

• ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ, МЕДИКО-БІОЛОГІЧНІ
ТА ПСИХОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ПІДГОТОВКИ КВАЛІФІКОВАНИХ СПОРТСМЕНІВ

УДК 799.315:685.639

**ТОЧКА ПРИЦІЛЮВАННЯ
НА ОПТОЕЛЕКТРОННІЙ МІШЕНІ
ПРИ РІЗНИХ ВИДАХ СТРІЛЬБИ
З ПНЕВМАТИЧНОГО ПІСТОЛЕТА**

**Ігор ЗАНЕВСЬКИЙ, Юлія КОРОСТИЛЬОВА,
Володимир МИХАЙЛОВ**

*Львівський державний університет фізичної культури,
Навчально-спортивна база літніх видів спорту
МО України*

Анотація. У статті порівняно положення точок прицілювання при стрільбі кулькою, стиснутим повітрям та вхолосту з пневматичного пістолета з використанням оптоелектронної системи СКАТТ в інтервалі часу $\pm 0,2$ с від спуска курка. Встановлено статистично істотну різницю у розміщенні середніх точок прицілювання при трьох видах стрільби з пневматичного пістолета лише в інтервалі часу $0\pm 0,2$ с після спуска курка ($p < 0,03$). Обґрунтовано доцільність застосування стрільби стиснутим повітрям із пневматичного пістолета в навчально-тренувальному процесі як підготовчої імітаційної вправи для формування ефективної сили протидії м'язів імпульсу віддачі зброї.

Ключові слова: спортивна стрільба, пневматичний пістолет, точка прицілювання, оптоелектронна система СКАТТ, імітаційне тренування.

Постановка проблеми. Як відомо, основними показниками спортивної техніки, за допомогою яких вона оцінюється, є кінематичні, динамічні та ритмічні характеристики. Одними із головних кінематичних параметрів техніки стрільби є її просторові характеристики, які визначаються положенням та переміщенням окремих ланок усієї системи „стрілець – зброя” у просторі [2, 9, 13]. У кульовій стрільбі широко застосовуються оптоелектронні тренувальні пристрої, які дозволяють не лише фіксувати пробойну, але й кількісно оцінювати параметри траєкторії точки прицілювання до та після натискання на спусковий курок [5, 6, 7, 14]. Аналіз траєкторії дає можливість виявити помилки прицілювання, зрозуміти причини того чи іншого результату [1, 3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У попередніх роботах ми встановили різницю у вертикальних координатах точок прицілювання у момент пострілу при трьох видах тренувальної стрільби з використанням оптоелектронної системи СКАТТ [11, 12]. Проте використання нової тренувальної вправи – стрільби стиснутим повітрям – у навчально-тренувальному процесі вимагає докладнішого теоретичного обґрунтування.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дослідження проводилося в рамках завдань НДР з теми 2.2.5 „Моделювання процесів взаємодії тіла людини зі спортивним приладдям” Зведеного плану науково-дослідної роботи у сфері фізичної культури і спорту на 2006 – 2010 роки (номер державної реєстрації 0106U012607).

Мета дослідження – порівняти положення точок прицілювання за відстанями між ними при трьох видах стрільби з пневматичного пістолета з використанням оптоелектронної системи СКАТТ.

Методи дослідження: оптоелектронна реєстрація рухів, однофакторний дисперсійний аналіз; статистичні тести на основі t -критерію Стьюдента й F -критерію Снедекора, офісні комп'ютерні технології (Excel, Paint), система комп'ютерної математики Statistica.

Результати дослідження. Відповідно до правил стрільби з пневматичного пістолета,

спортсмен високої кваліфікації виконав 90 тренувальних пострілів – по 30 кулькою, стиснутим повітрям і вхолосту, використовуючи оптоелектронну систему СКАТТ [4, 10]. Для аналізу характеру переміщення точки прицілювання сформовано п'ять сукупностей, для моментів часу до та після спуска курка ($t = -0,2; -0,1; 0; 0,1; 0,2$ с).

Для отримання кількісної характеристики різниці між положенням точок прицілювання при потрєлах кулькою, повітрям і вхолосту використано площу й периметр трикутника з вершинами в середніх точках прицілювання при цих трьох видах стрільби у відповідних моментах часу (рис. 1).

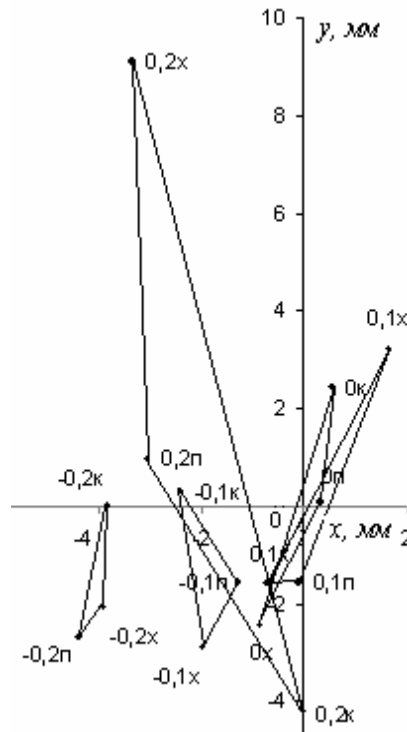


Рис. 1. Середні точки прицілювання на віртуальній мішені СКАТТ при трьох видах стрільби з пневматичного пістолета ($n = 3 \times 30$):

„к” – кулькою, „п” – повітрям і „х” – вхолосту; числами $(-0,2; -0,1; 0; 0,1; 0,2)$ позначено відповідний час (в секундах) відносно моменту спуска курка

Площа й периметр трикутника є взаємодоповнювальними параметрами, оскільки їхні величини з різних боків характеризують розсіяння координат точок-вершин трикутника. Так, якщо всі три точки належать одній прямій лінії, зокрема, коли положення двох із цих точок збігаються, площа трикутника дорівнює нулю, а периметр – ні. Зрозуміло, якщо збігаються положення всіх трьох точок, обидва параметри – і площа, і периметр трикутника – дорівнюють нулю.

