

**В.І. Цимбалюк<sup>1</sup>,  
І.А. Лурін<sup>1</sup>,  
О.Ю. Усенко<sup>1</sup>,  
К.В. Гуменюк<sup>2</sup>,  
С.Г. Кримчук<sup>3</sup>,  
О.В. Грищенко<sup>3</sup>,  
К.А. Лопатюк<sup>3</sup>**

## РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ РАНОВОЇ БАЛІСТИКИ ОКРЕМИХ ТИПІВ І КАЛІБРІВ СУЧАСНИХ КУЛЬ

Національна академія медичних наук України<sup>1</sup>

вул. Герцена 12, Київ, 04050, Україна

Українська військово-медична академія МО України<sup>2</sup>

вул. Московська, 45/1, буд. 33, Київ, 01015, Україна

Державний науково-дослідний експертно-криміналістичний центр МВС України<sup>3</sup>

вул. Богомольця, 10, Київ, 01024, Україна

National Academy of Medical Sciences of Ukraine<sup>1</sup>

Herzen str., 12, Kyiv, 04050, Ukraine

Ukrainian Military-Medical Academy of Defense Ministry of Ukraine<sup>2</sup>

Moskovska str., 45/1, build. 33, Kyiv, 01015, Ukraine

The State scientific research forensic center of the Ministry of Internal Affairs of Ukraine<sup>3</sup>

Bohomoltsia str., 10, Kyiv, 01024, Ukraine

e-mail: gkv73@ukr.net

**Цитування:** *Медичні перспективи*. 2021. Т. 26, № 4. С. 4-14

**Cited:** *Medicni perspektivi*. 2021;26(4):4-14

**Ключові слова:** *ранова балістика, балістичний пластилін, експансивні властивості кулі, фрагментація, квітка смерті*

**Ключевые слова:** *раневая баллистика, баллистический пластилин, экспансивные свойства пули, фрагментация, цветок смерти*

**Key words:** *wound ballistics, ballistic plasticine, expansive properties of a sphere, fragmentation, flower of death*

**Реферат.** Результаты экспериментального исследования раневой баллистики отдельных типов и калибров современных пуль. Цымбалюк В.И., Лурин И.А., Усенко А.Ю., Гуменюк К.В., Кримчук С.Г., Грищенко А.В., Лопатюк К.А. Проведен анализ раневой баллистики современных экспансивных пуль по сравнению с оболочковыми пулями на 25 блоках баллистического пластилина (ROMA PLASTILINA № 1, Ballistic Testing Backing Material), производства США, в которые выполняли по одному выстрелу из огнестрельного автоматического стрелкового оружия АКС-74 и карабина ZBROYAR Z-10 с оптическим прицелом. Самая высокая скорость пули была у патрона калибра 5,45x39 с пулей V-max. – 1185 м/с, низкая у пули патрона калибра .308 Win с пулей SP – 664 м/с. Разница достоверна на уровне значимости  $\alpha=0,05$ . По размерам входного отверстия: наибольшее от попадания пули патрона .308 Win с пулей SP – 10,0 см, наименьшее – от попадания пули «ПС» со стальным сердечником 5,45x39 мм патрона образца 1974 года (7Н6) – 1,2 см. Разница достоверна на уровне значимости  $\alpha=0,05$ . В экспансивной пуле типа «V-Max» охотничьего патрона калибра 5,45x39 мм размер входного отверстия составлял 9,1 см, имел звездчатую форму с радиальными разрывами и вывернутыми краями баллистического пластилина снаружи. У всех патронов с экспансивными пулями после выстрела выходного отверстия не было. Наибольшие размеры образовавшейся остаточной полости были после выстрела патроном калибра .308 Win с пулей SP – 25,0x5,0 см, наименьшие в пуле военного патрона калибра 5,45x39 мм (7Н6) – 6,0x4,0 см. Разница достоверна на уровне значимости  $\alpha=0,05$ . Форма и характер остаточной полости в баллистическом пластилине была значительной для всех экспансивных пуль, в отличие от пули военного патрона 5,45x39 мм (7Н6), где таких изменений обнаружено не было. Наибольшие признаки экспансивных свойств и деформация пули в виде "цветка смерти" были определены в пуле патрона калибра .308 Win с пулей SP, у других пуль с экспансивными свойствами отмечалась значительная их фрагментация, с расположением отломков как в самой остаточной полости, так и за ее границами на разных расстояниях. Экспансивные пули достоверно отличаются на уровне значимости  $\alpha=0,05$ . Низкая скорость полета пуль (м/с) патронов калибра .308 Win с пулями типа ВТНР и SP обусловлена их строением, весом и калибром. Пуля типа V-max патрона 5,45x39 мм имеет наибольшую скорость – 1185 м/с, благодаря своей конструкции обладает значительными экспансивными свойствами. Общим для экспансивных пуль является большое входное отверстие, слепой характер поражения с наличием большой остаточной полости, которая образуются благодаря отдаче всей кинетической

енергии 114,37 Е, Дж/мм<sup>2</sup> внутрь объекта поражения. Фрагментация экспансивных пуль происходит внутри объекта с расположением отломков на разных расстояниях. Патрон калибра .308 Win с пулей SP при попадании в объект вызывает деформацию пули по типу «цветка смерти», вызывая значительные разрушения.

