

2004. – Vol. 1. – P. 291–294.

4. Хоменко Ж. М. Особливості радіолокаційного виявлення цілей, що роблять зворотно-поступальний рух / Ж. М. Хоменко // Вісник Житомирського державного технологічного університету. Серія Технічні науки. – 2011. – № 2 (57). – С. 114–119.

5. Харрис Ф. Дж. Использование окон при гармоническом анализе методом дискретного преобразования Фурье / Ф. Дж. Харрис // ТИИЭР. – 1978. – Т. 6, № 1. – С. 60–96.

6. Васильев К. А. Особенности реализации широкополосного радиопеленгатора / К. А. Васильев // Фундаментальные проблемы радиоэлектронного приборостроения: материалы Международной научно-технической конференции INTERMATIC; 14–17 ноября 2011 года, г. Москва. – Ч. 3. – М.: МГТУ МИРЭА – ИРЭ РАН, 2011. – С. 43–47.

7. Дворкович А. В. Новый метод расчёта эффективных оконных функций, используемых при гармоническом анализе с помощью ДПФ / А. В. Дворкович // Цифровая обработка сигналов. – 2001. – № 2. – С. 49–54.

8. Застосування спектральних методів для фільтрації артефактів фізіологічних сигналів / С. М. Злепко, Д. Х. Штофель, В. Х. Касяненко, А. П. Моторний // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2007. – № 2. – С. 132–136.

9. Bilich C. G. Bio-medical sensing using ultra wideband communications and radar technology: A feasibility study / C. G. Bilich // IEEE Pervasive Health Conference and Workshops. – 2006. – Nov. – P. 3–9.

10. Staderini E. M. UWB radars in medicine / E. M. Staderini // IEEE Aerospace and Electronic Systems Magazine. – 2002. – No. 1. – P. 13–18.

11. Хоменко Ж. М. Методи вимірювання траєкторії руху об'єкту при побудові медичних радарів / Ж. М. Хоменко // Метрологія та прилади. – 2011. – № 6. – С. 56–59.

Надійшла до редакції  
20.5.2012 р.

## УДК 796.012.2

**Д.Х. ШТОФЕЛЬ, Р.М. ВИРОЗУБ, В.О. ГОМОЛІНСЬКИЙ, К.С. ПОСТЕМСЬКА**

Вінницький національний технічний університет

### **ОСОБЛИВОСТІ КООРДИНАЦІЇ М'ЯЗОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ У СТРІЛКІВ-ПОЧАТКІВЦІВ**

Ефективне оволодіння початковими навичками спортивної та бойової стрільби і подальше їх вдосконалення повинно ґрунтуватися на розумінні механізмів координації рухів в системі «людина – пістолет». В статті розглянуті особливості та формалізовані алгоритми виконання пострілу.

Effective initial skills mastering of sport and combat shooting, their further improvement should be based on understanding of the coordination mechanisms in the system «man – gun». The article deals with features and formalized algorithms of shot.

Ключові слова: алгоритмізація, координація рухів, стрілецька справа, ефективність підготовки.

#### **Вступ**

Відмінною особливістю рухової функції людини є можливість формувати з одних і тих же елементів рухового апарату велику кількість найрізноманітніших рухових актів. З механічної точки зору ця властивість обумовлена великою кількістю ступенів свободи елементів рухового апарату. Завдяки цій властивості, з одного боку, забезпечується можливість формувати самі різноманітні рухи, але з іншого боку, зростають труднощі, пов'язані з їх регулюванням і управлінням. Загальноприйнятою є думка про те, що цінність теоретичних уявлень про механізми управління рухами набагато вище, коли вони ґрунтуються на знаннях структури і функцій периферичного відділу рухового апарату [1].

