

УДК 612.821.2

# ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ НЕЙРОФІЗІОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИ РІЗНИХ ФОРМАХ ТРЕНУВАННЯ ЛУЧНИКІВ

*Литвякова Дарина Костянтинівна*

[lytviakova.daryna.archer@gmail.com](mailto:lytviakova.daryna.archer@gmail.com)

*Овчаренко Ганна Романівна*

[ilikanet@ukr.net](mailto:ilikanet@ukr.net)

*Білошицька Оксана Костянтинівна*

[biloshytska.oksana@lil.kpi.ua](mailto:biloshytska.oksana@lil.kpi.ua)

Кафедра біомедичної інженерії

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

м. Київ, Україна

**Реферат** - В роботі запропоновано інструментальний метод кількісної оцінки психологічної підготовки спортсменів, а особливо – стрільців, оскільки було помічено, що при бездоганній зовнішній техніці виконання пострілу поставлені результати не досягаються. Безліч помилок психологічного характеру знайдено та описано у всіх видах спорту, проте лише за наявності об'єктивних методів діагностики можна говорити про точні вказівки та інструкції при підготовці спортсменів. До цих пір виявлення помилок такого роду залежало лише від тренерського досвіду та таланту. Для об'єктивізації виявлення помилок запропоновано використовувати ЕЕГ. При наявності чіткого алгоритму щодо аналізу та використання ЕЕГ в цілому кожен спортсмен зможе самостійно зрозуміти свої помилки. Та й невірне тлумачення буде більш малоймовірним. Крім того, вивчення ЕЕГ дає змогу більш глибоко зрозуміти процеси, що відбуваються в спортсмені в момент виконання пострілу. Це може відкрити нові напрями удосконалення техніки, що, в свою чергу, дасть принципово новий результат.

В ході роботи було виконано візуальний аналіз ЕЕГ, домінуючих та суб-домінуючих ритмів у стрільців, а також картування. Проведено аналіз вкладів ритмів з допомогою критеріїв Краскела-Уолліса та Манна-Уїтні. На основі отриманих результатів дано чіткі методи визначення шістьох основних помилок в стрільбі з лука (зацілювання, підловлювання точки прицілювання, очікування пострілу, втрата концентрації, невідповідність перенесення уваги з алгоритмом та невірне виконання ідеомоторного тренування). Знайдено «мічені ритми», за допомогою яких можна контролювати проходження уявного тренування. Також виявлено домінантність дельта- та тета-ритмів, що говорить про глибоку зажуриленість спортсмена у відчуття власного тіла, а не навколишнього світу. При цьому не виявлено впливу прицілювання на роботу мозку, що говорить про паралельність цієї дії основному алгоритму.

**Ключові слова:** електроенцефалографія, непараметрична статистика, психологія, спорт.

## I. ВСТУП

Стрільба з лука – складно координаційний вид спорту. Для цієї категорії характерною є підвищена значущість психологічного аспекту підготовки спортсмена. А оскільки на сьогодні матеріальна частина та фізична підготовка спортсменів досягли своїх вершин, то психологічна підготовка залишається не лише головним, але і єдиним шляхом до світових результатів.

Тому універсальний доступний спосіб індивідуального визначення психологічних

реакцій є найважливішою проблемою стрілкового спорту на сьогодні. Простий та зрозумілий, але при цьому інформативний аналіз нейрофізіологічних показників дозволить опиратися на більш об'єктивні характеристики помилок, аніж досвід та талант тренера.

Серед подібних наукових робіт зустрічаються фундаментальні психологічні дослідження [1-3], а також використання електроенцефалографічного аналізу (далі – ЕЕГ) спортсменів, що стріляють з

вогнепальної зброї [4]. Отримані авторами вказаних робіт результати не можуть бути перенесені на вдосконалення лучників, внаслідок динамічних відмінностей цього виду спорту [4].

## II. МЕТА ДОСЛІДЖЕННЯ

Виявлення типових частотно-амплітудних характеристик ЕЕГ, при різних фазах виконання пострілу, для запобігання помилок лучників.

## III. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Як спосіб рішення проблеми, було обрано запис та аналіз електроенцефалограми.

Використовувався 16-ти каналний діагностичний комплекс «ТРЕДЕКС», принципова схема роботи якого показана на рисунку 1, а для подальшого аналізу - програми Expert\_Net 31.7.2013.0 та IBM SPSS Statistic Version 22. Електроди накладалися за стандартною схемою 10-20 для 16-ти електродів. [5]

Дослідження виконувались за участю майстра спорту міжнародного класу у якості волонтерки. Це забезпечило таку енцефалограму, в якій більшість часу нема психологічних помилок, тому їх можна чітко визначити.



