

КІЛЬКІСНА ОЦІНКА СКЛАДОВИХ НАВЕДЕННЯ ЗБРОЇ В СТРІЛЬБІ З ЛУКА

Калиніченко О.М., Національний університет «Львівська політехніка»

Анотація. В статті надається опис авторських методик реєстрації важливих для результативності, рухових і сенсорних компонентів змагальної діяльності лучника за допомогою яких була проведена кількісна оцінка складових наведення зброї в стрільбі з лука.

Ключові слова: функціональна система, наведення зброї, прицілювання, зорове сприйняття, руховий навик, стійкість, лучник, лук.

Постановка проблеми та аналіз публікацій. Популярність стрільби з лука як виду спорту продовжує зростати і як наслідок, загострюється боротьба за медалі на Олімпійських іграх. З останніх п'яти Олімпіад українські лучники поверталися додому з медалями різної якості. Така стабільність говорить про високий рівень теорії і практики стрільби з лука в нашій країні. Для підтримки подібної тенденції необхідно продовжувати працювати над вишукуванням нових, раніше не використаних резервів досягнення все більш високих спортивних результатів.

На думку [1] технічна підготовка лучника заслуговує першорядного вивчення і є найбільш слабкою ланкою в загальній системі підготовки лучників на даному етапі. Вирішальною характеристикою техніки лучника є узгодженість безпомилкового випуску тятиви з оптимальними умовами розташування (наведення) системи «лучник-лук» по відношенню до центру мішені. Виділяються дві найбільш важливі функціональні системи, які забезпечують рухові дії лучника. Одна з цих систем приймає участь в безпосередньому наведенні системи «лучник—лук» по відношенню до мішені, а друга «відповідає» за «прийняття рішення» на випуск тятиви. Відхилення в наведенні лука від оптимальних параметрів, що гарантують влучення стріл в габарит «десять», можуть відбуватися через «збої» як в першій, так і в другій системах. З цієї причини для теорії і практики стрільби з лука інтерес представляє детальне виявлення всіх можливих складових причин погіршення якості наведення системи «лучник—лук».

Випуск тятиви для виконання пострілу є руховою реакцією лучника на умовний сигнал — зорове сприйняття певного положення прицільних пристосувань щодо крапки або району прицілювання. Виконати подібний руховий акт якісно і своєчасно досить важко. Попередні дослідження і власний педагогічний досвід показує, що саме через збої в системі, яка бере участь в прийнятті рішення на випуск тятиви, відбуваються значні відхилення в оптимальному наведенні системи «лучник — лук» по відношенню до мішені. Для доказу висловлено

го нами проводилися експерименти з новачками. Їм пропонувалося виконувати захоплення тятиви за допомогою пристрою «розмикач». Лучник виконував натягування лука та прицілювання в центр мішені, а після загасання грубих коливань постріл здійснював тренер шляхом натиснення на спусковий гачок в пристрої «розмикач». Таким чином, моделювалися умови розділення функціонування систем «власне наведення» і «прийняття рішення», при якому перша система продовжувала контролюватися спортсменом, а друга його тренером. Експеримент показав, що при такому способі стрільби навіть новачки показували результати на рівні спортивних розрядів, що у свою чергу вказувало на особливу важливість роботи саме системи «прийняття рішення».

В той же час продовжує бути актуальним те, що «одним з найважливіших питань стрільби з лука є значущість помилок наведення, і неясність в цьому питанні на практиці призводить до невірної акцентування уваги лучників і тренерів, до помилок методики навчання» [2]. Недоліки наведення можна зарахувати до помилок «класу» або «чистоти» виконання, по класифікації помилок М.Л. Украна [3], оскільки із зростанням спортивної майстерності їх величина зменшується. Функціональна система «наведення» реалізується як інтегральна від похідних підсистем: власне прицілювання, стійкість, звальювання зброї, одноманітність упора в рукоятку лука. Цілоком природним є те, що недоліки наведення мають місце в кожній з вказаних підсистем. Недоліки «чистоти», які є важливими для результативності, не завжди усвідомлюються спортсменами, тренерами, і лише за допомогою спеціальних технічних засобів вдається їх формалізувати та надати їм кількісні характеристики.

Аналіз літератури показав, що при збігу думок багатьох авторів на важливість усунення тих або інших недоліків технічної підготовленості лучників, навіть для спеціалістів залишається неясною питома вага окремих елементів і параметрів техніки лучника на результативність.

Мета дослідження. Провести кількісну оцінку складових наведення зброї в стрільбі з лука за до-

помогою авторських методик реєстрації важливих для результативності, рухових і сенсорних компонентів змагальної діяльності лучника.

Методи і організація дослідження. На основі педагогічних спостережень і експертних оцінок кваліфікованих фахівців були виділені наступні рухові і сенсорні компоненти змагальної діяльності лучників: власне прицілювання, стійкість, звалювання зброї, одноманітність середньої крапки упора в рукоятку лука, стан рухового навичу лучника.