Особливе значення для вивчення координації рухів має електроміографія (ЕМГ) – сукупність засобів та методів реєстрування коливань електричних потенціалів м'язів, а також їх аналіз та визначення біологічного значення. ЕМГ дозволяє оцінити як периферійну (взаємодію м'язів із зовнішнім силовим полем), так і центральну (тривалість і послідовність періодів збудження) організацію рухів. У природних умовах виникнення електричних потенціалів в м'язах є наслідком центральних команд, розслаблений м'яз є електрично нейтральним [2]. Періоди електричної активності м'язів однозначно відповідають періодам порушення іннервуючих їх мотонейронів. Отже, за ЕМГ можливо оцінити центральні механізми узгодження м'язової активності при вирішенні різноманітних рухових завдань.

Особливу цінність для вивчень координації рухів представляють результати застосування ЕМГ спільно з реєстрацією біомеханічних характеристик. Це важливо тому, що організація рухів залежить не тільки від центральних команд, але і від того з якими зовнішніми силами взаємодіє руховий апарат, що перш за все відноситься до динамічних характеристик руху. У стрільбі з пістолета, на відміну від багатьох інших видів людської діяльності, головним чинником є здатність до надтонкої координації рухів, уміння зосереджуватись і можливість переборювати психологічні навантаження.

Враховуючи морфологічні особливості будови організму людини, завдання утримання зброї в нерухомому положенні та виконання пострілу потребують наявності вроджених властивостей і отриманих спеціальних навичок, особливо в бойових умовах, коли застосування зброї досить часто здійснюється в процесі руху.

Крім того, для переходу зі сфери просторово-кінематичних уявлень, на якій психологічно будується первинний проект руху, до фактичної м'язової динаміки потрібне доволі складне «перешифрування», командно-координаційний сигнал буде тим складніший і примхливіший, чим точніший виконуваний рух, тобто чим краще напрацьована рухова навичка. До того ж, такі «шифри» змінюються щоразу при повторних виконаннях рухів [3].

Тут доречно зауважити, що міра взаємної рухливості двох ланок кінематичного ланцюга визначається в механіці числом ступенів свободи рухливості і деформованості. Кожний ступінь свободи більш або менш точно збігається з окремим, незалежним напрямком рухливості в тому чи іншому суглобі (з'єднанні).

Число ступенів свободи взаємної рухливості ланок кінематичного ланцюга – це не що інше, як необхідне і достатнє число незалежних одна від одної координат, які повинні бути визначені для того, щоб поза стрільця виявилась цілком стабільною [4].

Визначення особливостей координації м'язової діяльності у стрільців-початківців та їх оцінка дозволить більш ефективно проводити навчання, тренування та індивідуальний підбір пістолетної зброї як для спортсменів, так і для осіб, які застосовують бойову зброю відповідно до службових завдань [5].

#### **Основний зміст статті**

З метою визначення закономірностей взаємозв'язку певних рухів в системі «стрілок – зброя», забезпечення стійкості пози для виконання влучного пострілу та вивчення внутрішньосистемної взаємодії зазначеної системи виділено в ній два основних біомеханічних кінематичних ланцюги: по-перше, це ноги і тулуб стрільця, які забезпечують певну вогневу позицію; і по-друге рука зі зброєю.

В роботі [6] показано, що характер рухів в другому кінематичному ланцюзі обумовлений рухами в першому. Управління стійкістю пози перед пострілом відбувається в межах її мікрокінематичної структури, під якою розуміється взаємозв'язок, який відображає мікрокінематичні коливання загального центру маси тіла людини (ЗЦМТ) і ствола пістолета, що оцінюється за амплітудою і частотою цих коливань за одиницю часу. В процесі досліджень було також визначено деякі відмінні риси функціонування системи «стрілок – зброя», які полягають у наявності або відсутності так званих «плато» на треморограмах та стабілограмах. «Плато» визначається як період найбільш стабільної стійкості системи «стрілок – зброя», коли суттєво зменшуються амплітуди коливань ЗЦМТ і ствола пістолета.

Фаза «плато» фіксується на треморограмах ствола і стабілограмах ЗЦМТ стрілка у вигляді миттєвого вирівнювання коливань на початку виконання пострілу і відображає дії стрілка щодо керування стійкістю пози.