**Abstract. Results of experimental research of wound ballistics of separate types and calibers of modern bullets. Tsybalyuk V.I., Lurin I.A., Usenko O.Yu., Gumeniuk K.V., Krymchuk S.G., Gryshchenko O.V., Lopatuk K.A.**

*There was made the analysis of wound ballistics of modern expansive bullets in comparison with shell bullets on 25 blocks of ballistic plasticine (ROMA PLASTILINA No. 1, Ballistic Testing Backing Material), made in the USA, in which one shot from an AKS-74 automatic firearm and carbine ZBROYAR Z-10 with an optical sight was fired. The bullet speed was the highest in 5.45x39 caliber cartridge with a V-max bullet. – 1185 m/s, low in the bullet caliber cartridge .308 Win with a bullet SP, – 664 m/s. The difference is significant at the level of significance  $\alpha=0.05$ . In terms of the size of the entrance hole, the largest is from the bullet of cartridge .308 Win with a bullet SP – 10.0 cm, the smallest - from the bullet "PS" with a steel core 5.45x39 mm, cartridge sample of the year 1974 (7H6) – 1.2 cm. The difference is significant at the level of significance  $\alpha=0.05$ . In the expansive bullet of type "V-Max" of shortgun cartridge of caliber 5.45x39 mm, the size of the entrance hole was 9.1 cm, with asterial shape having radial gaps and turned edges of ballistic plasticine on the outside. All cartridges with expansive bullets did not have an exit hole after the shot. The dimensions of the formed residual cavity were the largest after firing with .308 Win caliber cartridge with a bullet SP – 25.0x5.0 cm., the smallest – bullet of a military caliber cartridge of 5.45x39 mm (7H6) – 6.0x4.0 cm. The difference is significant at significance level  $\alpha=0.05$ . The shape and character of the residual cavity in ballistic plasticine was significant for all expansive bullets, in contrast to the bullet of a military cartridge 5.45x39 mm (7H6), where no such changes are detected. The considerable signs of expansion properties and deformation of the bullet in the form of a "flower of death" were identified in the bullet of caliber cartridge .308 Win with a bullet SP, other bullets with expansive properties showed significant fragmentation, with the location of fragments both in the residual cavity and outside its borders at different distances. Expansive bullets differ significantly at the level of significance  $\alpha=0.05$ . The low flight speed of bullets (m/s) of .308 Win caliber cartridges with bullets BTHP and SP is due to their structure, weight, and caliber. Bullet of type V-max with cartridge 5.45x39 mm has the highest speed – 1185 m/s, and due to its design has significant expansive properties. Common to expansive bullets is a entrance hole, the blind nature of the lesion with the presence of a large residual cavity, which is due to kinetic energy return 114.37 E, J/mm<sup>2</sup> inside the object of lesion. Fragmentation of expansion bullets occurs inside an object with fragments located at different distances. A .308 Win caliber cartridge with SP bullet causes deformation of s bullet by the type of "death flower" causing significant damage.*

З початком бойових дій на Сході нашої держави перед медичною службою Збройних Сил України та всіма іншими силовими структурами, які беруть участь у захисті територіальної цілісності України, постало важливе питання організації та надання допомоги пораненим кулями із сучасної стрілецької вогнепальної зброї. Характер вогнепальних поранень, розвиток ускладнень та перебіг ранової хвороби з високою летальністю підтверджують, що в бойових діях використовують стрілецькі боеприпаси з різними властивостями куль. У зв'язку з цим багато авторів [3, 7, 8, 10] вказують на необхідність дослідження ранової балістики, яка є важливою для оцінки характеру поранення та вибору в подальшому хірургічної тактики та розуміння механізмів утворення вогнепальної рани [5, 6]. Застосування сучасної бойової автоматичної стрілецької зброї з різними кулями та їх високою швидкістю і нестійким положенням у польоті призвело до зміни ранової балістики й зростання тяжкості поранень [1].

Метою нашої роботи була оцінка отриманих результатів проведення експериментального дослідження ранової балістики сучасних патронів калібрів 5,45x39 мм та .308 Win, порівняно з обо-

лонковими кулями зі сталевим осердям патронів калібрів 5,45x39 мм (АК) та 7,62x51 мм NATO, на балістичному матеріалі.

#### МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Експериментальне дослідження було проведене на базі тиру Київського наукового-дослідного експертно-криміналістичного центру МВС України із залученням для проведення експериментів фахівців Державного наукового-дослідного експертно-криміналістичного центру МВС України. В якості балістичного матеріалу, як імітатора біологічних тканин, використовували спеціальний сертифікований балістичний пластилін (ROMA PLASTILINA №.1, Ballistic Testing Backing Material) виробництва США. Балістичний пластилін дав нам можливість провести оцінку не лише характеру та об'єму пошкоджень після пострілу, але ще й визначити ряд властивостей самих куль (експансивні властивості, здатність змінювати форму, кількість фрагментів, їх розміри). Під час експериментів використані 25 блоків балістичного пластиліну у формі паралелепіпеда розмірами 40,0x24,0x28,0 см, в які виконували по одному пострілу з вогнепальної автоматичної стрілецької зброї АКС-74 (рис. 1) та карабіна ZBROYAR

Z-10 з оптичним прицілом (рис. 2), з відстані 25 м, у тирі. Експерименти проводились за нормальних умов довкілля (температура 25<sup>0</sup>С, відносна во-

логість 72%, атмосферний тиск 738 мм рт.ст.). Блоки балістичного пластиліну перед пострілом розігрівались до температури 28-32<sup>0</sup>С.



