

# СУДОВА МЕДИЦИНА

© А.О. Плетенецька

УДК 343.983:623.446.3:543.427.4

А.О. Плетенецька

## РЕНТГЕНОФЛУОРЕСЦЕНТНИЙ СПЕКТРАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ПОШКОДЖЕНЬ ІМІТАТОРІВ ОДЯГУ ПРИ ПОСТРІЛАХ З ПНЕВМАТИЧНОЇ ГВІНТІВКИ CROSMAN 2100 CLASSIC З РІЗНИХ ВІДСТАНЕЙ РІЗНИМИ ВИДАМИ КУЛЬ

Харківське обласне бюро судово-медичної експертизи (м. Харків)

Харківський національний медичний університет (м. Харків)

Дана робота виконана у відповідності з плановою тематикою основного плану науково-дослідної роботи кафедри судової медицини та основ права Харківського національного медичного університету: "Визначення ступеню достовірності висновків експерта про причину смерті у випадках судово-медичної діагностики раптової серцевої смерті" (№ держреєстрації: 0109U001745).

**Вступ.** У зв'язку з актуальністю проблеми, пов'язаної з поширенням пневматичної зброї для самозахисту й нападу, вивченням цього питання займаються фахівці в багатьох країнах світу. У той же час експерти зазнають певних труднощів при виконанні подібних експертиз через відсутність методик дослідження ушкоджень, заподіяних з певної моделі пневматичної зброї, а також через те що в наш час з'являється все більше різновидів пневматичної зброї [1,2, 9-11]. На теперішній час ушкодження різних тканин тіла людини із сучасних моделей пневматичної зброї, які зустрічаються в практиці судово-медичного експерта, у судово-медичному відношенні вивчені недостатньо [4-6,8]. Продовжуються пошуки оптимальної класифікації пневматичної зброї для застосування у судово-медичних дослідженнях, а також нові методи досліджень, що могли б допомогти судово-медичному експерту у розв'язанні питань, що виникають при проведенні експертиз [7].

У судовій медицині рентгеноспектральний флуоресцентний аналіз знайшов застосування при проведенні досліджень пошкоджень від пневматичної зброї. Однак, різноманіття питань, що виникають у правоохоронних органів при розслідуванні кримінальних справ, пов'язаних із заподіянням пошкоджень із пневматичної зброї, обґрунтовує актуальність і необхідність розробки нових критеріїв судово-медичної оцінки виявлення металів у зонах одягу з пневматичними пошкодженнями з використанням рентгеноспектрального флуоресцентного аналізу. Все вищевказане є обґрунтуванням актуальності проведення цього дослідження, визначає мету даного розділу - розробити критерії судово-медичної діагностики пошкоджень із пневматичної зброї по виявленому рівню привнесення металів в

пошкодженнях одягу з використанням методу рентгеноспектрального флуоресцентного аналізу.

**Мета дослідження** - виявити методом рентгенофлуоресцентного аналізу спектрометричні показники елементного складу у зразках пошкодження для визначення дистанції пострілу.

**Об'єкт і методи дослідження.** Матеріалом дослідження були біла синтетична тканина розмірами 20x15 см Classic.

Для експериментів була обрана мисливська пневматична гвинтівка американського виробництва Crosman 2100 Classic. Стрілянину робили трьома видами куль: сталевими кульками (BBs) вітчизняного виробництва, калібру 4,5 мм, масою 0,35 г, покритими тонким шаром міді, свинцевими кулями Crosman Premier Super Point виробництва Crosman Airguns, калібру 4,5 мм, масою 0,51 г, свинцевими кулями Skarabey DS вітчизняного виробництва, калібру 4,5 мм, масою 0,62 г. Перед кожною серією експериментальних пострілів робили виміри початкової швидкості снаряда за допомогою безконтактного хронографа «CED MILLENIUM V-O» китайського виробництва і встановили, що середня швидкість снаряда склала 236,4 м/с, що забезпечувало енергію пострілу кулькою 9,8 Дж.

Постріли робили з відстаней: 0 см (щільно вприду); 1 см; 3 см; 5 см; 10 см; 15 см; 25 см; 50 см; 1 м; 2 м; 4 м; 6 м; 8 м; 10 м. З кожної відстані й кожною кулею робили по 12 пострілів. Усього було зроблено 504 пострілів.