Положення кожної з 15-ти точок визначається двома координатами, які є середніми арифметичними 30-ти пар відповідних координат точок траєкторій прицілювання певного виду стрільби з пневматичного пістолета в один із п'яти моментів часу. Система координат має початок у центрі ваги всіх 90-та точок траєкторій прицілювання в момент спуска курка ($t = 0$). Отож центри п'яти трикутників (точки перетину їхніх медіан) збігалися б із відповідними точками траєкторії середньої точки прицілювання на віртуальній мішені СКАТТ, якщо б її вісі перенести плоско-паралельно в точку траєкторії, яка характеризує положення точки прицілювання в момент спуска курка. Початок координат системи xOy розміщено в центрі трикутника $0k0п0x$, тобто в центрі ваги 90-та точок проєкцій осей ліній прицілювання на електронній мішені в момент спуска курка.

Площу трикутника в цьому випадку зручно визначати за формулою Герона:

$$S = \sqrt{P(P-a)(P-b)(P-c)}$$
, де
$$P = \frac{a+b+c}{2}$$
 – половина периметра; a , b і c – довжини сторін трикутника.

Відстань між середніми точками прицілювання обчислювалася як гіпотенуза прямокутного трикутника з катетами, що дорівнюють різниці координат відповідних точок (рис. 2).

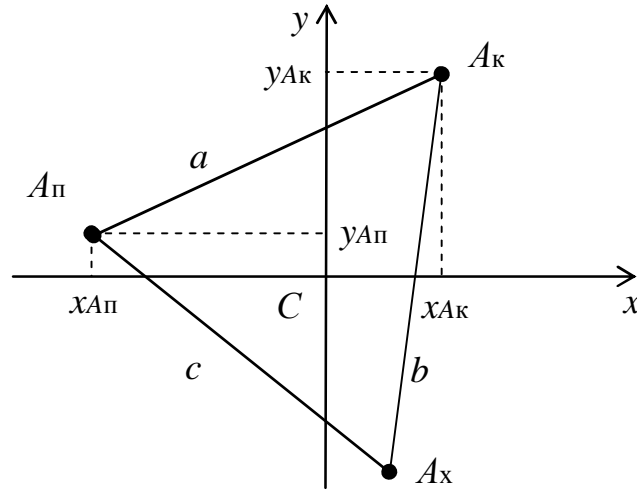


Рис. 2. Схема визначення площі й периметра трикутника з вершинами в середніх точках прицілювання при трьох видах стрільби з пневматичного пістолета: A_k – кулькою, A_n – повітрям, A_x – вхолосту

Наприклад, відстань між середніми точками прицілювання при стрільбі кулькою і пові-

трям визначається за формулою: $a = \sqrt{(x_{Ak} - x_{An})^2 + (y_{Ak} - y_{An})^2}$, а дві інші відстані – $b = \sqrt{(x_{Ak} - x_{Ax})^2 + (y_{Ak} - y_{Ax})^2}$; $c = \sqrt{(x_{Ax} - x_{An})^2 + (y_{Ax} - y_{An})^2}$.

$$S_a^2 = \frac{S_{a^2}^2}{4a^2}; \quad S_b^2 = \frac{S_{b^2}^2}{4b^2}; \quad S_c^2 = \frac{S_{c^2}^2}{4c^2};$$

Відповідні дисперсії:

$$S_{a^2}^2 = 4a^2 S_a^2 + 2S_{a^2}^4; \quad S_a^4 + 2a^2 S_a^2 - \frac{1}{2} S_{a^2}^2 = 0; \quad S_a^2 = -a^2 \pm \sqrt{a^4 + \frac{1}{2} S_{a^2}^2};$$

$$S_{a^2}^2 = 4(x_{Ak} - x_{An})^2 S_{xA(k-n)}^2 + 4(y_{Ak} - y_{An})^2 S_{yA(k-n)}^2 + 2S_{xA(k-n)}^4 + 2S_{yA(k-n)}^4;$$

$$S_{b^2}^2 = 4(x_{Ak} - x_{Ax})^2 S_{xA(k-x)}^2 + 4(y_{Ak} - y_{Ax})^2 S_{yA(k-x)}^2;$$

$$S_{c^2}^2 = 4(x_{Ax} - x_{An})^2 S_{xA(x-n)}^2 + 4(y_{Ax} - y_{An})^2 S_{yA(x-n)}^2;$$

$$S_{xA(k-n)}^2 = S_{xAk}^2 + S_{xAn}^2; \quad S_{yA(k-n)}^2 = S_{yAk}^2 + S_{yAn}^2;$$

$$S_{xA(k-x)}^2 = S_{xAk}^2 + S_{xAx}^2; \quad S_{yA(k-x)}^2 = S_{yAk}^2 + S_{yAx}^2;$$

$$S_{xA(x-n)}^2 = S_{xAk}^2 + S_{xAx}^2; \quad S_{yA(x-n)}^2 = S_{yAk}^2 + S_{yAx}^2;$$

$$S_a^2 = \frac{(x_{Ak} - x_{An})^2 S_{xA(k-n)}^2 + (y_{Ak} - y_{An})^2 S_{yA(k-n)}^2}{(x_{Ak} - x_{An})^2 + (y_{Ak} - y_{An})^2}.$$

Результати обчислення площі й периметра трикутника з вершинами в середніх точках прицілювання при трьох видах стрільби з відповідним статистичним опрацюванням подано в таблиці 1.