Рисунок 1 – Принципова схема програмно-апаратного комплексу для дослідження нейрофізіологічних характеристик лучників

Для персоналізованого аналізу отримана ЕЕГ співставлялася з особистим алгоритмом піддослідної (рис. 2):

1. Упор – розташування лівої руки на рукояті;
2. Розтягнути лук;
3. Прикладка – розташування правої руки під підборіддям;
4. Розворот корпусу – комплекс дій, за допомогою яких забезпечується необхідна напруга для пострілу;
  - а. Клацання – специфічний звук у роботі деяких релізів.\*
5. Прицілювання – перевірка знаходження мушки;
6. Постріл.

Одна з основних умов дієвого алгоритму – рівний час на виконання кожного пункту. Через це клацання винесено окремо – на нього не виділяється окремий проміжок часу, але при цьому воно є обов'язковою перевіркою правильного ходу пострілу в цілому [6]

\*Реліз – пристрій для спуску тятиви в луках з високою силою на тяжіння;



Рисунок 2 – Особистий алгоритм пострілу

Запис проводився відповідно до п'яти методик (табл. 1). Для кожної з методик було проведено 6 досліджень.

Таблиця 1. Етапи запису реєстрації ЕЕГ

Назва	Призначення
Метод 1 - Стрільба без дистанції та прицілювання.	Виявлення активностей мозку при відсутності додаткових факторів (дистанції та прицілювання).
Метод 2 – Стрільба з прицілюванням.	Виявлення впливу прицілювання . Перевірка гіпотези про неактивність зорового центру в момент прицілювання.
Метод 3 – Стрільба на дистанції.	Визначення впливу дистанції.
Метод 4 – Стрільба на дистанції з прицілюванням.	Визначення реакцію спортсмена на постріл загалом.
Метод 5 – Ідеомоторне тренування.	Перевірка подібності роботи мозку (його частин) при ідеомоторному та звичайному пострілах.

Також для перевірки активності потиличної зони в усіх основних моментах прицілювання використовувалося картування, а для аналізу активності ритмів при різних методах – аналіз за непараметричними критеріями Краскела-Уолліса та Манна-Уїтні.

#### IV. РЕЗУЛЬТАТИ

В першу чергу було виявлено, так звані, «мічені ритми», (рис. 3) які обов'язково мають бути присутні при записі ЕЕГ при спортивних вправах. Ці ж ритми є маркерними та визначальними для перевірки адекватності роботи спортсмена з ідеомоторним тренуванням [8]. Ці ритми яскраво виражені для електроду Fp2 і трохи менше – для електроду Fp1. Це зумовлено

тим, що ліва та права частини тіла стрільця працюють зовсім по-різному – передня (зазвичай, ліва) зосереджена лише на одному русі – продовженні розтягування луку, тоді як задня (зазвичай, права) виконує безліч малих рухів, для неї важливі тонкі м'язові відчуття.



Рисунок 3 – Запис ЕЕГ під час пострілу: а) на дистанції 50 м з прицілюванням, б) на дистанції 3 м без прицілювання

Орієнтуючись на визначені «мічені ритми», було проведено аналіз активності відповідних електродів при ідеомоторному тренуванні. Найважливіша ціль такого тренування – відпрацювати кожен елемент руху [9], тому саме зубці у відведеннях Fp представляють найбільший інтерес (рис. 4, рис. 5).

На основі такого візуального аналізу можна чітко визначити правильність виконання ідеомоторного тренування, тоді як на даний момент не існує іншого настільки однозначного способу визначення [10].

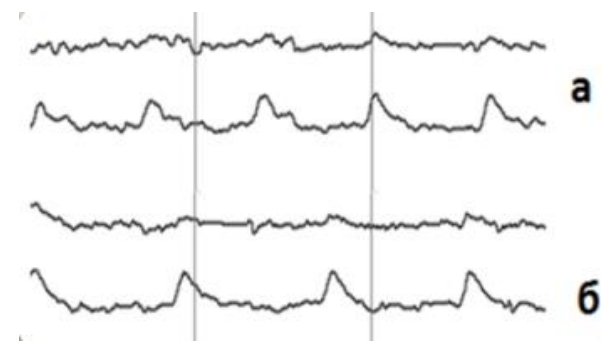


Рисунок 4 –Графіка ЕЕГ для електродів Fp1 та Fp2: а – для пострілу на дистанції; б – для ідеомоторного тренування.

