

## II. ТЕОРІЯ І МЕТОДИКА ПІДГОТОВКИ СПОРТСМЕНІВ

### ОСОБЛИВОСТІ ТРАЄКТОРІЇ ПРИЦІЛЮВАННЯ В МОМЕНТ СПУСКУ КУРКА ПНЕВМАТИЧНОГО ПІСТОЛЕТА

*Ігор Заневський, Юлія Коростильова, Володимир Михайлов*  
Львівський державний університет фізичної культури



#### Анотація

В статті знайдено различия между средними значениями вертикальной и горизонтальной координат точки прицеливания при трех способах тренировки (выстрелы пулькой, воздухом и вхолостую) в интервале времени выстрел  $\pm 0,2$  с.

#### Annotation

The differences between the arithmetic means of the vertical and the horizontal aiming point coordinates of three training methods (shots with pellets, compressed air, and dry firing) in the time interval (shot  $\pm 0.2$  s) are found in the article.

#### Постановка проблеми.

Аналіз сучасних тенденцій розвитку стрілецького спорту дає змогу виділити його основні напрямки: загострення спортивної конкуренції, систематичне вдосконалення спортивного інвентарю, зміна правил змагань у напрямку ускладнення умов виконання змагальних вправ та ін. Це призводить до зміни параметрів спортивної техніки стрільців, у зв'язку з чим і виникає проблема їх подальшого вивчення. Дослідження проводились в рамках завдань науково-дослідної роботи по темі 2.2.5 «Моделювання процесів взаємодії тіла людини зі спортивним приладдям» Зведеного плану НДР у сфері фізичної культури і спорту на 2006-2010 роки.

#### Аналіз останніх досліджень.

У кульовій стрільбі для визначення ефективності спортивної техніки широко застосовуються оптоелектронні тренувальні пристрої для реєстрації кінематичних характеристик техніки, зокрема, для кількісної оцінки параметрів траєкторії точки прицілювання [1, 2]. Дослідження техніки прицілювання були проведені з використанням оптоелектронної системи СКАТТ, що дало змогу визначити показники стійкості системи «стрілець-зброя-мішень» у стрільбі з пневматичного пістолета [1, 4, 7]. Однак на сьогодні, залишаються не з'ясованими особливості зміни траєкторії прицілювання в момент спуску курка, які особливо важливі у стрільбі з пневматичного пістолета.

**Метою роботи** є визначення особливостей траєкторії прицілювання в момент спуску курка пневматичного пістолета у тренуваннях з оптоелектронною системою СКАТТ.

**Методи дослідження:** оптоелектронна реєстрація рухів; метод Шапіра-Уїлка; однофакторний дисперсійний аналіз; офісні комп'ютерні технології (Excel, Paint), система комп'ютерної математики Statistica.

**Результати дослідження.** Згідно з правилами стрільби з пневматичного пістолета спортсмен високої кваліфікації виконав по 30 пострілів з кулькою, повітрям і вхолосту [3]. Для аналізу характеру переміщення точки прицілювання перед спуском курка, в момент та після нього було визначено координати точок прицілювання для п'яти моментів часу  $t = -0,2; -0,1; 0; 0,1; 0,2$  с.

Виявлення відмінностей між рухом ствола зброї попарно при трьох видах пострілів ( $n = 3 \times 30$ ) проводилося шляхом статистичного аналізу координат точок траєкторії прицілювання та відстаней до центру. У момент спуску курка середня точка прицілювання всіх 90-та пострілів на віртуальній мішені СКАТТ була зміщена приблизно на 5,5 мм на 4 «години», тобто вправо і вниз від центра мішені. Щоб елімінувати цю похибку, було перераховано координати віртуальних пробоїн плоскопаралельним переносом початку системи координат мішені СКАТТ у центр ваги 90 пробоїн за формулами:



**Результати статистичного опрацювання координат 90-та точок  
прицілювання у п'яти моментах часу**

$$x_A = x_{Ac} - M_x; y_A = y_{Ac} - M_y,$$

де

$$M_x = \frac{\sum_{i=1}^{90} x_{Ac}}{n} = \frac{487,88}{90} = 5,42 \text{ мм і}$$

$$M_y = \frac{\sum_{i=1}^{90} y_{Ac}}{n} = \frac{-104,15}{90} = -1,16 \text{ мм –}$$

середні арифметичні координат віртуальних пробіоїн на мішені СКАТТ.

Оскільки для використання параметричних методів математичної статистики для аналізу результатів стрільби необхідно впевнитися у нормальному характері розподілу в генеральних сукупностях, з яких походять три досліджувані вибірки, нами проведено відповідну перевірку методом Шапіра-Уїлка. Значення критерію ( $0,975 \div 0,994$ ;  $p=0,078 \div 0,948$ ) дозволяють прийняти нульову гіпотезу про нормальний закон розподілу параметрів у всіх десяти сукупностях (табл. 1). Оскільки послідовність пострілів кульками, повітрям і вхолосту визначалася випадковим чином, слід вважати характер розподілу результатів у відповідних вибірках ( $n = 30$ ) аналогічним характеру розподілу у первинних сукупностях ( $N = 90$ ).

