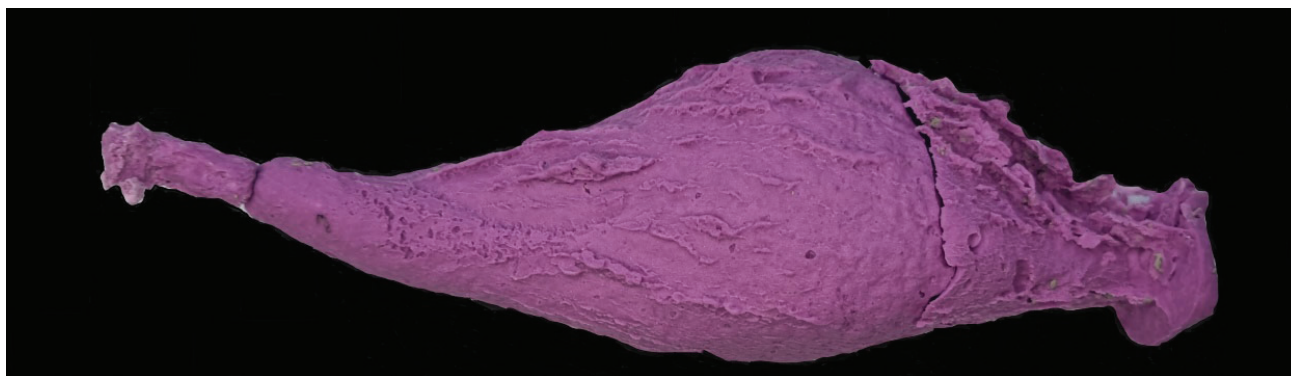


Рис. 4. 3D-модель ранового каналу, спричиненого з дрібнокаліберної гвинтівки ТОЗ-8.

Отримані результати вимірювань опрацьовували з використанням загальноприйнятих у медицині методів варіаційної статистики, з застосуванням дескриптивних інструментів вираховували середні значення та їхні похибки, мінімальні та максимальні значення величин,

середньоквадратичне відхилення, а також будували кореляційні матриці зі встановленням взаємозалежностей між окремими масивами отриманих даних.

Результати дослідження. Аналіз кожної експериментальної групи досліджень був поділений на 2 етапи: вивчення вхідної вогнепальної рани та дослідження ранового каналу, що дозволяє повноцінно вивчити всі елементи вогнепального тілесного ушкодження та за необхідності зіставляти їх між собою.

Отримані результати досліджень після їх статистичної обробки були згруповані в таблиці та піддані порівняльному аналізу.

Як ілюструють дані табл. 1, початкова швидкість кулі при пострілах з револьвера, спорядженого патронами «Флобер», становила 103,6 м/с зі значеннями кінетичної та питомої енергій кулі 2,539 Дж та 0,193 Дж/мм² у середніх їхніх значеннях відповідно. Водночас середня довжина ранового каналу складала 1,719 см, а виміряні цифровими інструментами підвищеної точності в процесі 3D-моделювання діаметр вхідної рани – 0,327 см, ранового каналу в середній частині – 0,399 см і вихідної рани – 0,405 см. Усі ушкодження носили сліпий характер, рани були округлої форми з відносно рівними краями, незначним дефектом тканини до 0,1 см чи його відсутністю, вузькими пасочками осаднення й обтирання 0,1-0,2 см, діаметром 0,3 см на вході та по 0,4 см в середній частині та в кінці чи на виході з підшкірно-жирової клітковини, виміряні традиційними засобами метрології не склали достовірно значущих відмінностей.