Методика реєстрації особливостей зорового сприйняття (власне прицілювання) лучника була розроблена на базі відомої в кульовій стрільбі методики «рухома мішень і нерухомі прицільні пристосування», яка відома під назвою «указка Чернова» (рис.1). В основу розробки методики були покладені наступні принципи: виключити при реєстрації зорового сприйняття чинники, які ускладнюють його вивчення: стійкість, стан фізичної та технічної підготовки, не одноманітність середньої крапки упора і середньої крапки захоплення тятиви, якість матеріальної частини і вплив зовнішніх умов середовища (опади, вітер, освітлення). Сутність методики полягала в тому, що випробовуваний зручно розташовувався сидячи за столом, руки спиралась на стіл. Положення голови фіксувалося на певній висоті за допомогою підборідника. Імітатор лука і прицільні пристосування встановлювалися так, щоб положення голови було природним і зручним. Лучник шляхом обертання дисків на панелі пульта управління приводив в рух мішень і таким чином здійснював прицілювання. Після того, як мішень встановлювалася в положення яке відповідало точному прицілюванню (за суб'єктивною оцінкою випробовуваного), по команді лучника експериментатор вмикав випромінювання лазера, чим моделювався «постріл і влучення». Проекція світлової плями лазера на площині мішені відмічалась маркером як місце «влучення». Переміщення мішені по командах з пульта управління здійснювалось за рахунок використання систем блоків та чотирьох попарно сполучених сельсинів, які забезпечували переміщення мішені в двох взаємно перпендикулярних площинах: вправо — вліво та вгору — вниз. Дослідження проводилися на дистанції 50 метрів. Мішень стандартна, ліцензійна виробництва фірми «Берн» з діаметром габариту «десять» — 80 мм. Освітлення штучне, лампами розжарювання. Освітленість в районі мішені — 150 люкс і в районі випробовуваного — 45 люкс. Довжина прицільної лінії — 76 см. Тяги́ва — білого кольору. Випробовуваним пропонувалося виконати по десять «прицілювань-пострілів» в центр мішені і по п'ять в крапки, що знаходилися на взаємно-перпендикулярних діагоналях на розділах кольорів (між жовтим і червоним, між червоним і блакитним, між блакитним

і чорним, між чорним і білим) в напрямках вліво-вправо, вгору-вниз по відношенню до центру мішені. Всього випробовуваним пропонувалося виконати «прицілювання-постріли» в 17 зазначених наперед крапок на площині мішені.

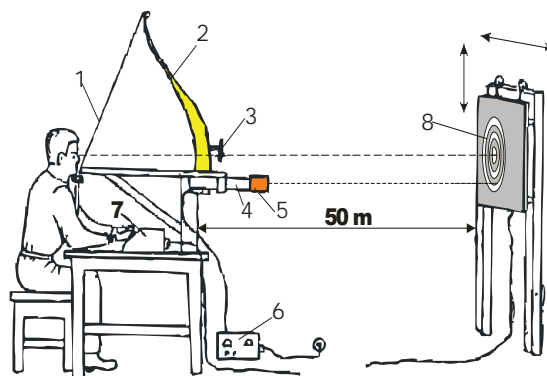


Рис. 1. Схема методики дослідження зорового сприйняття в стрільбі з лука:

- 1 — імітатор тятиви;
- 2 — імітатор лука;
- 3 — мушка;
- 4 — випромінювач лазерного світла (ЛГ-78);
- 5 — оптична система для фокусування випромінювання;
- 6 — блок живлення;
- 7 — блок управління мішенню за допомогою чотирьох попарно сполучених сельсинів;
- 8 — мішень, яка встановлена на відстані 50 метрів від лучника з можливістю рухатися в двох ступенях свободи.

Принципово прицілювання в стрільбі з лука полягає в тому, що лучник розташовує на одній лінії тятиву, мушку і крапку прицілювання. Таким чином зброї надається відповідний напрям по відношенню до мішені. В стрільбі з лука замість візування прицілу використовується одноманітність прикладки (для забезпечення стабільної відстані від ока до стріли), з проектуванням контуру тятиви щодо мушки або частин лука. Вважається, що однаково прийнятними способами проекції тятиви є поєднання тятиви з мушкою, з лівою гранню контуру лука або внутрішньою поверхнею рукоятки лука в районі прицільного вікна [6]. При цьому підкреслюється важливість виконання одноманітності цього прийому.

Для реєстрації таких параметрів лучника, як стійкість, звалювання зброї, одноманітність середньої крапки упора в рукоятку лука була розроблена методика реєстрації просторово-часових характеристик технічних дій лучників (використовується реєстрації променя лазера відображеного від дзеркала яке укріплене на рукоятці лука). В основі розробки методики лежать наступні принципи: підвищити достовірність реєстрованих параметрів за рахунок виключення інертності апаратури, яка

приймає та реєструє; виключити реєстрацію паралельних коливань системи «лучник-зброя» як неістотних для оцінки якості наведення зброї; реєструвати кутові коливання системи «лучник-зброя» не умовними величинами, а в градусах; пред'являти інформацію про рухові дії лучників в доступній для візуальної оцінки формі; одержувати інформацію безконтактним способом з використанням індивідуальної зброї випробовуваних і для прискорення статистичної обробки рутинних даних використовувати швидкодійний мікропроцесор з виведенням інформації на дисплей або монітор; мати можливість перепрограмування мікропроцесора в процесі експлуатації.

Схема організації експерименту з використанням електронно-лазерного комплексу показана на (рис. 2). Принцип методики полягає в тому, що на дзеркальну поверхню (для підвищення точності використовується кремнієва полірована пластинка), яка кріпиться на наведеній в ціль зброї, скеровується випромінювання газового лазера ЛГ-78. За допомогою спеціальної оптичної насадки промінь лазера перетворюється в щілеподібну смужку. Віддзеркалена від зброї смужка монохроматичного світла проектується на лінійку, що складається з 64 фотодіодів. Кутові коливання системи «лучник-луч» викликають послідовне засвічування фотодіодів, які розташовані на різних рівнях. Кожний з фотодіодів сполучений з блоком первинного перетворення переміщень в код. При випадковому засвічуванні двох і більш фотодіодів перевага для кодування віддається верхньому. Є декілька модифікацій комплексу, відмінність яких полягає в способі отримання інформації. За допомогою вбудованого мікропроцесора є можливість виводити на дисплей інформацію про рухові дії лучника: медіана коливань, мода, частота, середньоквадратична амплітуда коливань за весь період реєстрації і за останні 0,2 с до пострілу, час від моменту клацання клікера до пострілу (клікер — пристрій у вигляді плоскої пружини під кінчиком стріли, який сигналізує про натягування лука на певну довжину), номер засвіченого фотодіода в момент клацання клікера та в момент пострілу.