Рис. 1. Автомат «АКС-74»



Рис. 2. Напівавтоматичний карабін «ZBROYAR Z-10»

Для експериментальної стрільби використовували такі боєприпаси: військові 5,45 мм патрони зразка 1974 року з кулями «ПС» зі сталевим осердям (7Н6 або 7Н6М), куля ПС вагою

3,4 г (рис. 3а та 4а); мисливські (спортивні) патрони калібру 5,45x39 мм, споряджені експансивними кулями типу «V-Max» вагою 3,9 г (рис. 3б та 4б); військові патрони калібру



7,62x51 мм NATO з кулею вагою 9,6 г (рис. 3с та 4с); мисливські (спортивні) патрони калібру .308 Win, споряджені кулями типу ВТНР вагою

10,9 г (рис. 3d та 4d); мисливські (спортивні) патрони калібру .308 Win, споряджені кулями типу SP вагою 14,2 г (рис. 3і та 4і).

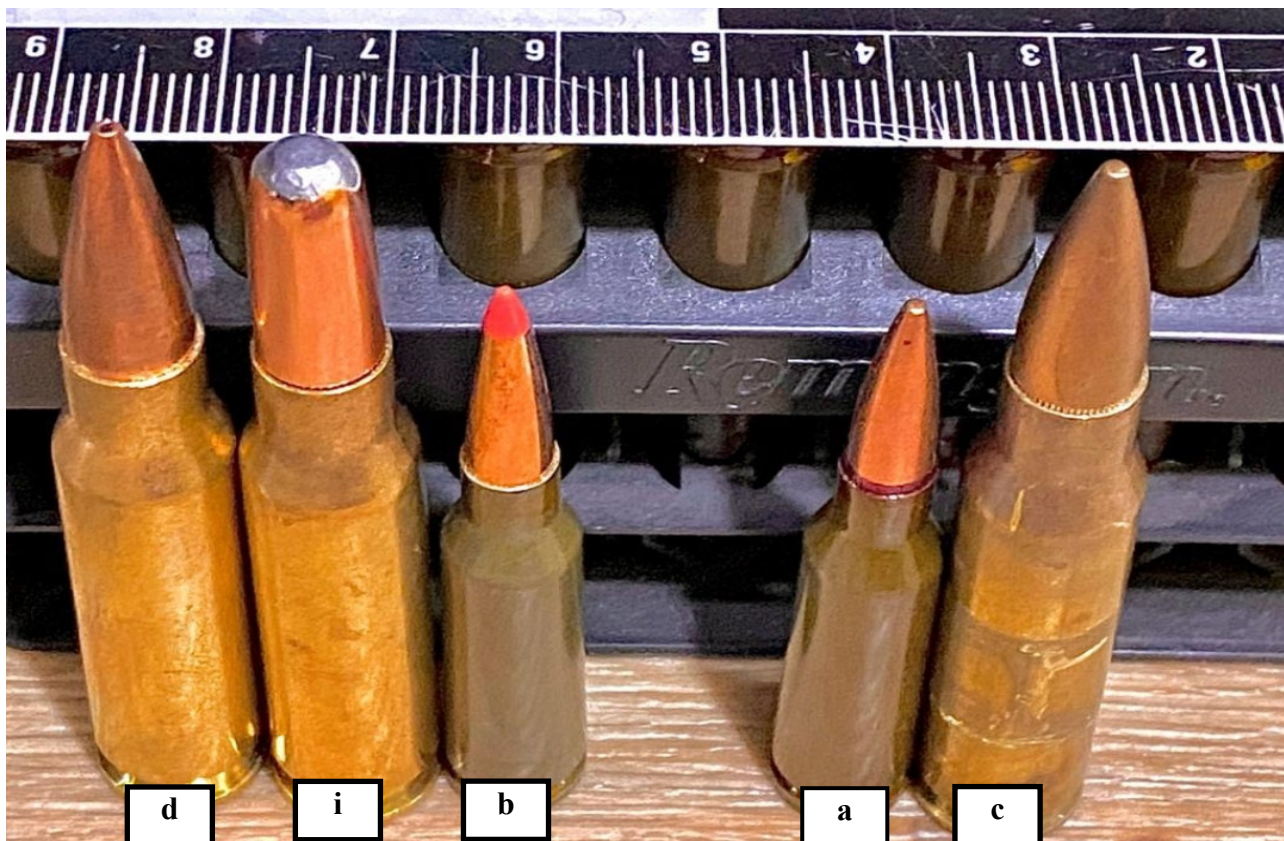


Рис. 3. Загальний вигляд патронів (3а – військовий 5,45-мм патрон з кулями «ПС» зі сталевим осердям, 3б – патрон калібру 5,45x39 мм, споряджений експансивною кулею типу «V-Мах», 3с – військовий патрон калібру 7,62x51 мм NATO, 3d – патрон калібру .308 Win, споряджений кулею типу ВТНР, 3і – патрон калібру .308 Win, споряджений кулею типу SP)