Мішені з тканини розмірами 20x15 см прикріплювали до аркушів пакувального картону розмірами 30x20 см у ненацягнутому стані, але й без складок. Для встановлення наявності основних металів - компонентів пострілу в ділянки експериментальних пошкоджень використовувався рентгеноспектральний флуоресцентний метод, який є сучасним методом аналізу елементного складу на атомарному рівні з використанням вторинного випромінювання. Об'єктами дослідження були обрані пасочки обтирання в краях ушкоджень текстильних мішеней (синтетична тканина), заподіяних пострілами з різної відстані. Порівняльний аналіз отриманих результатів (графічне поєднання з використанням програмного забезпечення) і подальша математична обробка

дала достовірну інформацію про наявність хімічних елементів у досліджуваній зоні [3].

**Результати досліджень та їх обговорення.** Як показують результати проведеного спектрально-го рентгено флуоресцентного аналізу при пошкодженні імітаторів одягу пострілами з пневматичної гвинтівки кульками BBs впритул інтенсивність відкладання Cu, по центру й по периферії достовірно не відрізняються й складають  $632 \pm 17,2$  та  $643 \pm 13,0$  при однаковій концентрації –  $1,8 \pm 0,06$  й  $1,8 \pm 0,03$  % відповідно. Дещо інша картина спостерігається при визначенні концентрації міді при пострілах кульками типу Crosman Premier Super Point: концентрація по периферії у 2,3 рази вища, ніж у центрі пошкодження ( $1,49 \pm 0,15$  й  $0,65 \pm 0,3$  % відповідно), тоді як інтенсивність відкладення міді по центру вище у 1,6 рази порівняно з периферією й складає  $712,3 \pm 22,5$  та  $457,7 \pm 41,9$  відповідно. Аналогічні результати були отримані при пострілах кульками типу Skarabey DS: концентрація на периферії у 2 рази перевищувала таку у центрі ( $1,43 \pm 0,03$  й  $0,72 \pm 0,01$  % відповідно), а інтенсивність флуоресценції складала  $656,7 \pm 15,9$  й  $803 \pm 8,6$  відповідно.

Спектрофотометричні параметри Pb у зразках імітаторів одягу, ушкоджених при пострілах кульками BBs, кульками Skarabey DS й Crosman Premier Super Point впритул показали, що концентрація металу була вищою у центрі, ніж по периферії ( $2,07 \pm 0,02$  % й  $0,58 \pm 0,01$  %;  $9,8 \pm 4,2$  % й  $0,63 \pm 0,02$  %;  $18,1 \pm 0,16$  % й  $0,53 \pm 0,01$  % відповідно), причому при пострілах кулею Skarabey DS концентрація в центрі перевищувала таку по периферії у 34 рази. Що стосується інтенсивності флуоресценції, то слід відмітити досить високий її показник по центру, а особливо при пострілах кульками Skarabey DS – 38599 у.о.

Визначення інтенсивності флуоресценції Zn у зразках імітаторів одягу при пострілах різними видами куль при пострілах впритул надало змогу констатувати достовірний факт: цей елемент зафіксований тільки у центрі ушкодження, причому найбільший вміст його було знайдено у зразках, де пошкодження було заподіяно при пострілах кульками типу Skarabey DS ( $0,51 \pm 0,02$  %), що перевищувало вміст цинку у зразках, де пошкодження обумовлено пострілами кульками BBs ( $0,18 \pm 0,02$  %) у 2,8 рази й порівняно з фоновим значенням – у 2 рази більше. Концентрація Fe у зразках імітаторів одягу при пострілах з пневматичної гвинтівки CROSMAN 2100 CLASSIC кульками Skarabey DS, Crosman Premier Super Point й BBs впритул була варіабельною, але слід відмітити, що при пострілах кульками Skarabey DS концентрація заліза по периферії була у 2,2 рази вище, ніж у центрі ( $11, \pm 0,06$  й  $5,4 \pm 0,05$  % відповідно) при фоновому значенні –  $4,3 \pm 0,04$  %. При пострілах кульками BBs концентрація Fe, як у центрі, так й по периферії майже не змінювалася ( $4,9 \pm 0,17$  й  $4,3 \pm 0,07$  % відповідно) й дорівнювало контрольних значень. Спектральний аналіз Ti у зразках імітаторів одягу при пострілах з пневматичної гвинтівки CROSMAN 2100 CLASSIC кульками Skarabey DS, Crosman Premier Super Point й BBs впритул показав, що концентрація його