Щоб оцінити вплив способу тренування на результат, було проведено однофакторний дисперсійний аналіз координат та відстаней від центра мішені віртуальних пробіоїн СКАТТ. Фактором дисперсійного аналізу було визначено спосіб виконання пострілу (табл. 2).

Сформульовано три нульові статистичні гіпотези про рівність середніх арифметичних значень координат та відстаней віртуальних пробіоїн від центра мішені. Останній з цих параметрів характеризує точність наведення зброї, а відповідний параметр положення пробіоїни визначає спортивний результат:

$$r_A = \sqrt{x_A^2 + y_A^2}.$$

За результатами дисперсійного аналізу можна стверджувати, що немає статистично істотної

t, с	M, мм		SD*, мм		SW-W*		p*	
	x <sub>Ac</sub>	y <sub>Ac</sub>	x <sub>Ac</sub>	y <sub>Ac</sub>	x <sub>Ac</sub>	y <sub>Ac</sub>	x <sub>Ac</sub>	y <sub>Ac</sub>
-0,2	1,39	-2,76	5,26	5,18	0,989	0,979	0,660	0,154
-0,1	3,54	-2,55	5,09	5,68	0,988	0,981	0,621	0,204
0	5,42	-1,16	4,72	6,41	0,991	0,986	0,823	0,481
0,1	5,70	-1,14	5,59	6,78	0,982	0,994	0,238	0,948
0,2	3,30	0,79	6,11	8,93	0,987	0,975	0,483	0,078

\*SD – середнє квадратичне відхилення; SW-W – коефіцієнт Шапіра-Уїлка; p – рівень істотності.

різниці між горизонтальними координатами точки прицілювання в інтервалі від 0,2 с. до пострілу і 0,2 с. після пострілу при трьох досліджуваних способах тренування. Однак в межах зазначеного інтервалу часу ця різниця зростає, про що свідчить зменшення величини рівня істотності: від 0,906 до 0,063 (останнє число досить близьке до граничного значення  $p=0,05$ ). Різниця між середніми арифметичними значеннями вертикальної координати точки прицілювання є статистично несуттєвою тільки в інтервалі часу 0,2÷0,1 с. до пострілу. При натисканні на курок ( $p < 0,02$ ), а особливо, після цього різниця різко зростає, що видно зі значення рівня істотності у момент часу 0,2 с. після пострілу ( $p < 0,001$ ).

Збільшення різниці в обох координатах точки прицілювання після натискання на курок пояснюється більшою віддачею при пострілі кулькою, ніж повітрям, і відсутністю віддачі при пострілі вхолосту. Причому різниця у вертикальній координаті є на порядок (якщо зважати на рівень істотності) більшою, а ніж у горизонтальній координаті. Збільшення ж різниці між координатами точки прицілювання до натискання на курок хоч і має місце, але не є суттєвим:  $p_x = 0,906 \div 0,698$ ;  $p_y = 0,101 \div 0,085$ .

Різниця між відстанями точок прицілювання від їхнього загального центра ваги не має певної виразності стосовно статистичної істотності протягом усього інтерва-

лу часу виконання пострілу. У момент натискання на курок ( $t = 0$ ) і після спуску курка ( $t = 0,2$ ) нульова статистична гіпотеза про рівність середніх арифметичних досліджуваних відстаней може бути відхилена ( $p=0,050$  і  $p=0,022$ ). В трьох інших інтервалах часу статистично істотної різниці ( $p = 0,420 \div 0,986$ ) в точності прицілювання при трьох досліджених способах тренувального пострілу не спостерігалось.

Однак відстань від центра мішені (або центра ваги точок прицілювання) є менш інформативним параметром для проведення аналізу характеру переміщення точки прицілювання, оскільки крім цієї відстані слід також враховувати кут положення відповідного радіус-вектора («годину» пробіоїни), тобто кутову координату.

#### Обговорення результатів.

При порівнянні результатів трьох способів тренування з оптоелектронною системою СКАТТ виявлено відсутність відмінностей між вертикальними і горизонтальними координатами точок траєкторії прицілювання до пострілу і наявність статистично істотної різниці між ними в момент пострілу і після нього по вертикальній координаті. Це пояснюється тим, що при холостих пострілах на характер переміщення зброї у просторі у момент спуску курка і після визначальний вплив має натиск вказівного пальця на спусковий курок і пов'язана з ним реакція відповідних м'язів. При пострілах повітрям і кулькою, до вищевказа-



**Результати дисперсійного аналізу параметрів переміщення точки прицілювання за різних способів тренування ( $n = 30$ ;  $df = 2^*$ )**