Для кількісного оцінювання розбіжностей параметрів прицілювання при трьох видах стрільби застосовано однофакторний дисперсійний аналіз за повний інтервал часу дослідження ($-0,2 \leq t \leq 0,2$ с), а також до моменту спуска курка ($-0,2 \leq t \leq 0$ с) і після ($0 \leq t \leq 0,2$ с) (табл. 2).

Таблиця 1

Статистичні характеристики площі (S), периметра ($2P$) й довжин сторін (a , b , c) трикутника з вершинами в середніх точках прицілювання при трьох видах стрільби з пневматичного пістолета ($n = 3 \times 30$)

| t, c | $S, мм^2$ | $2P, мм$ | $a (κ-n)$ | $b (κ-x)$ | $c (n-x)$ |
|--------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|
| | $M \pm SD$ | | | | |
| -0,2 | 27,2 ± 26,6 | 26,0 ± 9,9 | 9,05 ± 4,50 | 8,30 ± 3,96 | 8,64 ± 4,22 |
| -0,1 | 17,9 ± 22,6 | 24,3 ± 11,3 | 7,78 ± 5,13 | 8,92 ± 5,83 | 7,58 ± 4,53 |
| 0 | 20,9 ± 22,7 | 26,9 ± 14,0 | 8,72 ± 5,65 | 10,36 ± 7,19 | 7,83 ± 4,98 |
| 0,1 | 39,2 ± 38,0 | 34,6 ± 10,9 | 11,58 ± 5,18 | 11,97 ± 6,24 | 11,00 ± 4,29 |
| 0,2 | 60,0 ± 59,2 | 44,7 ± 15,3 | 12,77 ± 6,22 | 17,85 ± 8,21 | 14,08 ± 5,84 |

Таблиця 2

Результати дисперсійного аналізу за величиною площі (S) й периметра ($2P$) трикутника з вершинами в середніх точках прицілювання при трьох видах стрільби з пневматичного пістолета ($n = 3 \times 30$, $\alpha = 0,05$)

| Параметр | Час відносно спуска курка, с | | | | | |
|--------------|------------------------------|---------|----------|-------|---------|--------|
| | -0,2 ÷ 0,2 | | -0,2 ÷ 0 | | 0 ÷ 0,2 | |
| | $2P$ | S | $2P$ | S | $2P$ | S |
| F^* | 13,894 | 6,604 | 0,380 | 1,162 | 13,067 | 6,320 |
| p | <0,00001 | <0,0001 | >0,6 | >0,3 | <0,001 | <0,003 |
| $Q^{**}, \%$ | 27,7 | 15,4 | 0,9 | 2,6 | 23,1 | 12,7 |
| df^{***} | 4 | | | 2 | | |

Примітка.

* – $F_{0,05;4;29} = 2,434$; $F_{0,05;2;29} = 3,101$ – критичні значення F -критерію Снедекора;

** – внесок фактора виду стрільби у загальну варіацію значень;

*** – число степенів вільності.

За результатами дисперсійного аналізу можна впевнитися, що існують статистично суттєві відмінності між параметрами в усіх трьох видах стрільби в дослідженому інтервалі часу як за периметром ($p < 0,00001$), так і за площею трикутника ($p < 0,0001$). До спуска курка не виявлено статистично істотних змін параметрів динаміки переміщення точок прицілювання на мішені ($p > 0,6$ і $p > 0,3$). А після спуска курка динаміка переміщення зброї набуває статистично суттєвих відмінностей загалом ($p < 0,001$ і $p < 0,003$). Залежність величини площі й периметра трикутника з вершинами в середніх точках прицілювання при трьох видах тренування від часу подано графічно (рис. 3).

Для виявлення відмінностей між рухом ствола зброї попарно при трьох видах стрільби було проведено дисперсійний аналіз відстаней між точками прицілювання. Середні значення цих відстаней у п'ятьох характерних моментах часу наведено в таблиці 1. Результати дисперсійного аналізу вказують на статистично істотні зміни відстаней між середніми точками прицілювання впродовж дослідженого інтервалу часу ($-0,2 \leq t \leq 0,2$ с) в усіх трьох парних порівняннях при $p < 0,002$ (табл. 3).

Результати відповідного дисперсійного аналізу, проведеного окремо для інтервалів часу до та після моменту спуска курка, підтверджують і конкретизують результати для цілого досліджуваного інтервалу часу. До моменту спуска курка ($-0,2 \leq t \leq 0$ с) нульові гіпотези про рівність усіх трьох досліджених відстаней приймаються на рівні істотності не меншому, ніж 0,376 ($Q = 1,0 - 2,2\%$). Після моменту спуску курка ($0 \leq t \leq 0,2$ с) відповідні статистичні гіпотези можуть бути відхилені на рівні істотності не більшому ніж 0,022 ($Q = 8,4 - 20,7\%$). Найменшу різницю зафіксовано між відстанями середніх точок прицілювання при порівнянні стрільби кулькою та повітрям ($p = 0,022$), а найбільшу – між відстанями при порівнянні стрільби кулькою і вхолосту ($p = 0,0003$).