Аналізуючи динаміку інтегративного показника стійкості системи «стрілок – зброя», взаємозв'язок кінематичних ланцюгів «тулуб – ноги» і «рука – зброя» В. Фарбей [6] визначив три стадії формування стійкої пози для стрільби:

I стадія – вихідна, відносна асиметрія (новачки), характер рухів не організований, коливання значні, зв'язок між коливаннями ЗЦМТ і стволом пістолета слабкий, підтримка пози має механічно-компенсаторний характер;

II стадія – вторинна асиметрія, що формується в процесі засвоєння рухових навичок. Взаємозв'язок рухів має механічно-компенсаторний характер, а стійкість взаємопов'язаності рухів, яка оцінюється за допомогою коефіцієнту кореляції, суттєво зростає від 0 у новачків до 0,75 у кандидатів у майстри спорту;

III стадія – формування оптимальної морфофункціональної асиметрії. Рухи спортсмена-стрілка з підвищенням його майстерності до майстрів спорту (МС) та майстрів спорту міжнародного класу (МСМК) стають плавними і добре організованими, утримання пози приготування переходить в автоматичний режим. В процесі утримання цієї пози періодично виникають «плато» – періоди тривалістю в середньому 0,32 с, протягом яких частотно-амплітудна характеристика зміщення ЗЦМТ у всіх трьох площинах і ствола зброї мінімальні. В процесі тренувань стрілка набувають здатності відчувати ці періоди і виконують постріл в момент виникнення «плато», але не першого, а третього або четвертого від моменту прийняття позиції приготування на тлі затримки дихання. Спортсмен здійснює пошук найбільш «оптимального плато» для виконання пострілу. Досвідчені стрілки виконують постріл не в момент «оптимального плато», а коли надходить «істинна» стійкість пози приготування. Ця миттєвість в середньому від свого початку до пострілу продовжується всього 0,07 с, це той момент, коли систему «стрілок – зброя» можна вважати умовно нерухомою в сенсі рухової активності. МСМК здійснюють постріл, навіть не очікуючи виникнення «плато». Вони одразу виходять на «істинну» стійкість та завершують постріл натисканням на спусковий гачок. Суб'єктивно і свідомо вловити зупинку найдрібніших коливань протягом 0,07 с неможливо. Тут головну роль відіграє функціонально-координаційно-приспосувальний механізм, а механічні ефекти відступають на другий план. При цьому показники зв'язку рухів функціонально-координаційного характеру за малої амплітуди нижче показників зв'язку механічно-компенсаторного характеру.

Однією з необхідних умов для здійснення точного пострілу є правильний розподіл уваги. Проведені

раніше дослідження [7] показали перспективність застосування аналізу ЕЕГ спортсмена під час прицілювання для оцінки даного чинника. Як корелят зорової уваги використовувалась ступінь депресії альфа-ритму спортсмена. Було показано, що у стрільців-початківців прицілювання супроводжується вираженою депресією альфа-ритму, викликану активацією зорової уваги, направленої на прицільні пристосування пістолета і на мішень. В той же час, досвідчені стрільці (МС, МСМК) демонструють виражений альфа-ритм під час прицілювання. Дані відмінності можна пояснити тим, що у стрільців високої кваліфікації увага в процесі прицілювання розподіляється, в основному, між утриманням зброї і натисканням на спусковий гачок, в той час, як у випробовуваних контрольної групи увага розподілена в основному між прицільним пристосуванням пістолета і мішенню, що є нераціональним і призводить до помилок в стрільбі [7, 8, 9].

Для перевірки висунутої гіпотези представляло інтерес дослідження спектру ЕЕГ під час станів спокійної бадьорості з розплющеними і заплющеними очима, а також під час прицілювання у стрільців, які досягли високих спортивних результатів (які входять до складу Олімпійської збірної Росії), і порівняння одержаних даних з показниками в контрольній групі і в групах стрільців різного рівня спортивної майстерності. На відміну від випробовуваних контрольної групи, у обстежених спортсменів прицілювання не викликає вираженої депресії альфа-ритму. Цікаво, що в стані спокійної бадьорості з розплющеними очима депресія альфа-ритму добре виражена і у спортсменів, і у випробовуваних контрольної групи [6, 9].