Комплекси забезпечені ручним і автоматичним пуском, зупинкою і відмітником процесів. Конструкцією пристроїв передбачені наступні режими частоти «опитування» світлоприймачів: 10, 100 і 1000 разів в секунду. Комплекси працюють в двох режимах: 1 — «пуск-стоп» і 2 — «пуск-клікер-стоп». Точність роботи пристроїв задається вибором відстані від дзеркальної поверхні, яка укріплена на зброї до лінійки з фотодіодами, а також вибором частоти «опитування» фотодіодів. Згідно теорії Котельникова для вивчення коливань системи «лучник — лук» частотний діапазон яких не перевищує

100 Гц, дискретність опитування 1000 разів на секунду з великим запасом задовільняє вимогам точності досліджень такого типу. Відповідно до вибраних показників технічних дій лучника лінійка з фотодіодами і випромінювач монохроматичного світла встановлювався ліворуч, праворуч або позаду від лучника по відношенню до напрямку стрільби у вертикальному або горизонтальному положенні залежно від показників, що цікавили. Так, наприклад, розташування лінійки з фотодіодами і випромінювача світла праворуч від випробовуваного у вертикальному положенні, давало можливість реєструвати з великою точністю звалювання зброї вправо або вліво від вертикальної площини. Розміщення лінійки з фотодіодами справа, зліва або позаду від випробовуваного в горизонтальному положенні, давало можливість реєструвати помилки наведення і стійкість зброї в горизонтальних напрямках. Аналогічно при розміщенні лінійки з фотодіодами позаду від випробовуваного у вертикальному положенні реєструвалися помилки наведення і стійкість зброї у вертикальній площині.

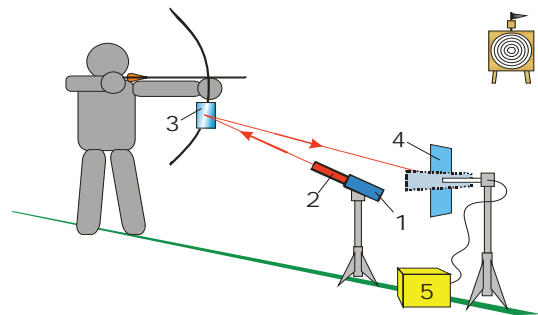


Рис. 2. Схема методики дослідження з використанням електронно-лазерного комплексу:

- 1 — випромінювач лазерного світла (ЛГ-78);
- 2 — оптична система для перетворення лазерного випромінювання в щілеподібну смужку монохроматичного світла;
- 3 — дзеркало укріплене на зброї;
- 4 — лінійка з 64 фотодіодів;
- 5 — мікропроцесор з дисплеєм або ПК.

Сутність методики реєстрації однонамітності упора в рукоятку лука полягала в тому, що неоднаковість упору в рукоятку лука викликає зміни в наведенні зброї, які можна реєструвати по відхиленнях віддзеркаленого променя лазера. Так, наприклад, зсув упора вліво по відношенню до середньої крапки упора (СКУ) викликає зсув площини зброї вправо по відношенню до напрямку стрільби, а зсув упора вниз по відношенню до СКУ викликає зсув наведення зброї по напрямку вгору. Відповідно при подібних змінах упору відбувається зміна влучення стріл.

Для вивчення особливостей формування рухового навичку і для аналізу причин порушення

координаційної структури рухових дій лучників з лука застосовувалась методика запису електричної активності м'язів з паралельною реєстрацією процесів та коливань системи «лучник-лук». Запис ЕМГ робилась за допомогою універсального чотирьох каналного чорнильно-пищучого електроенцефалографа ЕЕ 334.4.03 і чотирьох каналного фотореєструючого електроміографа М-42 фірми «МЕДІКОР». Проводилась реєстрація біопотенціалів м'язів поверхневих згиначів пальців і м'язів розгиначів пальців правої руки, верхніх пучків великих грудних м'язів, середніх і задніх пучків лівого дельтоподібного м'яза.

Контингент випробовуваних складався із членів збірної команди України, Львівської області, лучники секції стрільби з лука ЛУФК та Університету «Львівська політехніка» і дитячо-юнацьких спортивних шкіл Львівської області. В експериментах брали участь 74 лучника, яких було поділено на три групи:

I група — майстри спорту і майстри спорту міжнародного класу — 21 чоловік;

II група — кандидати в майстри спорту і спортсмени I розряду — 23 людини;

III група — спортсмени II і III розрядів — 30 чоловік.

Результати дослідження та їх обговорення.

Аналіз власне прицілювання

Попереднє обстеження форм мушок, якими користувалися 362 лучники високої кваліфікації країн СНГ і України показало, що найбільш поширеною формою мушки є чорна матова кулька діаметром 2—3 мм, яка утримується за допомогою металевого прутика діаметром 0,5—1 мм. Такими мушками користувалися 98% які обстежувались. Основними різновидами цих мушок були способи розташування в просторі прутиків якими утримувались та наявність або відсутність циліндроподібних намушників навколо мушок (рис. 3). На питання яка форма мушок більш ефективна — відповіді в переглянутій нами спеціальній літературі ми не знайшли і додатково задалися метою відповісти на це питання самостійно.

За допомогою описаної методики було протестовано мушки, якими користувалася основна маса лучників. Випробовуваним пропонувалося виконати по 10 уявних «пострілів» в центр мішені. Проведений експеримент показав, що форма мушок за умови прицілювання в центр мішені мало впливає на точність прицілювання. Достовірних відмінностей не було виявлено. Тільки з мушкою що мала вигляд чорної кульки на перехресті двох тонких дротиків (мушка типу Д), була показана краща купчастість і менша дисперсія розкиду пробойн. В той же час спостерігалися невеликі класифікаційні відмінності точності прицілювання у спортсменів різної