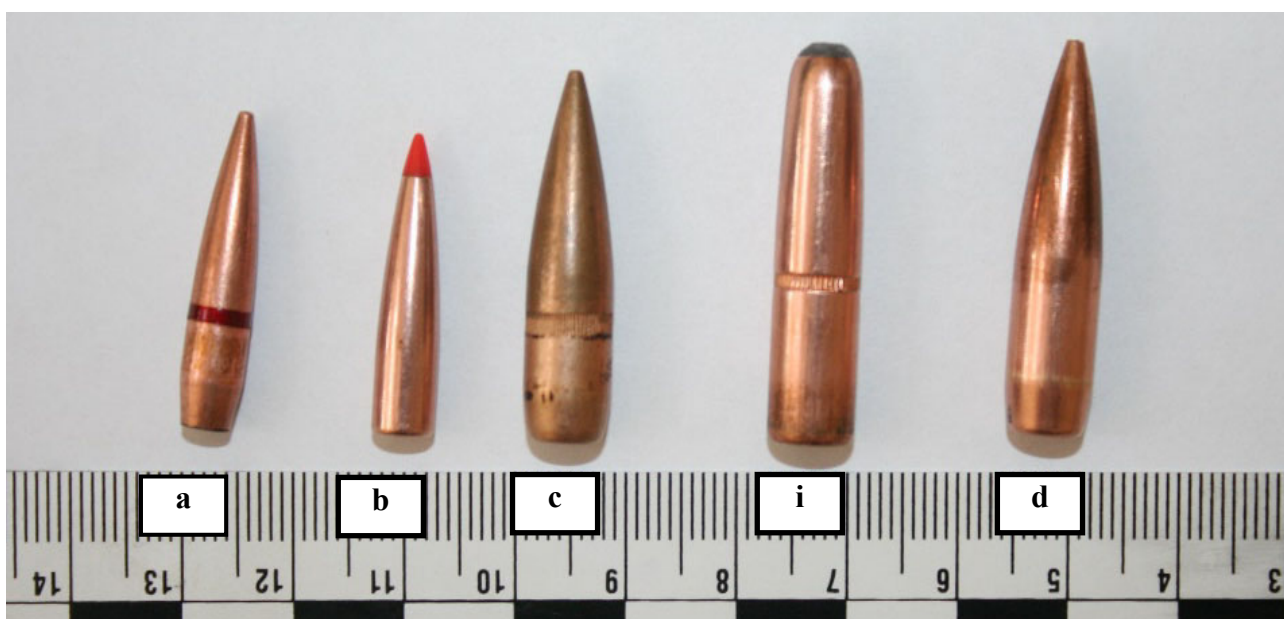


Рис. 4. Загальний вигляд куль (3а – куля військового 5,45 мм патрона з «ПС» зі сталевим осердям, 3б – експансивна куля калібру 5,45x39 мм типу «V-Мах», 3с – куля калібру 7,62x51 мм NATO, 3d – куля типу ВТНР .308 Win, 3і – куля типу SP калібру .308 Win)

Після проведених пострілів вивчали: вхідний та вихідний отвори (см), хід ранового каналу, наявність ознак тимчасово пульсуючої порожнини в залишковій порожнині з фрагментами куль, їх кількість та форму. Швидкість польоту куль (м/с) визначали вимірювальним оптоелектронним комплексом «ИБХ – 73-3» № ХК056, який розташовували на відстані 1 метр від дульного зрізу ствола. Розрахунки кінетичної енергії та питомої кінетичної енергії куль визначали за формулами:

$$E_k \text{ exp} = m(V^2_1 - V^2_2) / 2;$$

$$E_k = mV^2/2$$

Статистичне дослідження отриманих емпіричних результатів було проведено в Trial версії STATISTICA 13.3 EN (комплектація Statistica Base). Licensed for up to 2 cores, currently configured

for 2 Direct 2D graphics supported V125UPD00, за методикою розрахунку [9].

### РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

За результатами проведеного експериментального дослідження нами було встановлено, що найвища швидкість кулі була в патрона калібру 5,45x39 з кулею V-max. – 1185 м/с, низька – у кулі патрона калібру .308 Win з кулею SP – 664 м/с. Для перевірки на нормальність розподілу отриманих результатів вибірових спостережень було застосовано критерії Колмогорова-Смирнова та Шапіро-Уїлка, згідно з якими немає підстав відхилити гіпотезу про нормальний розподіл вибірок. Проведені тести для обох вибірок мають ідентичні параметри (табл. 1).

Таблиця 1

### Тести Колмогорова-Смирнова та Шапіро-Уїлка для вибірок

Результат тесту Колмогорова-Смирнова	Результат тесту Шапіро-Уїлка
K-S d=0,23051, p>0,20; Lilliefors p>0,20	Shapiro-Wilk W=0,88104, p=0,31404

Це свідчить про можливість використання t-тесту Стьюдента для незалежних змінних для перевірки на достовірність різниці отриманих результатів (p>0,2 за тестом Колмогорова-Смир-

нова і p>0,05 за тестом Шапіро-Уїлка), (табл. 1). Описова статистика для вибірок кулі патрона калібру 5,45x39 та кулі патрона калібру .308 Win з кулею SP за швидкістю наведена в таблиці 2.