Для перевірки припущення про те, що зростання спортивної майстерності в стрільбі пов'язане з набуттям уміння правильно розподіляти увагу, був проведений аналіз ЕЕГ під час прицілювання у чотирьох груп випробовуваних з різним ступенем стрілової підготовки – від контрольної групи до заслужених МС. При цьому одержані високостовірні відмінності між членами Олімпійською збірної і контрольною групою [10]. Крім того, виявлена тенденція зміни виразності альфа-ритму в ряду «контрольна група – кандидат в майстри спорту – МС – заслужений МС» підтверджує припущення про значення раціонального розподілу уваги для зростання результативності стрільби і вдосконалення стрілової майстерності.

Необхідно відзначити, що йдеться про розподіл уваги в період, що настає за процесом наведення зброї на ціль, для чого стрілку, звісно, необхідна концентрація зорової уваги і достатня гострота зору.

Виходячи з одержаних даних, нами були запропоновані формалізовані алгоритми розподілу уваги під час прицілювання у стрільців невисокої та високої кваліфікації (рис. 1) [11].

Таким чином, основною відмінністю у веденні стрільби стрілками різного рівня кваліфікації є те, що для висококваліфікованих стрільців основне поняття прицілювання пов'язане не з зоровою орієнтацією прицільного пристосування, а з орієнтацією тіла зі зброєю на мішень.