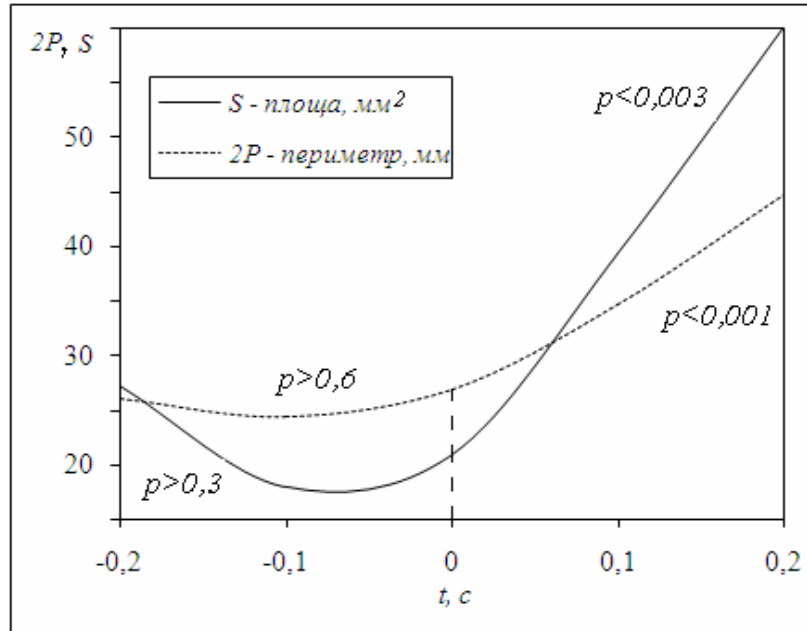


Рис. 3. Залежність величини площі й периметра трикутника з вершинами в середніх точках прицілювання при трьох видах стрільби від часу ($n = 3 \times 30$):
 p – рівень істотності, на якому може бути відхилена нульова гіпотеза про рівність середніх арифметичних цих величин

Таблиця 3

Результати дисперсійного аналізу за середніми точками прицілювання при трьох видах стрільби з пневматичного пістолета ($n = 3 \times 30$, $\alpha = 0,05$)

| Параметр | Час відносно спуска курка, с | | | | | | | | |
|--------------|------------------------------|------------------|------------------|----------|----------|----------|--------------|---------------|------------------|
| | -0,2 ÷ 0,2 | | | -0,2 ÷ 0 | | | 0 ÷ 0,2 | | |
| | $a(k-n)$ | $b(k-x)$ | $c(n-x)$ | $a(k-n)$ | $b(k-x)$ | $c(n-x)$ | $a(k-n)$ | $b(k-x)$ | $c(n-x)$ |
| F^* | 4,599 | 10,615 | 9,702 | 0,502 | 0,990 | 0,443 | 4,003 | 8,868 | 11,370 |
| p | 0,0016 | <0,001 | <0,001 | 0,607 | 0,376 | 0,644 | 0,022 | 0,0003 | <0,001 |
| $Q^{**}, \%$ | 11,3 | 22,6 | 21,1 | 1,1 | 2,2 | 1,0 | 8,4 | 16,9 | 20,7 |
| df | 4 | | | 2 | | | | | |

Примітки.

* – $F_{0,05;4;29} = 2,434$; $F_{0,05;2;29} = 3,101$ – критичні значення F -критерію Снедекора;

** – внесок фактора виду стрільби в загальну варіацію значень;

*** – число степенів вільності.

Для отримання відповіді на запитання про відповідність видів імітаційного тренування повітрям і вхолосту до справжнього пострілу кулькою проведено дисперсійний аналіз відстаней між точками прицілювання на електронній мішені СКАТТ при трьох видах стрільби з пневматичного пістолета. В інтервалі часу до спуска курка й 0,1 с після не було виявлено статистично істотних різниць у відповідних відстанях між середніми точками проекції вісі ствола на електронній мішені СКАТТ (табл. 4). Тільки в момент часу 0,2 с після спуска курка з'являється статистично істотна різниця величини зазначених відстаней ($p = 0,014$).

Кількісне оцінювання різниці відстаней між точками прицілювання на віртуальній мішені при трьох видах стрільби (попарно) проведено шляхом перевірки нульової гіпотези стосовно статистичної рівності довжин відповідних відрізків. Загалом було сформульовано й перевірено 15 гіпотез – по 3 на кожен з п'яти моментів часу: $t = -0,2$; $-0,1$; 0 ; $0,1$; $0,2$ с. Результати статистичного аналізу, проведеного з використанням t -критерію Стюдента, подано графічно (рис. 4).

Результати дисперсійного аналізу відстаней між точками прицілювання на електронній мішені при трьох видах стрільби з пневматичного пістолета ($n = 3 \times 30$)

| t, c | F^* | p | $Q, \%$ |
|--------|-------|--------------|---------|
| -0,2 | 0,239 | 0,788 | 0,5 |
| -0,1 | 0,589 | 0,557 | 1,3 |
| 0 | 1,362 | 0,262 | 3,0 |
| 0,1 | 0,257 | 0,774 | 0,6 |
| 0,2 | 4,467 | 0,014 | 9,3 |

Примітка.