Таблиця 2

### Описова статистика для обох вибірок кулі патрона калібру 5,45x39 та кулі патрона калібру .308 Win з кулею SP

Mean Group 1	Mean Group 2	t-value	df	p	Valid N – Group 1	Valid N – Group 2	Std.Dev Group 1	Std.Dev Group 2	F-ratio Variances	p - Variances
1184,200	663,200	984,575	8	0,000	5	5	0,837	0,837	1,000	1,000

Таблиця 2 демонструє, що дані вибірки мають стандартні відхилення, що статистично не відрізняються (p – Variances≥0,05), та істотно різні середні значення (p≤0,05) на рівні значущості α=0,05. Аналогічні дослідження були проведені за іншими характеристиками куль. Так, за розмірами вхідного отвору (см) найбільший був від влучення кулі

патрона 308 Win з кулею SP – 10,0 см, найменший – від влучення кулі «ПС» зі сталевим осердям 5,45x39 мм патрона зразка 1974 року (7Н6) – 1,2 см (рис. 5), що підтверджує статистичну достовірність різниці отриманих результатів на основі t-тесту Стьюдента на рівні значущості α=0,05 (p – Variances≥0,05; p≤0,05) (табл. 3).

Таблиця 3

### Описова статистика вибірок куль за розмірами вхідного отвору

Mean Group 1	Mean Group 2	t-value	df	p	Valid N – Group 1	Valid N – Group 2	Std.Dev Group1	Std.Dev Group2	F-ratio Variances	p - Variances
9,9	1,16	145,67	8	0,00	5	5	0,12	0,05	5	0,15



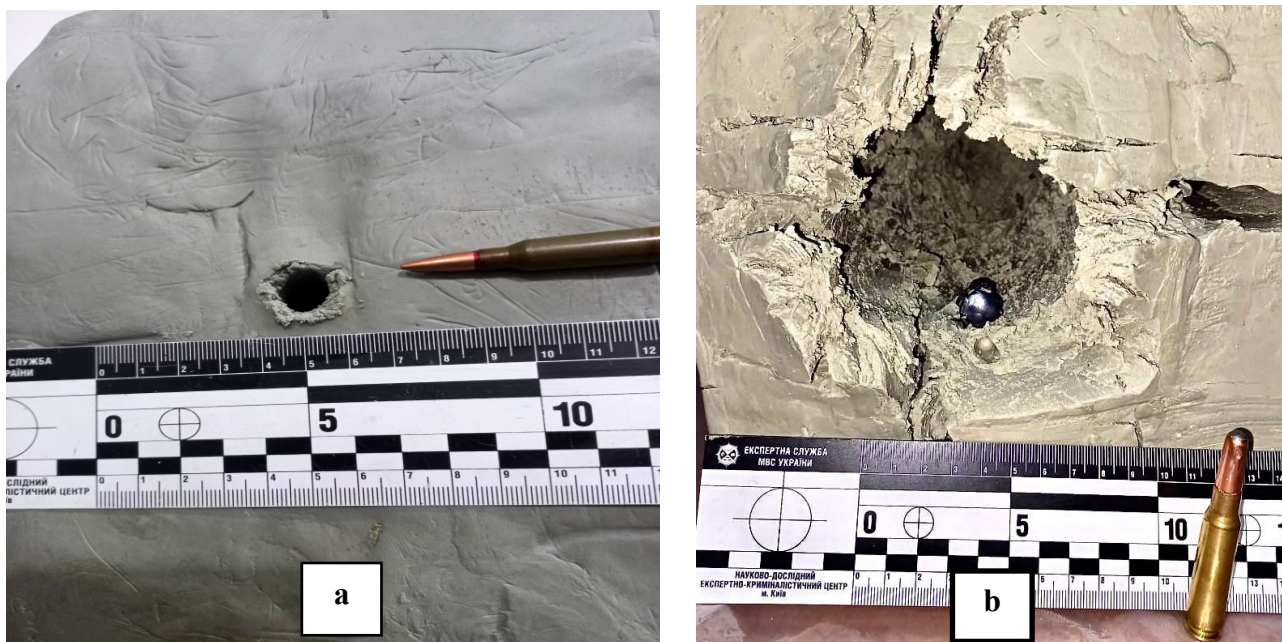


Рис. 5. Оцінка вхідного отвору при пострілі в балістичний пластилін патрона калібру 5,45x39 з кулею ПС (7Н6),(а) та експансивної кулі SP патрона калібру .308 Win (b)

В експансивної кулі типу «V-Мах» мисливського патрона калібру 5,45x39 мм розмір вхідного отвору становив 9,1 см, мав зірчасту форму з радіальними розривами та вивернутими краями балістичного пластиліну назовні (рис. 6).

Слід зазначити, що у всіх патронів з експансивними кулями після пострілу вихідного

отвору не було. Після сагітального розрізу балістичного пластиліну досліджували розміри залишкової порожнини (см): найбільша була після пострілу патроном калібру .308 Win з кулею SP – 25,0x5,0 см, найменша – у кулі військового патрона калібру 5,45x39 мм (7Н6) – 6,0x4,0 см, (рис. 7a, b).