Таблиця 1

Параметри та морфологічні особливості експериментальних пошкоджень при пострілах з револьвера, спорядженого патронами Флобер (N=15)

Показник	M±m	Мінімум	Максимум	S.D.
Початкова швидкість, м/с	103,6±2,2611	91	121	8,7570
Кінетична енергія кулі E _к , Дж	2,539±0,1125	1,946	3,44	0,4357
Питома енергія кулі E _п , Дж/мм ²	0,193±0,0087	0,15	0,26	0,0337
Довжина ранового каналу, см	1,719±0,0425	1,5	1,99	0,1644
Діаметр вхідної рани 3D, см	0,327±0,0021	0,317	0,342	0,0080
Діаметр ранового каналу в середній частині 3D, см	0,399±0,0063	0,331	0,434	0,0245
Діаметр вихідної рани 3D, см	0,405±0,0032	0,374	0,424	0,0122

Також за допомогою заявлених інструментів статистичної обробки результатів були встановлені прямі середні та сильні кореляційні зв'язки (від 0,61 до 0,79) між початковою швидкістю, кінетичною та питомою енергіями та довжиною ранового каналу, його діаметром у середній частині та діаметром вхідної рани, виміряними в процесі їх 3D-моделювання (p≤0,05).

Цифрові дані табл. 2 показують, що середня початкова швидкість кулі при пострілах з дрібнокаліберної гвинтівки ТОЗ-8 складала 309,2 м/с, а значення кінетичної та питомої енергій кулі – 122,620 Дж і 4,808 Дж/мм² у середніх їхніх показниках відповідно. Виміряний діаметр вхідної рани становив 0,41 см (0,431 см при 3D-моделюванні), ранового каналу в середній частині – 3,52 см (3,533 см при 3D-моделюванні), на його виході – 1,27 см (1,295 см при 3D-моделюванні).

Ці пошкодження вже мали наскрізний характер на всю довжину блоку пластиліну (16,0 см), рани були округлої форми діаметром 0,4 см з відносно нерівними, дрібно фестончастими краями, з незначним (до 0,2 см) дефектом тканини, вузькими пасочками осаднення й обтирання по 0,25 см, без достовірно значущих відмінностей.

Таблиця 2

Параметри та морфологічні особливості експериментальних пошкоджень при пострілах з дрібнокаліберної гвинтівки ТОЗ-8 (N=15)

Показник	M±m	Мінімум	Максимум	S.D.
Початкова швидкість, м/с	309,2±3,7061	280	325	14,3527
Кінетична енергія кулі E _к , Дж	122,620±2,8603	100,352	135,2	11,0779
Питома енергія кулі E _п , Дж/мм ²	4,808±0,1121	3,935	5,301	0,4342
Діаметр вхідної рани, см	0,41±0,0067	0,4	0,5	0,0258
Діаметр вхідної рани 3D, см	0,431±0,0066	0,388	0,488	0,0254
Діаметр ранового каналу в середній частині, см	3,52±0,0428	3,2	3,8	0,1656
Діаметр ранового каналу в середній частині 3D, см	3,533±0,0442	3,217	3,845	0,1712
Діаметр ранового каналу на виході, см	1,27±0,0287	1,1	1,4	0,1113
Діаметр ранового каналу на виході 3D, см	1,295±0,0274	1,123	1,447	0,1062

Аналіз кореляційної матриці між параметрами пострілу та наведеними морфологічними ознаками також встановив прямі середні за значеннями кореляційні зв'язки (від 0,52 до 0,68) між початковою швидкістю, кінетичною та питомою енергіями та діаметром вхідної рани, діаметром ранового каналу в середній його частині при їх 3D-моделюванні, діаметрами ранового каналу на виході, вимірними традиційними вимірювальними засобами та визначеними в процесі їх 3D-моделювання ($p \leq 0,05$).

Отже, в ході експериментальних досліджень було встановлено, що метод 3D-моделювання дозволяє з більшою на порядок точністю досліджувати лінійні розміри всіх складових вогнепального ушкодження, створювати, вивчати, тривалий час зберігати їх в електронному архіві, за необхідності повторно та дистанційно аналізувати експертами різних установ і спеціальностей.

Висновки. Використання сучасних методик 3D-моделювання в практиці судово-медичної експертизи дозволяє створювати 3D-моделі як окремих компонентів вогнепального ушкодження, так і ранового каналу загалом.