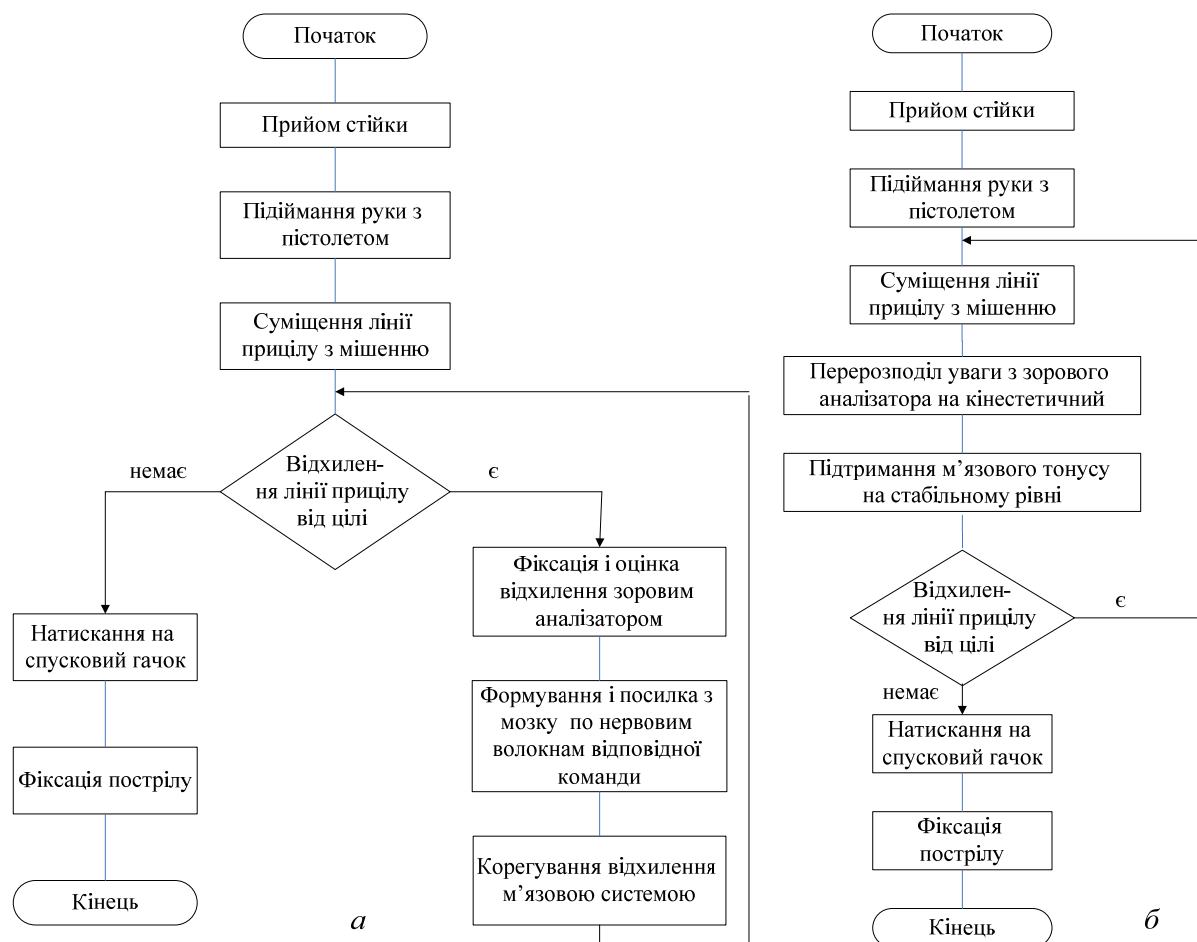


Рис. 1. Алгоритми виконання пострілу: а) стрілками невисокої кваліфікації; б) стрілками високої кваліфікації

Тіло орієнтується у напрямі пострілу положенням стоп. Аналізуючи розподіл уваги між зоровим і кінестетичним аналізаторами під час прицілювання, необхідно відзначити, що велику роль в досягненні високих результатів в стрільбі виконують індивідуально-типологічні особливості стрільців. Успіхи в стрільбі в значній мірі залежать від здатності людини концентрувати і утримувати увагу на кінестетичних відчуттях і здійснювати тонку і точну кінестетичну регуляцію. У той же час, для більшості людей характерним є домінування зорової і слухової систем [12].

Застосування стабілографічної методики перспективне і з погляду оцінки якості приготування стрілка, яке повинне забезпечити максимальну нерухомість системи «тіло стрілка – зброя». У поєднанні з моніторингом частоти серцевих скорочень і артеріального тиску дана методика дає можливість оцінити ступінь енергетичних витрат організму на підтримку приготування. Виявлено, що на практиці застосовують види приготування, які умовно можна назвати «силовими», та види приготування, при яких енергетичні витрати мінімальні [13]. При «силовому» приготуванні стабільність системи «тіло стрілка – зброя» досягається за рахунок підвищеного тону м'язів, що забезпечує жорсткість системи. Прицілювання здійснюється протягом короткого проміжку часу, оскільки довге підтримання такого приготування неможливе у зв'язку з підвищеними енергетичними витратами.

Одним з основних психологічних чинників, який забезпечує надійність змагальної діяльності стрільців, – це фактор емоційної стійкості, що дозволяє стрілку надійно виконувати цільові задачі спортивної та бойової діяльності за рахунок оптимального використання резервів нервово-психічної енергії.

Оптимізація емоційної стійкості характеризується діяльністю в умовах, які вимагають особливого психічного стану стрільця для оптимального використання його техніко-тактичного потенціалу. Це обумовлено тим, що на ефективність стрільби здійснює вплив цілий ряд чинників, які не залежать від людини: зміна освітленості, швидкості вітру, температури, якості набоїв, пошкодження зброї під час стрільби; зовнішні психологічні подразники тощо. Розробка питань психологічної підготовки стрільців в кульовій стрільбі на теперішній час особливо актуальна, оскільки вже на початковому етапі підготовки тренування відбуваються в умовах жорсткої конкурентної боротьби і характеризуються підвищеним емоційним напруженням. А в бойовій обстановці емоційне збудження часто досягає надмірно високого рівня [14], що, як правило, негативно впливає на ефективність виконання технічних дій.