як у центрі, так й по периферії не перевищує фонову концентрацію, а інтенсивність флуоресценції тільки при пострілах кульками Skarabey DS й тільки у центрі пошкодження перевищує контрольні значення у 1,3 рази ( $8182 \pm 31,4$  й  $6108 \pm 30,4$  у.о. відповідно).

Аналізуючи динаміку вмісту елементного складу у пошкодженнях зразків імітаторів одягу залежно від дистанції пострілу й виду кулі слід відмітити наступне: вміст Pb у зразках при пострілах кульками BBs по центру залишається стабільним й майже не відрізняється від фонового значення, а показник інтенсивності при пострілах з дистанції у 0,01 м набуває максимальних значень й складає  $6613 \pm 30,1$ , що у 15,7 рази перевищує фонові значення. Результати дослідження вмісту Cu зразках імітаторів одягу при пострілах кульками Crosman Premier Super Point дозволяють стверджувати наступне. Концентрація Pb, як по центру, так й по периферії остається стабільною на усіх відстанях пострілу, а інтенсивність флуоресценції знижується при пострілах на відстані 0,15 см, що надає підставу використовувати цей показник, як один з критеріїв визначення дистанції пострілу кульками типу Crosman Premier Super Point.

Що стосується аналізу даних, отриманих у дослідах з кульками типу Skarabey DS, то вміст цього елемента по центру у зразках імітаторів одягу набуває своїх максимальних значень на дистанції 0,05 м й 0,25 м й складає  $33,07 \pm 0,24$  % й  $36,14 \pm 0,5$  % відповідно, що перевищує фонові концентрації у 69 й 75 рази відповідно. Вміст Pb по периферії максимально підвищується у 3 рази при пострілах на відстані 0,5 м, що є достовірною ознакою ( $p < 0,01$ ).

Аналізуючи результати вмісту Cu у зразках імітаторів одягу при пострілах з пневматичної гвинтівки CROSMAN 2100 CLASSIC кульками Skarabey DS й Crosman Premier Super Point встановлено, що як у центрі пошкодження, так й на периферії концентрація цього елемента не перевищує фонові концентрації, що відрізняє постріли цими видами куль від пострілів кульками BBs, а саме: по центру концентрація Cu, починаючи з відстані 0,01 м ( $3,8 \pm 0,02$  %), перевищує, як фонові значення, так й вміст Cu при пострілах іншими видами куль у 2 рази й поступово цей показник зменшується до контрольних значень. Інтенсивність флуоресценції Cu підвищується при пострілах кульками BBs, починаючи на відстані 0,05 м ( $1085 \pm 16,7$  у.о), 0,1 м ( $1219 \pm 38,1$  у.о) й 8 м ( $1073 \pm 21,9$  у.о) по центру. По периферії цей показник є найвищим при пострілах кульками типу Skarabey DS й досягає своїх максимальних значень при пострілах на відстані 1 м та складає  $756,3 \pm 19,4$  у.о.

Визначення ступеня інтенсивності флуоресценції Zn по центру пошкодження у зразках імітаторів одягу при пострілах кульками Skarabey DS дозволило встановити, на відстані 0,25 м цей показник є максимальним й складає  $788 \pm 22,5$  у.о., що достовірно перевищує фонові значення у 6,8 рази та його можна застосовувати, як критерій визначення відстані пострілу кульками типу Skarabey DS. Подальший аналіз отриманих результатів довів, що незалежно від відстані пострілу будь якою з дослідних куль