Водночас з'являється можливість дослідження окремих елементів вогнепального ушкодження та зняття їхніх розмірів з підвищеною на порядок точністю, зберігання та повторного аналізу за необхідності.

У підсумку ми отримуємо вдосконалення процесу виконання судово-медичних експертиз у випадках вогнепальної травми з можливістю проведення диференційної діагностики виду травмуючого снаряда, вивчення нових ознак вогнепальних ушкоджень, підвищення наочності й об'єктивності судово-медичних висновків при таких експертизах.

Перспективи подальших досліджень. Перспективним у плані подальших досліджень вважаємо створення 3D-моделей вогнепальних ушкоджень, спричинених з більш потужної вогнепальної зброї середнього та великого калібрів зі значною кінетичною та питомою енергіями.

Література

1. Мішалов ВД, Хохолева ТВ, Петрошак ОЮ, Гуріна ОО, Бачинський ВТ, Кривда ГФ, та ін. Особливості вогнестрільних ушкоджень, заподіяних сучасними набоями до короткоствольної зброї. Здобутки і перспективи досліджень. Судово-медична експертиза. 2018;1:55-62. doi: 10.24061/2707-8728.1.2018.14

2. Куслії ЮЮ, Хомук НМ, Богданова АЮ, Сурко ІЄ, Сергєєва ЮЮ. Сучасний стан експертних наукових досліджень вітчизняної вогнепальної зброї та набоїв до неї в Україні. Судово-медична експертиза. 2021;2:31-8. doi: 10.24061/2707-8728.2.2021.4
3. Франчук ВВ. 3D-технології в медицині та судово-медичній практиці: сучасний стан і перспективи впровадження. Судово-медична експертиза. 2022;1:35-9. doi: 10.24061/2707-8728.1.2022.5
4. Schweitzer W, Thali M, Aldomar E, Ebert L. Overview of the use of 3D printing in forensic medicine. Rechtsmedizin. 2020;30:292-9. doi: 10.1007/s00194-020-00412-1
5. Puentes K, Taveira F, Madureira AJ, Santos A, Magalhães T. Three-dimensional reconstitution of bullet trajectory in gunshot wounds: a case report. J Forensic Leg Med. 2009;16(7):407-10. doi: 10.1016/j.jflm.2009.04.003
6. Мішалов ВД, Михайленко ОВ, Зозуля ВМ. Оцінка конструктивних особливостей патронів «Флобер», споряджених 4 мм кулями, та виробів для реалізації пострілів ними. Судово-медична експертиза. 2011;3:20-5.
7. Зозуля ВМ. Медико-статистичний аналіз ушкоджень, заподіяних при виконанні пострілів із вогнепальної, пневматичної зброї та засобів ударно-травматичної дії, за даними Житомирського обласного бюро судово-медичної експертизи. Судово-медична експертиза. 2011;4:21-3.
8. Зозуля ВМ. Судово-медична характеристика ушкоджень, заподіяних пістолетними патронами «Флобер» 4 мм, у захищені одягом грудну клітку і живіт з різних відстаней. Судово-медична експертиза. 2012;5:22-5.