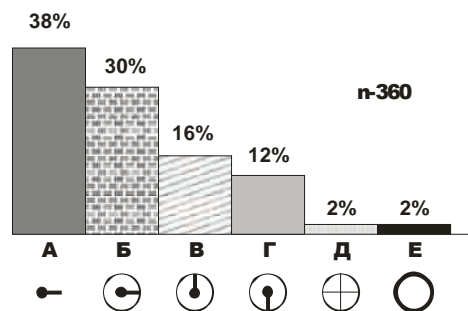


Рис. 3. Дані огляду мушок, якими користуються лучники

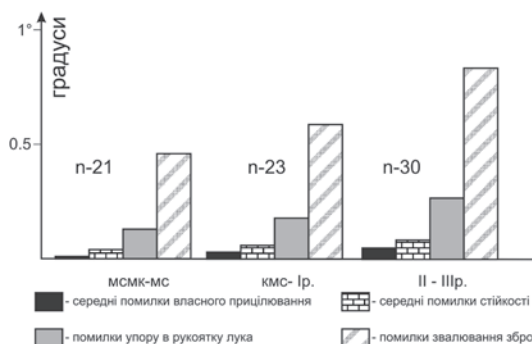


Рис. 4. Графічне зображення складових помилок наведення зброї у лучників різної кваліфікації

майстерності. Але навіть ці міжгрупові, достовірні відмінності ($p < 0,05$) показують незначність помилок власне прицілювання лучників різної кваліфікації, оскільки навіть в новачків середній радіус розсіювання пробойн при прицілюванні в центр мішені був в 2—4 рази менше габариту «десять». Було виявлено, що точність власне прицілювання в тих, що займаються стрільбою з лука дуже висока (0,01 кутових градуса, що відповідає діаметру розсіювання «пробойн» — 10 мм на 50 метрів) (рис. 4). Було доведено, що вона істотно не залежить від спортивної кваліфікації спортсменів, форми, кольору і способу кріплення мушок при умові прицілювання в центр мішені. В той же самий час нами було з'ясовано, що при користуванні стандартними мушками у вигляді чорних матових шпильок, при умові винесення крапок прицілювання (у зв'язку з необхідністю рішення тактичних задач), виникають істотні помилки зорового сприйняття візування прицільних пристосувань. Для порівняння можна відзначити, що різниці між крапкою в яку пропонувалось здійснити наведення зброї і крапкою в яку реально здійснювалось наведення у деяких лучників досягали вже 0,1 кутових градуса (60—90 мм на 50 метрів), що майже в 10 разів перевищувало точність власне прицілювання за умови візування прицільних пристосувань в центр мішені. Виявле-

не явище ми пояснюємо недосконалістю форм мушок, які стають причиною значних зорових ілюзій. Проведені нами додаткові дослідження показали, що основною причиною виникнення помилок прицілювання при винесенні точок прицілювання є спосіб кріплення мушки. З'ясувалось, що деталь, за допомогою якої мушка кріпиться до інших частин прицілу, стає причиною, яка викликає значні зорові ілюзії сприйняття. В даному випадку вона ніби ставить перед оком лучника і мішенню погано виготовлену додаткову лінзу, яка істотно спотворює зорові сприйняття лучників.

Для зменшення виявленого небажаного ефекту можна рекомендувати використовувати мушки, що мають в своїй конструкції засоби кріплення симетричної форми або мушки симетричної форми. Зразки, рекомендованих нами мушок приведено на (рис. 5). Проведений нами додатковий експеримент показав, що при користуванні мушкою симетричної форми, що має вигляд чорної кульки на перехресті двох взаємно перпендикулярних дротиків (рис. 3.Д) сумарна помилка сприйняття точності прицілювання по восьми крапках, розташованих в горизонтальній площині мішені на межах кольорів, зменшується в середньому в 1,5—3 рази.

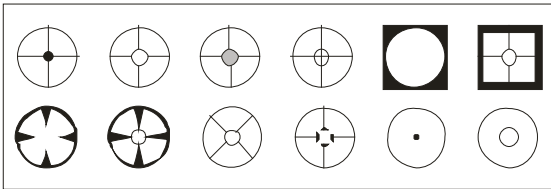


Рис. 5. Симетричні форми мушок які рекомендуються для зменшення зорових ілюзій та покращення точності прицілювання в стрільбі з лука

Надзвичайно важливою для практики стрільби з лука була виявлена особливість того, що практично всі випробовувані суб'єктивно сприймають відхилення мушки від центру мішені більше її реальної величини ($p < 0,05$). Виявлене явище дещо пояснює поширеність і стійкість помилок типу «намагання вгадати момент пострілу», «надмірного бажання вицілити».

Проведені дослідження показали, що при виконанні умови — прицілювання в центр мішені, форма мушок мало впливає на точність наведення зброї в ціль. Власне прицілювання у більшості лучників досягає високої точності незалежно від їх кваліфікаційної приналежності.

Аналіз стійкості

Під стійкістю лучника розуміють величину кутових коливань системи «лучник-лук» при наведенні зброї в мету. Проведені дослідження стійкості системи «лучник-лук» виявили, що кваліфіковані лучники на відміну від новачків, володіють висо-

кою і достатньо тривалою стійкістю системи «лучник-зброя» в період, який передує пострілу. Лучники високого класу відповідним чином організують підготовку і виробництво пострілів використовуючи при цьому метод повільного, плавного наведення лука в район прицілювання з подальшим загасанням коливальних рухів в районі прицілювання. Лучники ж менш високої кваліфікації частіше використовують метод очікування вдалого моменту відповідного положення мушки в центрі мішені. Кваліфікаційні відмінності стійкості лучників наведені на (рис.4). Амплітуда коливань системи «лучник—зброя» у кваліфікованих лучників в 3—4 рази менше ніж у новачків. Реєстрація коливань показала, що особливістю техніки управління рухами зброї при наведенні в мішень є те, що лучники високого класу не компенсують негайно кожне відхилення зброї, як це роблять лучники початківці. Компенсація коливань відбувається за рахунок плавного наближення траєкторії прицілювання до крапки прицілювання.

Можна виділити наступні складові стійкості системи «лучник—лук»: фізіологічний тремор; власні коливання лука з системою амортизацій і стабілізаторів; довільні рухові дії по корекції відхилення прицільної лінії від крапки прицілювання; мимовільні рухові дії, що виникають безпосередньо перед реалізацією пострілу унаслідок попереджувачих у відповідь реакцій на розрив кінематичного ланцюга у момент пострілу.