* – $F_{n=30; df=2; \alpha=0,05} = 3,101$ – критичне значення F-критерію Снедекора

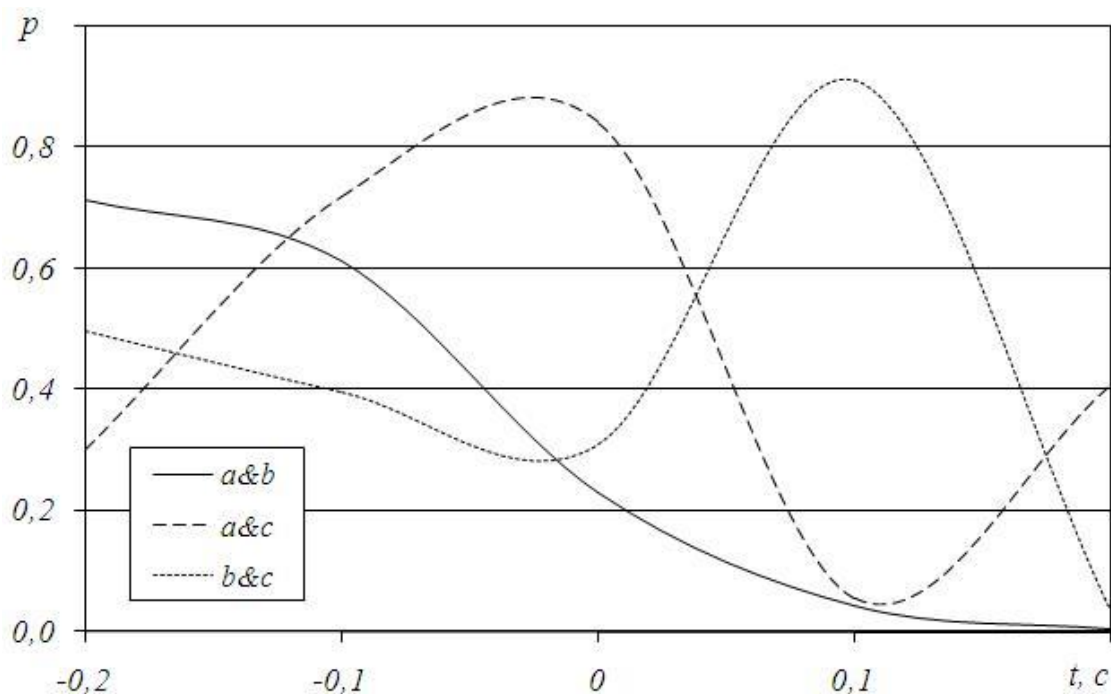


Рис. 4. Залежність від часу рівня істотності, на якому може бути відхилена нульова статистична гіпотеза про рівність середніх арифметичних відстаней між точками прицілювання на віртуальній мішені СКАТТ:

a – кулькою й повітрям; b – кулькою й вхолосту; c – повітрям і вхолосту

Результати перевірки цих статистичних гіпотез свідчать про відсутність істотних відмінностей між досліджуваними відстанями в інтервалі часу від 0,2 с до 0,1 с від моменту спуска курка для всіх трьох пар відстаней і на цілому інтервалі часу ($-0,2 \div 0,2$ с) між відстанями a і c (кулькою–повітрям і повітрям–вхолосту). Наприкінці дослідженого інтервалу часу ($t = 0,2$) зафіксовано появу статистично істотної різниці між відстанями b і c (кулькою–вхолосту й повітрям–вхолосту) при $p < 0,05$. Друга пара відстаней, для якої виявлено ще більш істотну статистичну різницю – це a і b (кулькою–повітрям і кулькою–вхолосту) при $p < 0,01$.

Для встановлення відповідності видів стрільби повітрям та вхолосту на тренажері СКАТТ до справжнього пострілу кульками визначальним є подібність між відповідними траєкторіями точки прицілювання під час спуска курка. Отримані результати порівняльного аналізу відстаней між середніми точками прицілювання свідчать про відсутність статистично істотних різниць саме в цьому інтервалі часу.

Привертає до себе увагу статистично істотна різниця між траєкторіями точки проекції вісі ствола на електронній мішені після спуска курка при трьох видах стрільби з пневматичного пістолета (табл. 5).

Результати перевірки нульової гіпотези стосовно відстаней між точками прицілювання на електронній мішені після спуска курка при трьох видах стрільби з пневматичного пістолета ($n = 3 \times 30$)

| Параметр | $a-b$ ($\kappa/n-\kappa/x$) | $b-c$ ($\kappa/x-n/x$) | $a-c$ ($\kappa/n-n/x$) |
|-----------------|-------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| $M \pm SD$, мм | $7,71 \pm 14,00$ | $5,61 \pm 14,17$ | $2,10 \pm 13,83$ |
| t -критерій | 3,018 | 2,168 | 0,833 |
| p | 0,004 | 0,034 | 0,408 |

Примітка.

* – $t_{df=58; p=0,05} = 2,002$ – критичне значення t -критерію Стьюдента.

Різниця між відрізками a і b (кулькою-повітрям і кулькою-вхолосту) є найбільшою ($p = 0,004$). Також статистично суттєвою є різниця відстаней b і c (кулькою-вхолосту і повітрям-вхолосту) при $p = 0,034$. Статистично неістотною є різниця відстаней a і c (кулькою-повітрям і повітрям-вхолосту) при $p = 0,408$. Таке співвідношення між відстанями середніх точок можна пояснити меншою величиною віддачі при тренувальній стрільбі повітрям порівняно з пострілом кулькою та відсутністю віддачі при стрільбі вхолосту.