References

1. Mishalov VD, Khokholieva TV, Petroshak OIu, Hurina OO, Bachyns'kyi VT, Kryvda HF, ta in. Osoblyvosti vohnestril'nykh ushkodzhen', zapodiianykh suchasnymy naboiamy do korotkostvol'noi zbroi. Zdobutky i perspektyvy doslidzhen' [Features of harmful damages caused by current arrangements of contemporary arrangements. Expenses and perspectives of research]. Sudovo-medychna ekspertyza. 2018;1:55-62. doi: 10.24061/2707-8728.1.2018.14 (in Ukrainian)
2. Kuslii YuIu, Khomuk NM, Bohdanova AIu, Surko Ie, Serheieva YuIu. Suchasnyi stan ekspertnykh naukovykh doslidzhen' vitchyznianoї vohnepal'noi zbroi ta naboiv do nei v Ukraini [The current state of expert research of domestic firearms and cartridges for them in Ukraine]. Sudovo-medychna ekspertyza. 2021;2:31-8. doi: 10.24061/2707-8728.2.2021.4 (in Ukrainian)
3. Franchuk VV. 3D-tekhnologii v medytsyni ta sudovo-medychnii praktytsi: suchasnyi stan i perspektyvy vprovadzhenia [3D-technologies in medicine and forensic medical practice: current status and prospects for implementation]. Sudovo-medychna ekspertyza. 2022;1:35-9. doi: 10.24061/2707-8728.1.2022.5 (in Ukrainian)
4. Schweitzer W, Thali M, Aldomar E, Ebert L. Overview of the use of 3D printing in forensic medicine. Rechtsmedizin. 2020;30:292-9. doi: 10.1007/s00194-020-00412-1
5. Puentes K, Taveira F, Madureira AJ, Santos A, Magalhães T. Three-dimensional reconstitution of bullet trajectory in gunshot wounds: a case report. J Forensic Leg Med. 2009;16(7):407-10. doi: 10.1016/j.jflm.2009.04.003
6. Mishalov VD, Mykhailenko OV, Zozulia VM. Otsinka konstruktyvnykh osoblyvostei patroniv «Flober», sporiadzhennykh 4 mm kuliamy, ta vyrobiv dlia realizatsii postriliv nymy [Estimation of structural features of cartridges of «Flober», equipped 4 mm by bullets, and wares for realization of shots by them]. Sudovo-medychna ekspertyza. 2011;3:20-5. (in Ukrainian)
7. Zozulia VM. Medyko-statystychnyi analiz ushkodzhen', zapodiianykh pry vykonanni postriliv iz vohnepal'noi, pnevmatychnoi zbroi ta zasobiv udarno-travmatychnoi dii, za danymy

- Zhytomyrs'koho oblasnoho biuro sudovo-medychnoi ekspertyzy [Medical and statistical analysis of injuries caused by shots from firearms, pneumatic weapons and means of shock and trauma, according to the Zhytomyr Regional Bureau of Forensic Medicine]. Sudovo-medychna ekspertyza. 2011;4:21-3. (in Ukrainian)
8. Zozulia VM. Sudovo-medychna kharakterystyka ushkodzhen', zapodiiianykh pistoletnymy patronamy «Flober» 4 mm, u zakhyscheni odiahom hrudnu klitku i zhyvit z riznykh vidstanei [Forensic medical characteristics shooting-iron pektorale et abdominale cartridge of «Flober», equipped 4 mm by bullets]. Sudovo-medychna ekspertyza. 2012;5:22-5. (in Ukrainian)

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

Zmiyevska Yu.H.¹, Savka I. H.¹, Baluk I. H.², Hryniuk V. V.², Bizer A. R.²

¹Bukovinian State Medical University, Chernivtsi, Ukraine

²Chernivtsi Scientific-Research Expert Forensic Centre, the Ministry of Internal Affairs of Ukraine, Chernivtsi, Ukraine

Summary. Implementation of up-to-date evidenced-based research methods is rather important in the process of conducting forensic expertise. One of them is 3D-modeling of body injuries of various genesis. The method has been widely applied into theory and practice of forensic medicine both by Ukrainian and foreign scientists. The article demonstrates new possibilities during making differential diagnostics of a traumatic tool type, which become informative due to the application of 3D modeling in the process of examination of injuries from firearms or other weapon approximate to it by its characteristics.

Aim of the work. To improve the process of forensic differential diagnostics of the type of a traumatic tool by means of 3D-modelling of body injuries caused by small-caliber firearms or other weapon approximate to it by its characteristics, to create opportunities for the implementation of 3D-modelling techniques in the everyday practical work of forensic medical experts and forensic criminologists with the possibility of further adding the obtained results to the materials of criminal proceedings.