Аналіз одноманітності звалювання зброї

Відхилення від вертикальної площини наведеного лука (звалювання) розглядалося в роботах [2, 4], в яких наведені кількісні характеристики, звалювання зброї і підкреслюється особлива важливість цього показника при стрільбі на довгі дистанції. В роботі [4] автори пропонують формулу, за допомогою якої можна, знаючи перепади прицілів на дистанціях, теоретично визначити «ціну» звалювання лука на різних дистанціях. Як приклад приводяться розрахунки, за якими при пострілі із звичайного лука на дистанції 90 м при помилці звалювання в 1 градус стріла відхиляється від центру мішені на 162,7 мм, при помилці 2 градуси відхилення складе 325,3 мм, а при помилці 3 градуси воно буде вже 487,8 мм. Враховуючи те, що габарит мішені на 90 м = 60 мм, виходить, що при стрільбі на 90 м будуть промахи при помилці всього в 3 градуси, що сторонньому спостерігачу без інструментальних методик і не визначити. Чинники, які визначають звалювання зброї, ніким не вивчалися. Зроблено припущення, що звалювання «визначається головним чином положенням кисті правої руки і способом захоплення тятиви» [2].

Проведені нами дослідження показали, що одноманітність звалювання зброї лучників має тенденцію до поліпшення по мірі зростання спор-

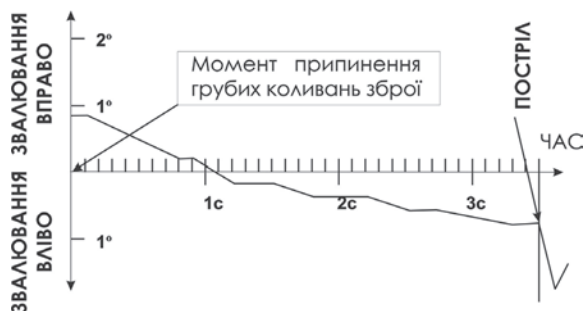


Рис. 6. Приклад звалювання зброї вліво

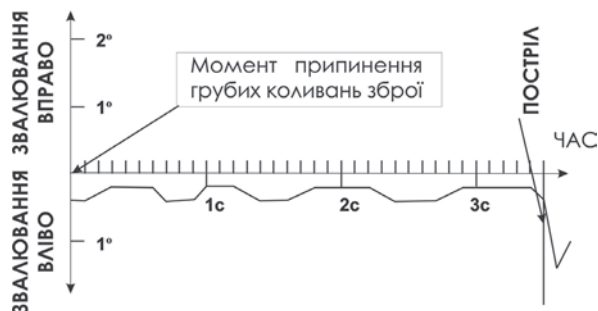


Рис. 8. Приклад коливань звалювання зброї навколо «середнього»

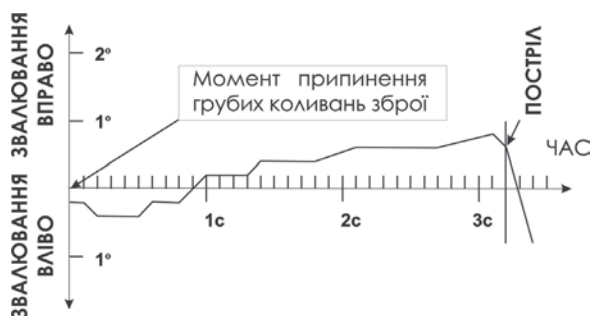


Рис. 7. Приклад звалювання зброї вправо

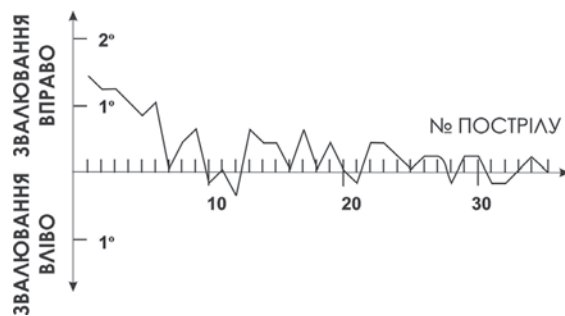


Рис. 9. Приклад зміни показників звалювання зброї по мірі відстрілу певної кількості пострілів

тивної кваліфікації (рис. 4). Разом з тим в окремих представників групи спортсменів середньої та високої кваліфікації спостерігались значні погіршення цього показника, що перевищували їх середньогрупові величини. Це можна пояснити індивідуальними особливостями пропріорецептивного апарату даних спортсменів, недостатньою увагою до цього елементу техніки при навчанні або помилкою, що з'явилася в ході вдосконалення технічної майстерності. Цікавими виявилися індивідуальні особливості звалювання зброї лучників, які обстежувались. Так, для однієї групи лучників характерним було поступове збільшення звалювання зброї по напрямку ліворуч від моменту початку прицілювання до моменту реалізації пострілу (рис. 6). В іншій групі спортсменів була виявлена схожа особливість, але спостерігалось поступове звалювання зброї вправо (рис. 7). Для третьої групи було характерним коливання звалювання зброї навколо умовного середнього положення (рис. 8). До розряду цінної інформації можна віднести і те, як відбувалася зміна звалювання зброї у міру відстрілу певної кількості пострілів. Як видно з (рис. 9) для даного лучника характерним був етап короткого «впрацювання» під час виконання перших пострілів.