Обговорення результатів дослідження. Результат пробойни – це показник, на який впливають не тільки особливості внутрішніх взаємозв'язків тіла стрільця в позі „напоготівка” і характер його взаємодії зі зброєю в процесі прицілювання, але й балістичні характеристики самого пістолета. Сила тиску повітря, яка викликає віддачу, діє вздовж каналу ствола зброї в протилежному до польоту кульки напрямку та дорівнює силі віддачі. У стрільбі з пневматичного пістолета віддача сприймається кистю руки, але оскільки її середня частина при обхваті руків'я знаходиться нижче і правіше (при утриманні зброї правою рукою) від вісі ствола, сила віддачі та сила реакції створюють пари сил, тобто момент сил, який викликає зміщення зброї із середньої точки прицілювання як по вертикалі, так і по горизонталі. Таким чином, у момент вильоту кульки вісь ствола утворює кут з віссю ствола до пострілу (кут вильоту кульки) [17]. Зрозуміло, що спортивний результат у стрільбі з пневматичного пістолета напряму залежатиме від величини й одноманітності значень цього кута впродовж виконання змагальної вправи. Величини кутів вильоту кульки своєю чергою залежать від таких чинників: ефективності міжм'язової координації під час руху вказівного пальця в процесі натискання на спусковий курок, одноманітності взаємного розташування ланок тіла в позі „напоготівка” та м'язової напруги під час утримання зброї в процесі прицілювання, з якими пов'язана ефективність сили протидії м'язів силі віддачі зброї. Ці чинники характеризують основний показник рівня технічної майстерності стрільця – ступінь стійкості системи „стрілець–зброя”.

Відомо, що стрілець після пострілу впродовж 15–20 с зберігає „відчуття пострілу”. Саме в цей період часу найточніше оцінюється дії стрільця при порівнянні суб'єктивної та об'єктивної інформації. Тому для управління діями спортсмена найефективнішою за часом подання є термінова інформація. При виборі засобів термінової інформації кращими вважаються засоби зорової інформації, тому що вони дають можливість переводить увагу з пропріоцептивного каналу на зоровий, який забезпечує більшу „усвідомлюваність” сигналів, які він приймає [8, 9, 15, 16]. Така інформація, яка надходить у систему управління рухами стрільця, має велике значення в утворенні нових умінь, автоматизації навички та вдосконаленні технічної майстерності, адже завдяки їй, з великої кількості різноманітних рухів обираються та закріплюються лише ті, які забезпечують досягнення заданого результату. Так, для отримання об'єктивної інформації про рівень стійкості системи „стрілець–зброя” та вивчення впливу на нього зовнішніх і внутрішніх чинників у навчально-тренувальному процесі стрільців використовують такий його показник як траєкторія прицілювання, яку можна зареєструвати за допомогою оптоелектронної системи СКАТТ.

У процесі формування техніки рухової дії важливим чинником ефективного її становлення є своєчасне отримання відповідної інформації про якість рухових дій, що виконуються. Об'єктивна інформація повинна подаватися впродовж 7–10 с після закінчення руху, для того щоб своєчасно внести необхідні корекції.

Процес сприйняття пострілу стрільцем припадає на інтервал часу 0,1–0,2 с після моме-

нту спуска курка. Це пов'язано з особливостями функціонування ЦНС, а саме з латентним періодом передачі аферентних нервових імпульсів від м'язів, які працюють до рухової ділянки кори великих півкуль головного мозку. Внаслідок цього стрілець може із запізненням, а отже неправильно оцінювати свої дії під час пострілу, оскільки траєкторія прицілювання в інтервалі часу 0,1–0,2 с після моменту спуска курка відрізняється від траєкторії прицілювання в момент спуска курка. Застосування оптоелектронних систем у навчально-тренувальних заняттях дозволяє стрільцю отримувати відповідну інформацію про точку прицілювання в момент пострілу [5, 6, 7]. Це надасть можливість спортсменові коригувати свої дії в процесі виконання наступного пострілу відповідно до отриманої об'єктивної інформації і створить передумови для формування раціональної техніки стрільби.

У нашому дослідженні проаналізовано найважливішу ділянку траєкторії прицілювання в межах часового інтервалу $\pm 0,2$ с від моменту спуска курка. Саме в цей проміжок часу відбувається натискання вказівним пальцем на спусковий курок, а також протидія м'язів імпульсу віддачі зброї під час пострілу. Ці чинники призводять до змін у характері траєкторії прицілювання, від яких залежить положення пробойни на мішені.

У результаті проведених досліджень зі застосування трьох видів стрільби з пневматичного пістолета з використанням оптоелектронної системи СКАТТ встановлено доцільність використання такої підготовчої вправи, як стрільба стиснутим повітрям для формування ефективної сили протидії м'язів імпульсу віддачі зброї. Це пояснюється тим, що при тренуванні вхолосту на характер переміщення зброї у просторі в момент спуска курка й після нього визначальний вплив має натискання вказівного пальця на спусковий курок. При стрільбі повітрям, як і при стрільбі кулькою, до названого чинника додається віддача зброї та звук пострілу.

Висновки.

1. Встановлено відсутність статистично істотних відмінностей між відстанями між середніми точками прицілювання при трьох видах стрільби з пневматичного пістолета в інтервалі часу 0,2–0,1 с від спуска курка для всіх трьох пар відстаней і на цілому інтервалі часу між відстанями кулькою-повітрям і повітрям-вхолосту. Наприкінці дослідженого інтервалу часу ($t = 0,2$) зафіксовано появу статистично істотної різниці між відстанями кулькою-вхолосту й повітрям-вхолосту ($p < 0,05$). Між відстанями кулькою-повітрям і кулькою-вхолосту виявлено ще більш істотну статистичну різницю ($p < 0,01$).