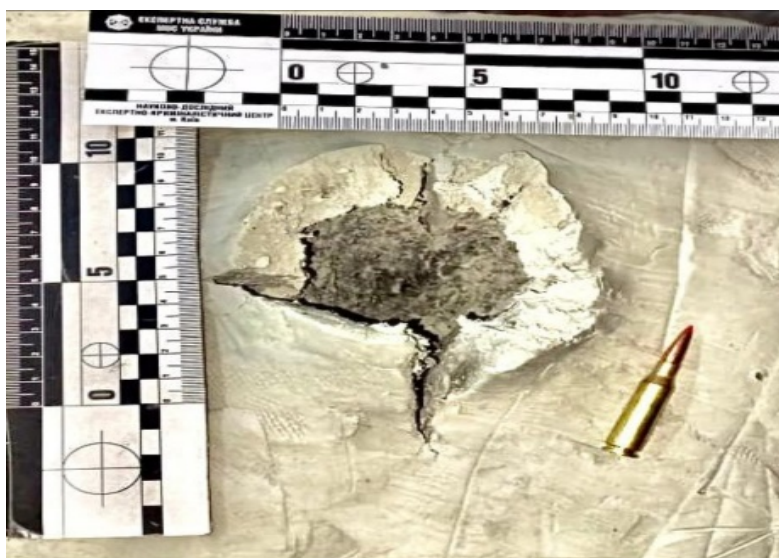


Рис. 6. Оцінка вхідного отвору від експансивної кулі типу «V-Мах» патрона калібру 5,45x39 мм

Форма та розмір залишкової порожнини в балістичному пластиліні була значною для всіх експансивних куль (рис. 8a), на відміну від кулі зі сталевим осердям патрона калібру 7,62x51 мм НАТО (рис. 8b), де таких змін виявлено не було.

Статистична значущість різниці отриманих значень визначалась за площею порожнини й підтверджена за t-критерієм Стьюдента на рівні значущості  $\alpha=0,05$  ( $p - \text{Variances} \geq 0,05$ ;  $p \leq 0,05$ ) (табл. 4).

Описова статистика вибірок за розмірами залишкової порожнини

Mean Group 1	Mean Group 2	t-value	df	p	Valid N – Group 1	Valid N – Group 2	Std.Dev Group 1	Std.Dev Group 2	F-ratio Variances	p - Variances
121,116	22,684	41,205	8	0,000	5	5	5,027	1,807	7,738	0,073



Рис.7а. Залишкова порожнина при пострілі патроном калібру .308 Win з кулею SP



Рис.7б. Залишкова порожнина при пострілі кулею ПС військового патрона калібру 5,45x39 мм (7Н6)





Рис. 8а. Залишкова порожнина при пострілі експансивною кулею V-тах патрона калібру 5,45x39 мм



Рис. 8б. Залишкова порожнина при пострілі кулею зі сталевим осердям патрона калібру 7,62x51 мм НАТО

Питома кінетична енергія ( $E, \text{Дж}/\text{мм}^2$ ), яка була передана кулями, та інші результати отриманих показників балістики раних снарядів у порівнянні представлені в таблиці 5.

Усі вони пройшли перевірку за t-критерієм Стюдента й отримали підтвердження статистичної значущості своїх середніх значень на рівні значущості  $\alpha=0,05$  ( $p - \text{Variances} \geq 0,05; p \leq 0,05$ ).



Показники балістики ранихих снарядів

Показники					
Калібр патрона та тип кулі	Швидкість кулі, м/с,	Питома кінетична енергія (Е, Дж/мм <sup>2</sup> )	Вхідний отвір, см	Вихідний отвір, см	Утворення залишкової порожнини, см
5,45x39 ПС	918±1,4	61,41±1,8	1,2±0,8	2,7±1,3	6,0x4,0
5,45x39 V-max	1185±2,7	114,37±2,7	9,1±1,5	немає	8,0x5,0
7,62x51 NATO	792±2,1	66,67±2,1	7,8±1,0	немає	12,4x5,8
.308 Win ВТНР	759±2,0	68,85±1,4	8,4±1,3	немає	9,0x6,2
.308 Win SP	664±1,8	68,64±2,9	10,0±1,7	немає	25,0x5,0

**Примітка:** визначене криміналістикою та судовою медициною мінімальне значення питомої кінетичної енергії кулі, необхідне для спричинення смертельних ушкоджень людині, становить 0,5 Дж/мм<sup>2</sup>.

Основні характеристики патронів та їх куль з дослідженням на експансивні властивості, деформацію, фрагментацію куль у балістичному пластиліні представлені на рисунку 9. Слід зазначити, що найбільші ознаки експансивних властивостей та деформації кулі у вигляді

“квітки смерті” були визначені в кулі патрона калібру .308 Win з кулею SP, в інших куль з експансивними властивостями відмічалась значна їх фрагментація, з розташуванням уламків як у самій залишковій порожнині, так і за її межами на різних відстанях.