Materials and methods. The material of the research was the results of experimental study when fired from small-caliber firearms and a gun for firing Flaubert cartridges. At the same time, measurements were made both by traditional measuring technique and in the process of 3D-modeling of the entrance gunshot wound on the skin of a pig and on the side of the subcutaneous fat tissue and the wound channel at its various intervals in ballistic plasticine Roma Plastilina № 1, produced in the USA, used for ballistic tests according to NIJ, HOSDB standards. The results obtained were processed by means of the common methods of variation statistics applicable in medicine.

Results. The study presents the major parameters and determines interdependence between the parameters when fired from a gun for firing Flaubert cartridges and small-caliber firearms, and morphological signs of gunshot injuries. Direct moderate and strong correlations are found between the initial speed, kinetic and specific energy of the bullet, and the length of the wound channel, diameter of the entrance wound, diameter of the wound channel in its middle portion and on exit measured by means of traditional measuring methods and those discovered in the process of their 3D-modeling ($p \leq 0,05$).

Conclusions. The use of modern 3D-modeling techniques in the practice of forensic medical examination makes it possible to create 3D-models of both individual components of gunshot damage and the wound channel as a whole.

At the same time, it becomes possible to study individual elements of gunshot damage and measure their sizes with significantly increased accuracy, store and re-analyze them if necessary.

As a result, we get an improvement in the process of performing forensic medical examinations in cases of gunshot injuries with the possibility of conducting differential diagnosis of the type of traumatic projectile, studying new signs of gunshot injuries, increasing the visibility and objectivity of forensic medical conclusions during such examinations.

Keywords: gunshot body injuries, firearms, forensic expertise, 3D-modeling.

Відомості про авторів:

Змієвська Ю. Г. – начальник Луганського обласного бюро судово-медичної експертизи, аспірант кафедри судової медицини та медичного правознавства Буковинського державного медичного університету, м. Чернівці, Україна, e-mail: yusikazmey@gmail.com

Савка І. Г. – доктор медичних наук, професор, професор закладу вищої освіти кафедри судової медицини та медичного правознавства Буковинського державного медичного університету, м. Чернівці, Україна, e-mail: savka.ivan@bsmu.edu.ua, ORCID ID: 0000-0002-2969-1306

Балук І. І. – директор Чернівецького науково-дослідного експертно-криміналістичного центру МВС України, м. Чернівці, Україна

Гринюк В. В. – заступник директора Чернівецького науково-дослідного експертно-криміналістичного центру МВС України, завідувач відділу криміналістичних видів досліджень, м. Чернівці, Україна

Бізер А. Р. – головний судовий експерт сектору досліджень зброї відділу криміналістичних видів досліджень Чернівецького науково-дослідного експертно-криміналістичного центру МВС України, м. Чернівці, Україна

Information about authors:

Zmiyevska Yu.H. – Head of the Luhansk Regional Bureau of Forensic Medical Examination, graduate student of the Department of Forensic Medicine and Medical Law, Bukovynian State Medical University, Chernivtsi, Ukraine, e-mail: yusikazmey@gmail.com

Savka I. H. – Doctor of Medical Science, Professor, Professor of the Department of Forensic Medicine and Medical Law, Bukovynian State Medical University, Chernivtsi, Ukraine, e-mail: savka.ivan@bsmu.edu.ua, ORCID ID: 0000-0002-2969-1306

Baluk I. H. – Head of the Chernivtsi Scientific-research Criminalistic Center of the Ministry of Internal Affairs of Ukraine, Chernivtsi, Ukraine

Hryniuk V. V. – Head's Assistant of the Chernivtsi Scientific-research Criminalistic Center of the Ministry of Internal Affairs of Ukraine, Head of the Department of Forensic Research, Chernivtsi, Ukraine

Bizer A. R. – Chief Forensic Expert of the Weapons Research Sector of the Chernivtsi Scientific-research Criminalistic Center of the Ministry of Internal Affairs of Ukraine, Chernivtsi, Ukraine