#### Висновки

Визначення та систематизація факторів, що впливають на нейро-м'язову координацію рухів у стрільців-початківців дали змогу сформулювати вимоги до системи «стрілок – зброя» для максимально ефективної стрілецької підготовки та підвищення успішності спортивної і бойової стрільби в цілому. Формалізовано і визначено відмінності між виконанням пострілу стрільцями-початківцями та стрільцями високої кваліфікації. Обґрунтовано перелік інструментальних фізіологічних та біомеханічних досліджень, які повинні виконуватись при визначенні ефективності стрілкової підготовки.

#### Література

1. Дубровский Д. И. Психические явления и мозг / Д. И. Дубровский. – М.: Наука, 1971. – 387 с.
2. Філімонов В. І. Фізіологія людини / В. І. Філімонов. – К.: ВСВ «Медицина», 2010. – 776 с.
3. Бернштейн Н. А. О построении движений / Н. А. Бернштейн. – М.: Медгиз, 1947. – 256 с.
4. Костюк І. В. Введення в біомеханіку / І. В. Костюк. – Львів: Вид-во Державного університету «Львівська політехніка», 2000. – 224 с.
5. Злепко С. М. К вопросу об оценке совместимости человека и огнестрельного оружия / С. М. Злепко, Д. Х. Штофель, В. В. Петренко // Психологические технологии в экстремальных видах деятельности: материалы IV Международной научно-практической конференции, г. Донецк, 22– 24 мая 2008 года. – Донецк, 2008. – С. 275– 278.
6. Фарбей В. В. Психолого-педагогические основы управления движениями в стрельбе биатлонистов и полиатлонистов / В. В. Фарбей // Известия Российского государственного педагогического университета им. А. И. Герцена. – 2008. – № 11 (68). – С-Пб., 2008. – С. 162– 182.
7. Подходы к диагностике оптимального психофизиологического состояния стрелка / Д. А. Напалков, М. Б. Коликов, П. О. Ратманова и др // Медико-биологические технологии повышения работоспособности в условиях напряженных физических нагрузок. – Выпуск 2. – М.: Анита Пресс, 2006. – С. 108– 123.
8. Куделин А. И. Техника стрельбы [Электронный ресурс] / А. И. Куделин // Стрелковый тренажер «СКАТТ». – Режим доступа к статье: <http://www.scatt.ru/articles>. – Название с титул. экрана.
9. Aiming in sport shooting: an interaction between visual and somatosensory systems / D. A. Napalkov, M. B. Kolkoff, P. O. Ratmanova and other // Perception. – 2006. – № 35 (Supplement). – P. 189.
10. Диагностика и оптимизация психофизиологического состояния стрелка / Д. А. Напалков, М. Б. Коликов, П. О. Ратманова и др // Медико-биологические технологии повышения работоспособности в условиях напряженных физических нагрузок. – Выпуск 3. – М.: Анита Пресс, 2007. – 340 с.
11. Штофель Д. Х. Антропометрично-психофізіологічна функціональна сумісність людини і короткоствольної зброї / Д. Х. Штофель, С. В. Костішин, В. О. Гомолінський // Становлення особистості професіонала: перспективи й розвиток: матеріали III Всеукраїнської науково-практичної конференції,

м. Одеса, 19 лютого 2010 року. – Одеса: ОДУВС, 2010. – С. 418– 421.

12. Писаренко В. И. Использование теории нейро-лингвистического программирования в организации процесса обучения в высшей школе / В. И. Писаренко // Перспективные информационные технологии и интеллектуальные системы. – Таганрог, 2005. – С. 65– 72.

13. Оружие ближнего боя: сборник. – М.: Гелеос, 2006. – 496 с. – (Академия безопасности).

14. Грицаенко М. В. Оптимизация соревновательной эмоциональной устойчивости юных спортсменов (на примере стрелкового спорта): дис. на соиск. уч. степ. канд. психол. наук: 19.00.01 / Мария Владимировна Грицаенко. – М., 2002. – 196 с.

Надійшла до редакції  
4.5.2012 р.