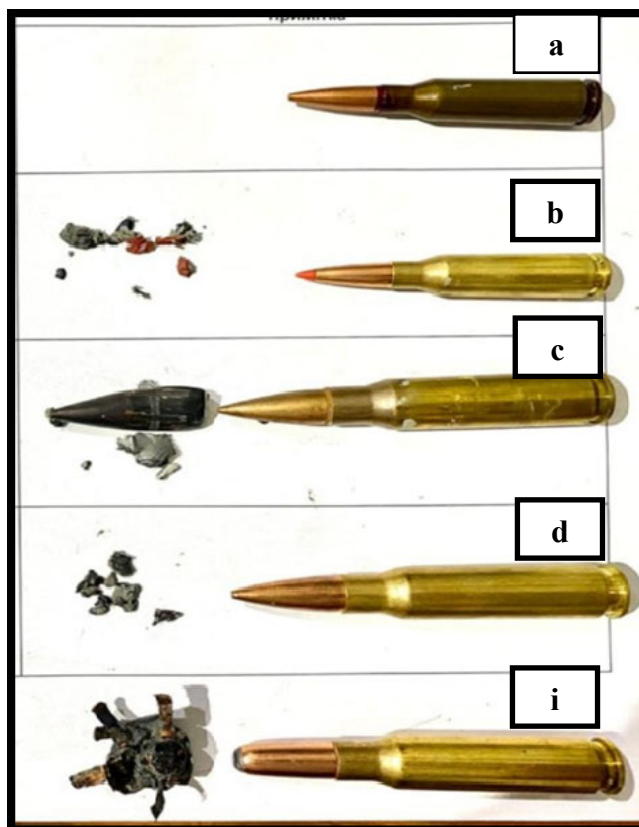


Рис. 9. Загальний вид бойових патронів та їх куль з ознаками фрагментації та деформації після пострілу (9a – військовий 5,45-мм патрон з кулями «ПС» зі сталевим осердям, 9b – патрон калібру 5,45x39 мм, споряджений експансивною кулею типу «V-Max», 9c – військовий патрон калібру 7,62x51 мм NATO, 9d – патрон калібру .308 Win, споряджений кулею типу ВТНР, 9e – патрон калібру .308 Win, споряджений кулею типу SP)

Таким чином, отримані результати дослідження балістичних властивостей свідчать, що за швидкістю польоту куль (м/с) лише одна з експансивних куль патрона калібру 5,45x39 мм з кулею V-max має найбільшу швидкість –  $1185 \pm 2,7$  м/с, на нашу думку, за рахунок своєї будови, ваги, калібру та наявності пластикового компонента на верхівці. Найнижча швидкість – у кулі патрона калібру .308 Win з кулею SP –  $664 \pm 1,8$  м/сек, за рахунок її калібру, ваги та тупої будови верхівки кулі, що впливає на її аеродинамічні властивості в гальмуванні при польоті. Ці дані також підтверджено в дослідженні [2]. Проте куля SP має найбільший вхідний отвір –  $10,0 \pm 1,7$  см, значну залишкову порожнину –  $25,0 \times 5,0$  см, зі значною деформацією кулі у вигляді “квітки смерті” [4], що призводить до значних руйнацій не тільки по траєкторії польоту, а також по бокових ділянках від неї, за рахунок бокових ударних хвиль. Нами встановлено, що загальним для всіх експансивних куль є відсутність вихідного отвору в балістичному пластиліні, тому вся кінетична енергія (E, Дж/мм<sup>2</sup>) була розподілена всередину з найбільшою питомою кінетичною енергією в кулі 5,45x39 V-max –  $114,37 \pm 2,7$  E, Дж/мм<sup>2</sup>. Це має важливе клінічне значення, при потрапленні такої кулі в анатомічні ділянки тіла людини вся кінетична ударна енергія передається всередину зі значними руйнаціями навколишніх органів та тканин на різних відстанях. Це, безумовно, буде суттєво впливати на швидкість та зміст діагностичних та лікувальних заходів, об’єму хірургічних втручань. Для інших куль з експансивними властивостями була характерна фрагментація, до множинних уламків, які були раними снарядами для інших ділянок балістичного пластиліну. Така фрагментація зумовлена будовою кулі та значною кінетичною енергією, яка призводить

до її руйнації. Отримані нами результати свідчать про різну руйнівну дію сучасних типів та калібрів куль. Ця наукова праця є частиною багатоетапної наукової роботи, яка продовжується та проводиться сумісно з фахівцями Національної академії медичних наук України, медичною службою Збройних Сил України та Державного наукового-дослідного експертно-криміналістичного центру МВС України.

#### ВИСНОВКИ

На основі виконаного експериментального дослідження ранової балістики окремих видів сучасних експансивних куль патронів калібрів 5,45x39 мм та .308 Win, порівняно з оболонковими кулями зі сталевим осердям патронів калібрів 5,45x39 мм (АК) та 7,62x51 мм НАТО, на балістичному матеріалі встановлено, що експансивні кулі достовірно на рівні значущості  $\alpha=0,05$  мають відмінності. Низька швидкість польоту куль (м/с) патронів калібру .308 Win з кулями типів ВТНР та SP зумовлена їхньою будовою, вагою та калібром. Куля типу V-max патрона 5,45x39 мм має найбільшу швидкість –  $1185 \pm 2,7$  м/с та завдяки своїй конструкції має значні експансивні властивості. Загальним для експансивних куль є великий вхідний отвір, сліпий характер ураження з наявністю великої залишкової порожнини, яка утворюється завдяки віддачі всієї своєї кінетичної енергії  $114,37 \pm 2,7$  E, Дж/мм<sup>2</sup> всередину об’єкта ураження. Фрагментація експансивних куль відбувається всередині об’єкта з розташуванням уламків на різних відстанях. Патрон калібру .308 Win з кулею SP при влучанні в об’єкт викликає деформацію кулі за типом “квітки смерті”, викликаючи значні руйнації.