Аналіз одноманітності упора в рукоятку лука

Помилки упора в рукоятку лука так само, як і помилки звалювання зброї, мають високу негативну кореляцію з кваліфікацією випробовуваних, що може бути достовірним критерієм оцінки технічної майстерності лучників (рис. 4). Проте, у представ-

ників групи спортсменів середньої кваліфікації іноді спостерігалися випадки значного погіршення цього показника в порівнянні із середньогруповими. Уважне вивчення накладок, якими користувалися ці лучники дало можливість зробити припущення, що однією з причин виявлених поганих показників упора була якість накладок, якими вони користувались. Хоча по суб'єктивному сприйняттю лучники не відчували жодних незручностей або дискомфорту. Після заміни накладок на більш якісні, повторне тестування показало, достовірне ($p < 0,05$) поліпшення показника одноманітності упора в рукоятку лука. Цей приклад говорить про значну роль якості накладок і форм рукояток лука на одноманітності упора, а також про те, що не завжди суб'єктивна думка спортсменів співпадає з реальним станом речей при виборі матеріальної частини, якою вони користуються.

Скручування рукоятки лука унаслідок помилок упора викликає істотний зсув середньої крапки влучення стріл (СКВ) в напрямі протилежному скручуванню (рис. 10). Так, наприклад, відхилення напрямку упора вниз від середньої крапки упора (СКУ) стає причиною зміщення СКВ стріл по напрямку вгору від центра мішені, відповідно переміщення напрямку упора вліво викликає зсув СКВ стріл у напрямку вправо від центра мішені і т.д.

Можна припустити, що зменшити небажані наслідки помилок упора в рукоятку лука допомагає індивідуально підібрана довжина висувного прицілу. Принцип автоматичного внесення поправок в наведенні лука, при оптимально підібраній довжині

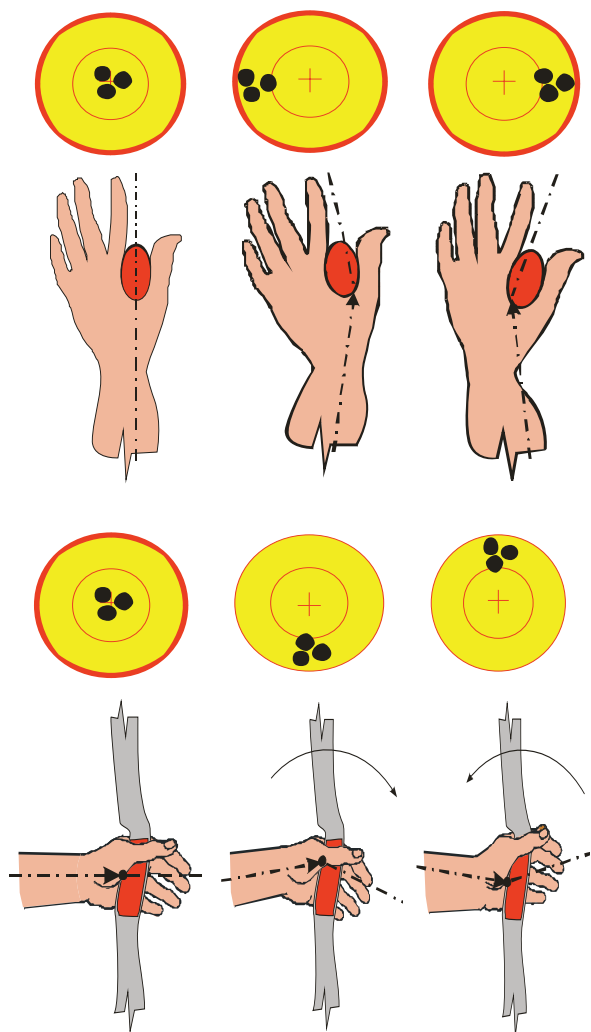


Рис. 10. Схематичне пояснення механізму впливу «скручування» на влучення стріл

висувного прицілу, полягає в тому, що при скручуванні лука висувний приціл зміщується щодо напрямку стрільби у бік скручування, чим вносить відповідні компенсаторні поправки в наведенні лука. При цьому слід урахувати, що надмірно довгий висувний приціл здібний до адекватної поправки в наведенні лука додавати ще і «надлишкову поправку», а недостатньо висунутий вперед приціл, у свою чергу не забезпечує достатньої адекватності внесення поправок в наведенні лука, що в обох випадках погіршує технічний результат. Слід також враховувати, що при стрільбі із слабих луків на довгі дистанції, іноді лучники вимушені користуватись прицілом, який розташовано на внутрішній стороні лука, що ще більше погіршує якість наведення. При подібному варіанті до скручування лука додається кутове і лінійне відхилення прицілу в протилежному, небажаному напрямі, що ще більше усугубляє вплив недоліків упору і ще більше сприяє зсуву влучення стріл від центру мішені.

Аналіз помилок пов'язаних з неоднаковістю кінематики стійки лучника

Однією з найбільш важливих умов доцільної організації системи рухів лучника є виявлення просторових (кінематичних) характеристик стійки лучника. Вони дозволяють визначати взаємне розташування ланок тіла і зброї у виготовленні, просторову орієнтацію виготовлення по відношенню до крапки або району прицілювання, а також і самі рухи. З метою оцінки оптимального виготовлення в системі «лучник-лук» найзручніше використовувати характеристики суглобових кутів як усередині кожної ланки тіла лучника, так і між ланками. Завдяки їм можна з достатньою достовірністю визначати загальну позу тіла із зброєю по відношенню до мети, тобто виготовлення, і надалі контролювати її одноманітність. Причому, особливі вимоги пред'являються до одноманітності кінематичних характеристик плечового пояса лучника безпосередньо перед реалізацією пострілу. Саме зміни кінематичних характеристик плечового пояса лучника мають значний вплив на одноманітність «реакції опори» у момент пострілу. Можливі варіанти зміни кінематичних характеристик стійки лучника продемонстровані на (рис. 11). Особливостями цих недоліків є те, що вони типові для лучників, у яких руховий навик ще не стабілізувався або сформувався з помилками. Причина відхилення влучення стріл від центру мішені при подібних недоліках пояснюється розбіжностями «реакції опори» в момент пострілу. Реєструвати подібні зміни можна за допомогою біомеханічного аналізу фотознімків лучника, зроблених з різних ракурсів (зверху та збоку) під час виконання пострілу.