інтенсивність й концентрація Zn по центру пошкодження дослідних зразків не показало перевищення контрольних значень, а по периферії вмісту Zn зовсім не було визначено. Звертає на себе увагу вміст хімічних елементів при пострілах з відстані у 2м. Так, при пострілах з пневматичної гвинтівки CROSMAN 2100 CLASSIC кулями Skarabey DS вміст Pb по центру перевищує фонові показники у 37,3 рази, складаючи  $17,9 \pm 0,08\%$ , а інтенсивність – у 75,9 рази перевищувала контрольні значення ( $32035,7 \pm 164,2$  й  $422 \pm 4,4$  відповідно), що є абсолютно достовірним критерієм визначення дистанції. При визначенні вмісту Cu було встановлено, що у центрі пошкодження дослідних зразків тканини інтенсивність цього показника не перевищувала фонових значень, а на периферії була не достовірно підвищеною ( $732,7 \pm 8,4$  та  $679 \pm 6,2$  у.о. відповідно), а концентрація знаходилася у межах контрольних показників. Концентрація Zn у дослідних зразках по периферії не визначалася, а у центрі не відрізнялась від фону. Однак, інтенсивність флуоресценції по центру була у 2,4 рази вище контролю. Інтенсивність флуоресценції Fe, як у центрі, так й по периферії пошкодження було вище фонових значень, а концентрація відповідала контролю.

Аналізуючи склад хімічних елементів при аналогічних дослідях із застосування кулі типу CROSMAN PREMIER SUPER POINT можна позначити, що інтенсивність флуоресценції Zn по центру пошкодження був у 13,6 рази вище, ніж у контролі ( $1579 \pm 28,8$  й  $116 \pm 1,5$  у.о. відповідно) та у 5,6 рази - ніж при пострілах кулями типу Skarabey DS ( $283 \pm 12$  у.о.). Вміст Zn по центру був достовірно вищим (у 3,2 рази), ніж у контролі й, відповідно, при пострілах кулями типу Skarabey DS й склав  $0,81 \pm 0,01\%$  при фонових значеннях –  $0,25 \pm 0,02\%$ . Вміст та Cu, як по центру, так й по периферії дорівнював фонових значень. Звертає на себе увагу показники інтенсивності флуоресценції Fe по центру - вона у 1,6 рази вище, ніж фонові значення й показники при пострілах кулями типу Skarabey DS, що можна використовувати у комплексі застосування критеріїв при визначенні виду кулі з певної дистанції, як додатковий показник. При визначенні рентгенофлуоресцентним спектральним методом вмісту й інтенсивності хімічних елементів у зразках імітаторів одягу при пострілах з пневматичної гвинтівки CROSMAN 2100 CLASSIC кулями BBs було встановлено, що з відстаней від 0,01 м до 1 м інтенсивність Pb поступово знижується, а з дистанції 2 м – підвищується й складає  $1405 \pm 23,9$  у.о. у центрі пошкодження. Що стосується вмісту Cu у зразках одягу, то тут спостерігається така картина: при пострілах з дистанції 2м вміст його підвищується майже вдвічі з інтенсивністю флуоресценції  $885,7 \pm$

$8,9$  у центрі пошкодження, що перевищує фонові показники. Інтенсивність й вміст Fe при пострілах кулями BBs з дистанції 2м починає підвищуватися й складає  $850,3 \pm 12,9$  у.о. й  $4,8 \pm 0,05\%$  відповідно, що у 1,3 рази вище контрольних значень, але ці показники значно нижче, ніж такі, як у дослідях при пострілах кулями Skarabey DS й Crosman Premier Super Point у 1,3 рази. Інтенсивність Zn у центрі пошкодження у 2 рази перевищує фонові показники, але достовірно відрізняються від показників, отриманих у дослідях з кулями Skarabey DS й Crosman Premier Super Point.

Показники інтенсивності таких хімічних елементів, як Ar, Ca та Ag виявлялися у пробах, але нами не враховувались, оскільки вони не входять до складу досліджуваних куль і самої зброї за технологією виготовлення.

### Висновки.

1. Доведено, що при пошкодженні імітаторів одягу пострілами з пневматичної гвинтівки CROSMAN 2100 CLASSIC свинцевими кулями кількість свинцю по центру пошкодження максимальна на відстанях 0,01- 0,03 м. Це можна пояснити тим, що свинцеві кулі виготовлені з м'якого металу, який обтирається у каналі ствола, особливо при наявності нарізів. Викид дрібних часток цього металу розповсюджується у межах 0,01- 0,03 м.