2. Встановлено статистично істотні різниці між відрізками кулькою-повітрям і кулькою-вхолосту ($p = 0,004$) та між відстанями кулькою-вхолосту й повітрям-вхолосту ($p = 0,034$) у момент часу після спуска курка. Таке співвідношення між відстанями середніх точок можна пояснити меншою величиною віддачі при тренувальній стрільбі повітрям порівняно з пострілом кулькою й відсутністю віддачі при стрільбі вхолосту.

Практичні рекомендації:

1. Застосування оптоелектронних систем у навчально-тренувальних заняттях дозволяє стрільцеві отримувати відповідну інформацію про точку прицілювання, на якій відбувся постріл. Це надасть можливість спортсменові коригувати свої дії в процесі виконання наступного пострілу відповідно до отриманої об'єктивної інформації і створить передумови для формування раціональної техніки стрільби.

2. Доцільно застосовувати стрільбу повітрям із пневматичного пістолета в навчально-тренувальному процесі спортсменів як підготовчої імітаційної вправи для формування ефективної сили протидії м'язів імпульсу віддачі зброї.

Перспективами подальших досліджень є визначення різниці відстаней між віртуальними пробойнами при трьох видах стрільби з пневматичного пістолета на оптоелектронній мішені, а також кількісного оцінювання динаміки переміщень точок траєкторії прицілювання на віртуальній мішені у стрільців різної спортивної кваліфікації. Це дозволить визначити закономірності формування стабільності сили протидії м'язів імпульсу віддачі зброї та особливості розвитку міжм'язової координації під час руху вказівного пальця в процесі натиску на спусковий курок на різних стадіях становлення спортивної техніки.

Список літератури

1. Жилина М. Я. Методика тренування стрелка-спортсмена / М. Я. Жилина – М. : ДОСААФ, 1986. – 104 с., ил.
2. Заневський І. П. Неспецифічність тренування з оптоелектронною мішенню в стрільбі з пневматичного пістолета [Електронний ресурс] / І. П. Заневський, Ю. С. Коростильова, В. В. Михайлов // Спортивна наука України. – 2009. – № 3 (23). – С. 25-45. – Режим доступу: <http://www.sportscience.org.ua/index.php/Arhiv.html>.
3. Заневський І. П. Особливості траєкторії прицілювання в момент спуску курка пневматичного пістолета / І. П. Заневський, Ю. С. Коростильова, В. В. Михайлов // Спортивний вісник Придніпров'я. – 2010. – № 2. – С. 211-213.
4. Заневський І. П. Траєкторія прицілювання за різних способів тренування у кульовій стрільбі / І. П. Заневський, Ю. С. Коростильова, В. В. Михайлов // Олімп. спорт і спорт для всіх: Тези доповідей XIV Міжнар. наук. конгр. – К., 2010. – С. 543.
5. Кашуба В. О. Підвищення ефективності тренувального процесу стрільців-кульовиків на основі біомеханічних ергогенних засобів відставленої дії / В. О. Кашуба, Т. О. Хабінець // Стрільцька підготовка в олімпійських видах спорту : зб. наук.-метод. пр. – Л., 2004 – С. 10-14.
6. Пятков-Мельник В. Т. Стрільцько-спортивна наука України (2001 – 2005) [Електронний ресурс] / В. Т. Пятков-Мельник // Спортивна наука України. – 2006. – №6 (7) – 371 с. – Режим доступу: <http://www.sportscience.org.ua/index.php/Arhiv.html>.
7. Сальніков О. Технічні засоби в тренуванні стрільців-спортсменів / О. Сальніков // Молода спортивна наука України: зб. наук. пр. з галузі фізичної культури та спорту. – Л., 2004. – Вип. 8, т. 1 – С. 255-257. – ISBN 966-666-104-7.
8. Фарфель В. С. Управление движениями в спорте / В. С. Фарфель. – М. : Физкультура и спорт, 1975 – 306 с.
9. Юрьев А. А. Пулевая спортивная стрельба. / А. А. Юрьев – 3-е изд., доп. – М. : Физкультура и спорт, 1973. – 432 с., ил.
10. 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. Wright // Journal of sports sciences. – 2003. – Vol. 21 (7). – P. 559-566.
11. Heinula J. Description of an effective methodology to develop shooting skills in soldiers / J. Heinula, V. Nissinen // Shooting Training A Principled Approach MS&T – Issue 2 – 2003. – P. 36-38.
12. Optoelectronic measures in the analysis of running target shooting. / K. Mononen, J. T. Viitasalo, P. Era, N. Kontinen // Scandinavian Journal of Medicine and Science of Sports. – 2003. – Vol. 13(3). – P. 200-207.
13. Official Statutes Rules and Regulations. International Shooting Sport Federation. – München, Germany, 2009 – 436 p.
14. Professional training systems SCATT. Moscow: ZAO NPP SCATT, 2007. [Electronic resource]. – Access mode: <http://www.scatt.com>.
15. RIKA Home Trainer. Micheldorf, Austria: RIKA Sport GmbH, 2008. [Electronic resource]. – Access mode: <http://www.rika1.com>.
16. Technical shooting analysis. Oulu, Finland: Noptel Oy, 2007. [Electronic resource]. – Access mode: <http://www.noptel.fi/eng/sport/>.
17. Posture stability of shooters / W. L. Wu, F. C. Su, W. D. Lee, C. C. Chang // Proceedings of the XVIth Congress of the International Society of Biomechanics, Tokyo, 1997. – P. 133.