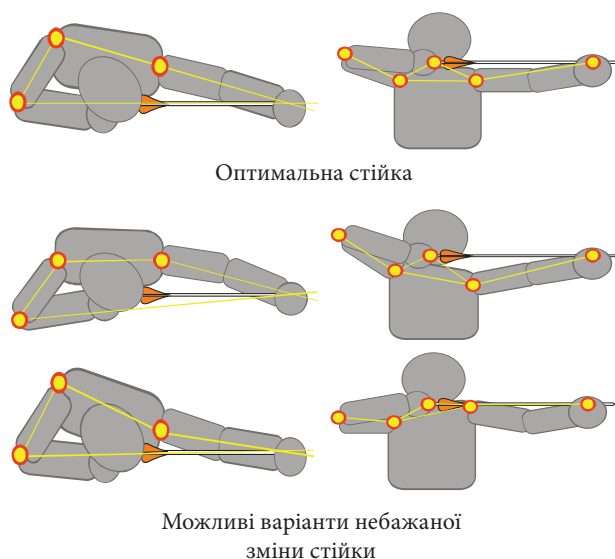


Рис. 11. Можливі варіанти небажаних змін кінематичних характеристик стійки лучника

Аналіз помилок наведення, викликаних недоліками якості рухового навичу лучника

Окрім перерахованих недоліків і помилок наведення (чистоти виконання) в стрільбі з лука, мають місце помилки наведення які пов'язуються зі «збоями» вже сформованого рухового навичу лучника. В середовищі тренерів помилки в стрільбі з лука іноді поділяють на помилки статичні (недоліки «чистоти виконання») та помилки динаміки (помилки рухового навичу). Причому, часто підкреслюють що якщо недоліки і помилки «статичні» досить легко виправити, то помилки «динаміки» виправляються дуже важко, а іноді і не підлягають виправленню. Їх характерною особливістю є те, що порушення в наведенні лука відбуваються через порушення балансу сил м'язів плечового пояса, що бере участь в утриманні натягнутого лука. Крім того, до помилок рухового навичу належать і відмінності в швидкості і ступені розслаблення згиначів пальців кисті при випуску тятиви. Оскільки лук спирається вільно об кисть лівої руки, то у момент зісковзування тятиви з пальців він може змінювати своє положення (наведення). До особливостей помилок рухового навичу можна віднести і те, що вони за часом виникають в найвідповідальніший момент, що передує моменту реалізації пострілу, і зміщення наведення лука відбувається в непередбачуваних напрямках. Коректно розділити помилки рухового навичу в стрільбі з лука на дві різні групи. До першої групи слід віднести помилки викликані недоліками якості рухового навичу, який ще утворюється, а до другої групи віднести ті, що пов'язані з деавтоматизацією вже виробленого рухового навичу лучника.

В сучасній стрільбі з лука часто мають місце порушення стійкості по механізму вироблених реакцій на розрив замкнутого кінематичного ланцюга і сигнали, які передують моменту пострілу. В лучника виробляються жорсткі рефлекторні тимчасові зв'язки між фазою закінчення виготовлення і реалізацією випуску тятиви. Окрім широкого спектру причин, що стають причиною порушення стійкості лучників по механізму рефлекторних зв'язків, має місце широкий діапазон ступенів їх прояву. Вони можуть виявлятися у діапазоні від незначних змін тону м'язів, що беруть участь в рухових діях лучника і які не стають причиною погіршення результативності, до повної відмови від продовження занять стрільбою з лука із-за нервового зриву. Нервовий зрив характеризуються тим, що лучник нездатний вольовим зусиллям утриматися від виробництва пострілу та виконати його в оптимальному режимі. В спеціальній літературі подібне явище отримало назву «самовипуск» [5]. Причому, це явище в сучасній стрільбі з лука можна умовно поділити на два періоди: до винаходу клікера і після його масового використання. Клікер з'явився в середині шістдесятих років і за короткий проміжок часу знайшов

широке визнання серед лучників у всьому світі як основний засіб рішення проблеми «самовипуску». В даний час практично всі лучники у всьому світі використовують цей пристрій. Клікер — це металева пластинчаста пружина, укріплена на луці. Під її нижній вільний кінець підводиться стріла. При натягуванні тятиви до певного положення кінець стріли виходить з-під пружини — клікера і при її зриві лунає клацання. Воно сигналізує лучника про завершення натягування. Після чого здійснюється випуск тятиви. Явище самовипуску пояснювали тим, що випуску передує введення мушки в район прицілювання. При відповідній кількості повторень — поєднань: введення мушки в район прицілювання з випуском тятиви, утворюється міцний умовно-рефлекторний зв'язок. Введення мушки в район прицілювання або навіть наближення до нього стає пусковим сигналом для випуску. Часто спостерігались випадки, коли сила цього умовного рефлексу досягала сили безумовного, і лучник був не в змозі подавити його зусиллям волі. Спостерігався цікавий факт: якщо лучник прицілювався не в центр мішені, а в яку небудь іншу ділянку, то самовипуску не відбувалося. Але щойно ця ділянка ставала районом прицілювання і потрібно було робити постріл, прицілюючись в неї все повторювалося спочатку — відбувався самовипуск. Відзначені також випадки, коли тільки уявлення про те, що мушка введена в район прицілювання, викликало самовипуск, хоча перед лучником не було нічого схожого на мішень. Район прицілювання отримував сигнальне значення. Позитивний ефект використання клікера пояснюється тим, що спостерігається збільшення латентного часу на випуск тятиви в зв'язку з заміною простої рухової реакції (введення мушки в центр мішені — постріл) на складну реакцію вибору (постріл здійснюється при умові збігу проектування мушки в центр мішені з клацанням клікера) [8] і таким чином ускладнюються умови утворення неадекватних умовно-рефлекторних зв'язків. Широке застосування клікера хоча і зменшило проблему самовипуску, але повною мірою її не зняло, оскільки час від часу і у «клікеристів» з'являються самовипуски тільки з тією різницею, що самовипуски відбувалися вже на сигнали які мали місце до моменту спрацьовування клікера. В дослідженні помилок техніки лучників в роботі [1] помилки типу реакцій на клацання клікера проаналізовані як най значущі. Американський тренер Джек Віт [7] третій рік навчання назвав «критичним» для лучників тому, що проблеми з реакціями на клікер, які виникають до цього часу, стають такими вагомими, що багато з тих, хто займається, не в змозі їх подолати і саме через це йдуть зі стрільби з лука.