2. Встановлено, що при пошкодженні імітаторів одягу пострілами з пневматичної гвинтівки CROSMAN 2100 CLASSIC кулями BBs кількість міді по центру пошкодження максимальна на відстані 0,01м.

3. Показано, що при пострілах впритул не спостерігається вказаного явища, тому що частки металу попадають у глибину ранового каналу і не відкладаються при цьому по краях пошкодження.

4. Встановлено, що якоїсь закономірності відкладання свинцю та міді не спостерігається на периферії, тому що розпилення металів по краях пошкодження незначне.

**Перспективи подальших досліджень.** На підставі результатів дослідження буде розроблено й опрацьовано методику виявлення комплексу основних елементів і речовин, властивих продуктам пострілу, а саме титану, заліза, свинцю, міді, що дозволить робити більш обґрунтовані висновки про їх наявність або відсутність на досліджуваному об'єкті для вирішення питань щодо характеру ушкодження, виду застосованих куль та відстані пострілу. Результати досліджень можуть бути використані в судово-медичній практиці із приводу ушкодження із пневматичної зброї, зокрема, із гвинтівки Crosman 2100 Classic.

### Список літератури

1. Бабій Л.М. Проблема вивчення пошкоджень, що заподіяні пострілами з пневматичної газобалонної зброї в судово-медичній практиці України та Росії / Л.М. Бабій // Матеріали науково – практ. конф. молодих вчених «Досягнення молодих вчених – майбутнє медицини» (22.11.2005 р.).-Харків, 2005. - С. 7-8.
2. Войченко В.В. Недоліки і проблеми організації судово-медичних заходів в умовах надзвичайних ситуацій з масовими жертвами людей в Україні / В.В. Войченко, В.Д. Мішалов, О.І. Герасименко, Г.А. Зарицький, О.Ю. Петрошак, М.М. Шевчук // Збірник наукових праць НМАПО ім. П.Л. Шупика. – Київ, 2008 - С. 209.

3. Monticelli F. Air rifle injury with an entrance through the nose: a case report and review of the literature / F. Monticelli, S. Seidl, P. Betz // *Int J Legal Med.* - 2002. - V.116, №5. - P. 292 - 294.
4. Robertson B.C. High-energy ballistic and avulsive injuries. A management protocol for the next millenium / B.C. Robertson, P.N. Manson // *Surg. Clin. North. Am.* - 2010. - №11. - P. 1589 - 1502.
5. Хижняк В.В. Ушкодження тіла людини та їх особливості при пострілах з пневматичної гвинтівки ІЖ-38 / В.В. Хижняк // *Експериментальна і клінічна медицина.* - 1999. - №4. - С. 109 - 111.
6. Козаченко І.М. Проблеми та перспективи судово-медичного дослідження ушкоджень, що заподіяні з пневматичної зброї підвищеної потужності / І.М. Козаченко // *Проблеми медичної науки та освіти.* - 2006. - №3. - С. 54-57.
7. Козаченко І.М. Судово-медична діагностика ушкоджень із пневматичної зброї на сучасному етапі / І.М. Козаченко // *Український судово-медичний вісник.* - 2008. - № 1. - С. 23 - 27.
8. Татаренко В.А. Особенности поврежденных, возникающих при выстрелах из пневматической винтовки // *Вопросы судебной медицины и экспертной практики.* - Донецк: Донецкий мединститут, 1994. - С. 26.
9. Зеленский С. А. Судебно-медицинская оценка поврежденных, причиненных из пневматического оружия различными видами пуль: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. мед. наук: спец. 14.00.24 «Судебная медицина» / С. А. Зеленский - М., 2001. - 21, [1] с.
10. Мішалов В.Д. Судово-медична оцінка вогнепальних ушкоджень тіла і одягу / В.Д. Мішалов, О.В. Филипчук, Т.В. Хохолева, В.Г. Бурчинський, О.О. Гуріна, В.Л. Кондратенко, В.Д. Сухий // *Збірник наукових праць НМАПО ім. П.Л. Шупика.* - Київ. Вип. 16. - Книга 1. - 2006. - С. 72-74.
11. Гудман С.Н. На пути к доказательной биостатистике: Часть 1. Обманчивость величины Р / С.Н. Гудман // *Международ. журн. мед. практики.* - 2002. - №1. - С.8 - 17.