List of references

1. Zhylyna M. Ya. Metodyka trenyrovky strelka-sport-smena / M. Ya. Zhylyna – М. : DOSAAF, 1986. – 104 s., yl.
2. Zanevs'kyu I. P. Nespetsyfychnist' trenuvannya z optoelektronnoyu mishennyu v stril'bi z pnevmatychnoho pistoleta [Elektronnyy resurs] / I. P. Zanevs'kyu, Yu. S. Korostyl'ova, V. V. Mykhaylov // Sportyvna nauka Ukrayiny. – 2009. – № 3 (23). – S. 25-45. – Rezhym dostupu: <http://www.sportscience.org.ua/index.php/Arhiv.html>.

3. Zanevs'kyi I. P. Osoblyvosti trayektoriyi prytsilyuvannya v moment spusku kurka pnevmatichnoho pistoleta / I. P. Zanevs'kyi, Yu. S. Korostyl'ova, V. V. Mykhaylov // Sportyvnyy visnyk Prydniprov'ya. – 2010. – № 2. – S. 211-213.

4. Zanevs'kyi I. P. Trayektoriya prytsilyuvannya za riznykh sposobiv trenuvannya u kul'oviy stril'bi / I. P. Zanevs'kyi, Yu. S. Korostyl'ova, V. V. Mykhaylov // Olimp. sport i sport dlya vsikh: Tezy dopovidey KhIV Mizhnar. nauk. konhr. – K., 2010. – S. 543.

5. Kashuba V. O. Pidvyshchennya efektyvnosti trenuval'noho protsesu stril'tsiv-kul'ovykiv na osnovi biomekhanichnykh erhohennykh zasobiv vidstavlenoyi diyi / V. O. Kashuba, T. O. Khabinets' // Strilets'ka pidhotovka v olimpiys'kykh vydakh sportu : zb. nauk.-metod. pr. – L., 2004 – S. 10-14.

6. Pyatkov-Mel'nyk V. T. Strilets'ko-sportyvna nauka Ukrayiny (2001 – 2005) [Elektronnyy resurs] / V. T. Pyatkov-Mel'nyk // Sportyvna nauka Ukrayiny. – 2006. – № 6 (7) – 371 s. – Rezhym dostupu: <http://www.sportscience.org.ua/index.php/Arhiv.html>.

7. Sal'nikov O. Tekhnichni zasoby v trenuvanni stril'tsiv-sport-smeniv / O. Sal'nikov // Moloda sportyvna nauka Ukrayiny: zb. nauk. pr. z haluzi fizychnoyi kul'tury ta sportu. – L., 2004. – Vyp. 8, t. 1 – S. 255-257. – ISBN 966-666-104-7.

8. Farfel' V. S. Upravlenie dvizheniyami v sporte / V. S. Farfel'. – M. : Fizkul'tura i sport, 1975 – 306 s.

9. Yur'ev A. A. Pulevaya sportivnaya strel'ba / A. A. Yur'ev – 3-e yzd., dop. – M. : Fizkul'tura i sport, 1973. – 432 s., yl.

**ТОЧКА ПРИЦЕЛИВАНИЯ
НА ОПТОЭЛЕКТРОННОЙ МИШЕНИ
ПРИ РАЗНЫХ ВИДАХ СТРЕЛЬБЫ
ИЗ ПНЕВМАТИЧЕСКОГО ПИСТОЛЕТА**

**Игорь ЗАНЕВСКИЙ, Юлия КОРОСТЫЛЕВА,
Владимир МИХАЙЛОВ**

*Львовский государственный университет
физической культуры,
Учебно-спортивная база летних видов спорта
МО Украины*

Аннотация. В статье проведено сравнение расположения точек прицеливания в стрельбе пулькой, сжатым воздухом и вхолостую из пневматического пистолета с использованием оптоэлектронной системы СКАТТ в интервале времени $\pm 0,2$ с от спуска курка. Установлено статистически существенную разницу в расположении средних точек прицеливания при трех видах стрельбы из пневматического пистолета только в интервале времени 0 – 0,2 с после спуска курка ($p < 0,03$). Обоснована целесообразность применения стрельбы сжатым воздухом из пневматического пистолета в учебно-тренировочном процессе как подготовительного имитационного упражнения для формирования эффективной силы противодействия мышц импульсу отдачи оружия.

Ключевые слова: спортивная стрельба, пневматический пистолет, точка прицеливания, оптоэлектронная система СКАТТ, имитационная тренировка.

**THE AIM POINT ON OPTOELECTRONIC TARGET
WHILE DIFFERENT SHOOTING METHODS
WITH PNEUMATIC GUN**

**Igor ZANEVSKYI, Julia KOROSTYLIOVA,
Volodymyr MYKHAYLOV**

*Lviv State University of Physical Culture,
Ministry of Defence of Ukraine Summer Sports Education
and Sports Base*

Annotation. The aiming points of the shots with pellets, compressed air, and dry firing are compared in the article. All shots are made using SCATT optoelectronic simulator with the triggering time interval of ± 0.2 s. Statistically significant difference between the average aiming points' location of three kinds of air-pistol shots in a triggering moment $0 \div 0.2$ s ($p < 0.03$) is defined. Shooting with compressed air is proposed to be used in a training process as an exercise for forming effective muscle force to counteract the recoil impulse.

Key words: shooting sport, air-pistol, aiming point, SCATT optoelectronic simulator, simulating training.