Для вивчення особливостей формування рухового навичу лучників нами проведені дослідження з реєстрацією електричної активності м'язів плечового пояса лучників при реалізації пострілу. При виб-

орі місць накладення електродів ми керувалися принципом реєстрації електричної активності основної рухової одиниці, що складається з м'язів — агоністів, що беруть участь в натягуванні і утриманні лука і їх функціональних антагоністів. В нашому випадку: антагоністи — верхні пучки грудного, а агоністи — задні пучки дельтовидного м'яза. Виявилося, що практично у всіх обстежених спостерігалися зміни електричної активності м'язів плечового поясу, які передували моменту розриву кінематичного ланцюга (пострілу). Різниця була виявлена тільки в їх кількісних і якісних показниках. Для випадків деавтоматизації рухового навичу лучника характерним було те, що преднастроювальні зміни електричної активності м'язів агоністів і антагоністів, випереджали момент пострілу на період більш ніж 70 мс. Причому, було виявлено, що передчасне падіння електричної активності м'язів — агоністів, що передувало пострілу, реєструвалося навіть у спортсменів які мали руховий навик в стані норми. Виявлене спостереження дає можливість констатувати той факт, що саме передчасне розслаблення (релаксація) м'язів, які беруть участь в натягуванні і утриманні лука, є найбільш характерною і типовою причиною порушення стійкості системи «лучник—лук». В процесі багаторазових повторень рухових дій (а в лучників іноді кількість пострілів досягає десятки тисяч на місяць) виробляються стійкі умовно-рефлекторні зв'язки між розривом кінематичного ланцюга і сигналами, що передують пострілу. Часто дія подібного сигналу набуває сили імперативної команди і має такий великий вплив на лучника, що стає пусковим гачком (тригером) команди на випуск тятиви. На жаль, в стрільбі з лука мають місце десятки сигналів, за які може вхопитися підсвідомість лучника і пов'язати їх з моментом пострілу. Можна спробувати перерахувати деякі найбільш типові варіанти утворення подібних зв'язків: введення прицілу в район прицілювання; натягування тятиви до певної межі (рівня); зупинка дотягування; прискорення дотягування; закінчення фіксації (наприклад момент доторкання тятиви до кінчика носа або підборіддя); доторкання мізинця до шкіри шиї при закінченні виготовлення; певний часовий інтервал, наприклад, точно 1,5 секунди від закінчення фіксації до реалізації випуску

або звичка «відраховувати» час від закінчення фіксації до моменту реалізації пострілу. Як бачимо, команда для пострілу може бути пов'язана з отриманням подразнення як від різних сенсорних систем, так і в процесі ментальних дій. Можна припустити, що вибір пускових сигналів часто відбувається спонтанно і залежить у кожного спортсмена від певної низки умов: внутрішньої установки, особливостей біомеханічної структури виготовлення, параметрів і конструктивних особливостей матеріальної частини якою користується лучник, рівня його фізичної підготовки, типології і стану нервової системи, попереднього рухового досвіду і тощо.

Висновки. Проведені дослідження дали можливість отримати кількісну оцінку складових наведення зброї в стрільбі з лука. Виявлено, що порушення координаційної структури рухового навичу внаслідок утворення неадекватних умовно-рефлекторних зв'язків між випуском тятиви та сигналами, які передують цій події є найбільш значущою причиною погіршення якості наведення і основною проблемою вдосконалення технічної майстерності лучників.

Література

1. Десятникова Л.Л. Формирование у студентов институтов физической культуры умений по выявлению и исправлению ошибок в технике стрельбы из лука: Автореф. дисс. канд. пед. наук: 13.00.04. — м.: 1987. — 23 с.
2. Хускивадзе М.К. Ошибки наводки лука // Современная тренировка стрелка из лука. — К., 3 1972. — С. 30—34.
3. Укран М.Д. Основы обучения гимнастике // Всес. конф. по гимнастике. — М.: Физкультура и спорт, 1949.
4. Петросян В.М., Резников В.Г. О положении лука при прицеливании // Разноцветные мишени. — М.: Физкультура и спорт, 1983. — С. 29—32.
5. Калиниченко Н.А., Джафаров М.А. Варианты положения и движения рук при стрельбе из лука // Метод. разработки по проблемам подготовки сборных команд УССР к V Спартакиаде народов СССР, — К., 1971. — С. 69—73.
6. Hadas L. Champions. — California, USA, — 1980. — 100 p.
7. Witt Jack Look under the bed // Archery World, USA, — 1968, July. — P. 8.
8. Emin Ergen, Karol Hibner Sports Medicin and Science in Archery — Lausanne, Switzerland, 2004, — 140 p.

Надійшла до редакції 06.04.2009

Калиниченко А.М. Количественная оценка составляющих наведения оружия стрельбе из лука.

В статье предоставляется описание авторских методик регистрации важных для результативности двигательных и сенсорных компонентов соревновательной деятельности лучника с помощью которых была проведена количественная оценка составляющих наведения оружия в стрельбе из лука.

Ключевые слова: функциональная система, наведение оружия, прицеливания, зрительное восприятие, двигательный навык, стойкость, лучник, лук.

Kalinichenko A.M. Quantitative evaluation of the laying weapon constituents in archery.

In the article description of author methods of registration is given important for effectiveness of motive and sensory components of competition activity of archer by which the quantitative estimation of constituents of aiming of weapon was conducted in archery.

Keywords: functional system, aiming of weapon, aiming, visual perception, motive skill, firmness, archer, bow.