Конфлікт інтересів. Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Заруцький Я. Л., Хоменко І. П., Верба А. В., Бурлука В. В. Бойова хірургічна травма. Воєнно-польова хірургія / ред. Я. Л. Заруцький, В. Я. Білий. Київ: Фенікс, 2018. С. 45-59.
2. Кравченко Ю. Н., Сапелкин В. В., Сербиненко І. Ю., Коломийцев А. В. Применение имитатора биологических тканей для диагностики сквозных огнестрельных ранений, причиненных пулями калибра 5,45 мм. *Теорія та практика судової експертизи і криміналістики*. 2015. № 15. С. 408-410. DOI: <https://doi.org/10.32353/khrife.2015.51>
3. Мішалов В. Д., Михайленко О. В., Хохалева Т. В., Петрошак О. Ю. Судово-медична експер-

тиза об’єктів при вогнепальній травмі: монографія (видання доповнене). Київ, 2019. 303 с.

4. Фетисов В. А., Емелин В. В. Международный опыт по разработке и принятию критерия “излишние страдания и чрезмерные повреждения” для оценки оружия и боеприпасов. *Вестник судебной медицины*, Томск. 2019. № 2. С. 55-60.

5. Филичук О. В., Гуров А. М. Особенности применения баллистического желатина как имитатора биологических тканей человека. *Судово-медична експертиза*. 2015. № 15. С. 367-368. DOI: <https://doi.org/10.32353/khrife.2015.46>



6. Щербак В. В., Толмачев О. О., Кундиус О. В., Абдурасулов А. А. Методология проведения баллистического эксперимента на биологических имитаторах тела человека. *Кримінальний вісник*. 2015. Т. 24, № 2. С. 131-132.

7. French R. W., Callender G. R. Ballistic characteristics of wounding agents / ed. J. C. Beyer. *Wound ballistics, Office of the Surgeon General, Department of the Army*, Washington, D.C. 1962. P. 91-141.

8. Hill P. F., Edwards D. P., Bowyer G. W. Small fragment wounds: Biophysics, pathophysiology and principles of management. *Army Med. Corps*. 2001. Vol. 147. P. 41-51. DOI: <https://doi.org/10.1136/jramc-147-01-04>

9. Kim T. K. T test as a parametric statistic. *Korean J Anesthesiol*. 2015. Vol. 68, No. 6. P. 540-546. DOI: <https://doi.org/10.4097/kjae.2015.68.6.540>

10. Wound Ballistics: Basics and Applications / P. Beat et. al. *Springer-Verlag Berlin Heidelberg*. 2011. P. 2-10.

## REFERENCES

1. Zarutskyi YaL, Khomenko IP, Verba AV, Burluka VV. [Combat surgical trauma. Military field surgery]. editors YaL Zarutskyi, Via Bilyi. Kyiv: Feniks; 2018. p. 45-59. Ukrainian

2. Kravchenko YuN, Sapelkyn VV, Serbynenko YIu, Kolomyitsev AV. [Application of a biological tissue simulator to diagnose through gunshot wounds caused by 5.45 mm bullets]. Theory and practice of forensic expertise and criminalistics. 2015;15:408-10. Russian. doi: <https://doi.org/10.32353/khrife.2015.51>

3. Mishalov VD, Mykhailenko OV, Khokholieva TV, Petroshak OIu. [Forensic examination of objects in case of gunshot wound]. monograph. Kyiv; 2019. p. 303. Ukrainian.

4. Fetysov VA, Emelyn VV. [International experience in the development and adoption of the criterion "unnecessary suffering and excessive damage" for the assessment of weapons and ammunition]. Bulletin of Forensic Medicine, Tomsk. 2019;2:55-60. Russian.

5. Fylypchuk OV, Hurov AM. [Features of the use of ballistic gelatin as an imitator of human biological

tissues]. Forensic examination. 2015;15:367-8. Ukrainian. doi: <https://doi.org/10.32353/khrife.2015.46>

6. Shcherbak VV, Tolmachev OO, Kundyus OV, Abdurasulov AA. [Methodology for conducting a ballistic experiment on biological simulators of the human body]. Criminal Bulletin. 2015;2(24):131-2. Ukrainian.

7. French RW, Callender GR. Ballistic characteristics of wounding agents, editor JC Beyer. Wound ballistics, Office of the Surgeon General, Department of the Army, Washington, D.C.; 1962. p. 91-141.

8. Hill PF, Edwards DP, Bowyer GW. Small fragment wounds: Biophysics, pathophysiology and principles of management. *Army Med. Corps*. 2001;147:41-51. doi: <https://doi.org/10.1136/jramc-147-01-04>

9. Kim TK. T-test as a parametric statistic. *Korean J Anesthesiol*. 2015;68(6):540-6. doi: <https://doi.org/10.4097/kjae.2015.68.6.540>

10. Beat P, Robin M, Markus Rothschild A, Thali M. Wound Ballistics: Basics and Applications. Springer-Verlag Berlin Heidelberg; 2011. p. 2-10.

Стаття надійшла до редакції  
21.07.2021