$t, c$	$F^*$			$p$			$Q, \%$		
	$x_A$	$y_A$	$r_A$	$x_A$	$y_A$	$r_A$	$x_A$	$y_A$	$r_A$
-0,2	0,098	2,354	0,745	0,906	0,101	0,478	0,2	5,1	1,7
-0,1	0,361	2,533	0,014	0,698	0,085	0,986	0,8	5,5	0,0
0	0,769	4,751	3,091	0,467	<b>0,011</b>	<b>0,050</b>	1,7	9,8	6,6
0,1	1,476	5,538	0,876	0,234	<b>0,005</b>	0,420	3,3	11,3	2,0
0,2	2,859	26,872	3,984	0,063	<b>0,001</b>	<b>0,022</b>	6,2	38,2	8,4

<sup>†</sup>  $df$  – число ступенів свободи;  $*F_{n=30; df=2; p=0,05} = 3,101$  – критичне значення  $F$ -критерію Снедекора;  $Q$  – внесок фактору способу тренування в загальну варіацію результатів.

ного фактору додається протидія м'язів імпульсу віддачі зброї. Таким чином нашими дослідженнями було підтверджено думку про те, що вище вказані фактори призводять до змін у характері траєкторії прицілювання стрільця в процесі виконання пострілу [5, 6]. Також було спростовано твердження, за яким основу спеціальної фізичної підготовки підготовчого періоду повинні складати імітаційні постріли вхолосту, оскільки це може призвести до формування нераціональної техніки стрільби, що буде проявлятися у нестабільності сили протидії м'язів імпульсу віддачі зброї [2]. Отже, для планування навчально-тренувальних занять слід застосувати вищезазначені способи тренування з використанням оптоелектронної системи СКАТТ, зокрема, такої імітаційної вправи як стрільба повітрям.

#### Висновки.

1. Немає статистично істотної різниці між горизонтальними координатами точки прицілювання в інтервалі постріл  $\pm 0,2$  с. при тренуванні з кулькою, повітрям і вхолосту ( $p=0,906 \div 0,063$ ).
2. Різниця між середніми арифметичними значеннями вертикальної координати точки прицілювання є значно більшою

порівняно з горизонтальною і статистично несуттєва тільки в інтервалі часу до пострілу ( $-0,2 \div -0,1$  с.). При натисканні на курок ( $p < 0,02$ ), а особливо після ( $+0,2$  с.) ця різниця різко зростає ( $p < 0,001$ ).

3. Збільшення різниці в обох координатах точки прицілювання після натискання на курок пояснюється більшою віддачею при пострілі кулькою, ніж повітрям, і відсутністю віддачі при пострілі вхолосту. Причому різниця у вертикальній координаті є на порядок (якщо зважати на рівень істотності) більшою, а ніж у горизонтальній координаті.
4. У тренуванні з системою СКАТТ слід застосовувати стрільбу різними способами, зокрема стрільбу повітрям, з метою формування ефективної сили протидії м'язів імпульсу віддачі зброї у процесі становлення спортивної техніки стрільби з пневматичного пістолета.

**У подальших дослідженнях** планується виявити відмінності у характері руху ствола зброї шляхом кількісного аналізу різниці відстаней між точками прицілювання при трьох видах тренувальних пострілів.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Ball K. A. Body sway, aim point fluctuation and performance in rifle shooters: inter- and intra-individual analysis / K. A. Ball, R. J. Best, T. V. Wrigley // Melbourne: Victoria University 2003. – P. 264-271.
2. **Professional training systems SCATT.** Moscow: ZAO NPP SCATT, 2007. [Electronic resource]. – Режим доступу: <http://www.scatt.com>.
3. Zanevskyy I. Specificity of shooting training with the optoelectronic target / I. Zanevskyy, Y. Korostylova, V. Mykhaylov // Acta of Bioengineering and Biomechanics – Wrocław : University of Technology, 2009. – Vol. 11 – No. 4 – P. 63-70. <http://www.actabio.pwr.wroc.pl/>
4. Володина И. О. Изучение некоторых технических показателей стрельбы из пневматического пистолета на основе современных методов срочной информации / И. О. Володина // Юбилейный сборник трудов ученых РГАФК. – М., 1998. – Т. 4. – С. 11-15.
5. Жилина М. Я. Методика тренировки стрелка-спортсмена / М. Я. Жилина – М.: ДОСААФ, 1986. – 104 с., ил.
6. Куделин А. Устойчивость изготовления при стрельбе [Электронный ресурс] – Режим доступа: [[http://www.shooting-ua.com/books/book\\_94.htm](http://www.shooting-ua.com/books/book_94.htm)].
7. Пятков В. Т. Теоретико-методичні основи техніко-тактичної підготовки спортсменів у стрілецьких олімпійських вправах: автореф. дис. ... док. наук з фіз. вих. та спорту: 24.00.01 «олімпійський та професійний спорт» / В. Т. Пятков. – К., 2002. – 40 с.