УДК 343.983:623.446.3:543.427.4

### **РЕНТГЕНОФЛЮОРЕСЦЕНТНИЙ СПЕКТРАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ПОВРЕЖДЕНИЙ ІМИТАТОРОВ ОДЕЖДЫ ПРИ ВЫСТРЕЛАХ ИЗ ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ ВИНТОВКИ CROSMAN 2100 CLASSIC С РАЗНЫХ РАССТОЯНИЙ РАЗНЫМИ ВИДАМИ ПУЛЬ**

**Плетенецькая А.А.**

**Резюме.** Выявлен характер отложения металлов, из которых сделаны пули, в области поясков обтирания по краям поврежденных текстильных мишеней при выстрелах с разных расстояний. Сравнение интегральных показателей спектрального состава химических элементов, а именно титана, железа, свинца, меди, в образцах имитаторов одежды позволило установить, что содержание и интенсивность флуоресцентного излучения является важным признаком дистанции выстрела и может быть использовано для диагностики расстояния поражения. Это может быть использовано в судебно-медицинской практике при проведении экспертиз по поводу поврежденных при выстрелах из мощной пневматической винтовки Crosman 2100 CLASSIC.

**Ключевые слова:** пневматическая винтовка Crosman 2100 CLASSIC, входное отверстие, спектральный рентгенофлуоресцентный анализ, металл, расстояние выстрела, пуля.

УДК 343.983:623.446.3:543.427.4

### **РЕНТГЕНОФЛЮОРЕСЦЕНТНИЙ СПЕКТРАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ПОШКОДЖЕНЬ ІМИТАТОРІВ ОДЯГУ ПРИ ПОСТРІЛАХ З ПНЕВМАТИЧНОЇ ГВІНТІВКИ CROSMAN 2100 CLASSIC З РІЗНИХ ВІДСТАНЕЙ РІЗНИМИ ВИДАМИ КУЛЬ**

**Плетенецька А.О.**

**Резюме.** Виявлено характер відкладання металів, з яких вироблені кулі, у ділянці пасочків обтирання в краях пошкоджень текстильних мішеней при пострілах з різної відстані. Порівняння інтегральних показників спектрального складу хімічних елементів, а саме титану, заліза, свинцю, міді, у зразках імітаторів одягу дозволило встановити, що вміст й інтенсивність флуоресцентного випромінювання є важливою ознакою дистанції пострілу і може бути використано для діагностики відстані ураження. Це може бути використано в судово-медичній практиці при проведенні експертиз із приводу ушкоджень при пострілах з потужної пневматичної гвинтівки Crosman 2100 CLASSIC.

**Ключові слова:** пневматична гвинтівка Crosman 2100 CLASSIC, вхідний отвір, спектральний рентгенофлуоресцентний аналіз, метал, відстань пострілу, куля.

UDC 343.983:623.446.3:543.427.4

### **Rentgeno-Fluorescent Spectral Analysis Of Damages Of Clothes Simulators, Caused By Shots From The Air Rifle Crosman 2100 Classic By Different Types Of Bullets**

**Pletenetskaya A.A.**

**Summary.** Character of imposing of metals, of which bullets are made, in the field of corbels of rubdown along the edges of damages of textile depending on a shot distance are revealed are revealed. Comparison of integrated indicators of spectral structure of chemical elements, namely the titan, iron, lead, copper, in samples of clothes simulators has allowed to establish, that the maintenance and intensity of fluorescent radiation is the important sign of a shot distance and can be used for diagnostics of distance of defeat. It can be used in medicolegal practice at carrying out of examinations concerning damages at shots from powerful air rifle Crosman 2100 CLASSIC.

**Key words:** the air rifle Crosman 2100 CLASSIC, an entrance aperture, spectral rentgeno-fluorescent analysis, metal, shot distance, bullet.

Стаття надійшла 27.09.2011 р.