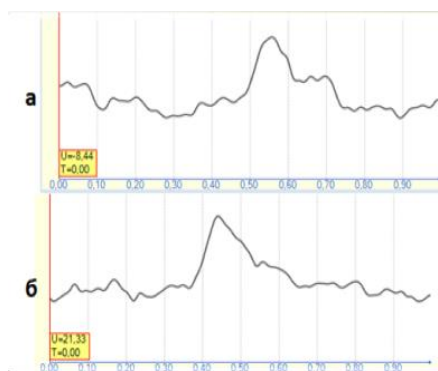


Рисунок 5 – Збільшення зубців x4 Fr1 та Fr2: а – для пострілу на дистанції; б – для ідеомоторного тренування.

Окремий інтерес представляє картування (рис. 6). Найголовніше і найпоказовіше, що потрібно побачити: ні в один момент, навіть в момент прицілювання (виділено червоним) не є активною потилична зона. Тобто на візуальну інформацію стрілець орієнтується не дуже сильно. Крім того, ця теза не залежить від дистанції чи навіть самої необхідності у прицілюванні

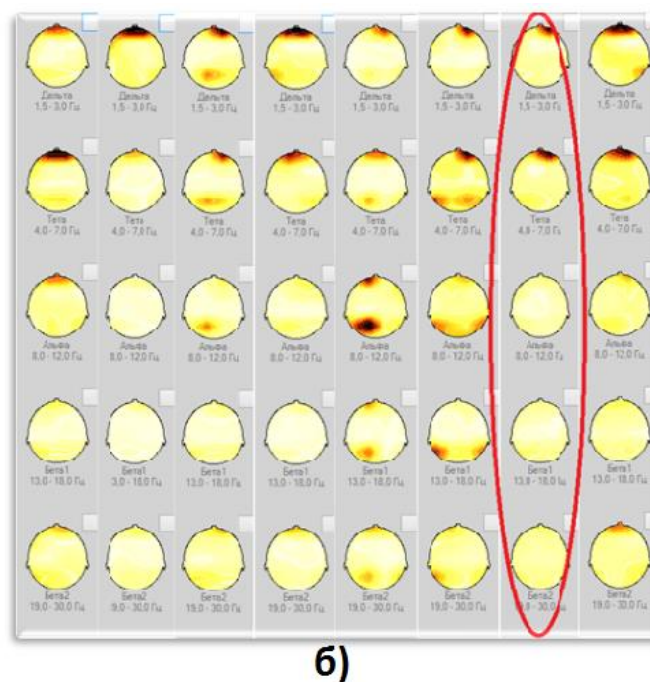
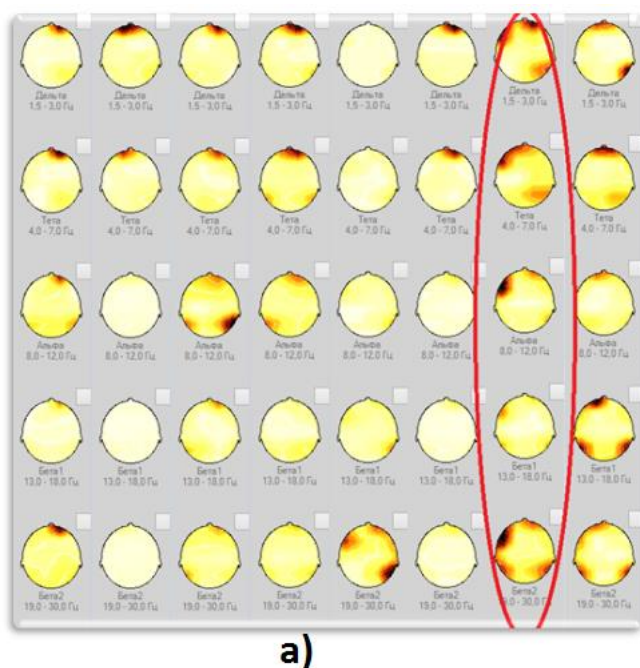


Рисунок 6 – ЕЕГ картування: а) для пострілу на малій дистанції без прицілювання; б) для пострілу на великій дистанції з прицілюванням

Це підтверджує гіпотезу щодо того, що стрілець не зосереджує увагу на мущі чи мішені. В будь-який момент основним залишається одне – власні рухи, внутрішнє відчуття тіла [11, 12].

Виходячи з вищесказаного, очевидно, що завдяки картуванню можна перевірити наявність однієї з двох помилок, що полягають в занадто високій концентрації на візуальній інформації: зацілювання та підломлювання прицілу. Проте з допомогою картування їх не можна розрізнити.

Окремої уваги заслуговує виявлена досить цікава закономірність. При середньотривалому пострілі 10 с. були також і постріли від 12 до 22 с. Так як висококваліфіковані спортсмени дуже чутливі до таких речей, опісля пострілу приходило розуміння, що щось було не так (рис. 7). Таким чином, цей момент дозволить не лише визначити помилку та її тип, але й проконтролювати саме розуміння вихованцем своїх недоліків.

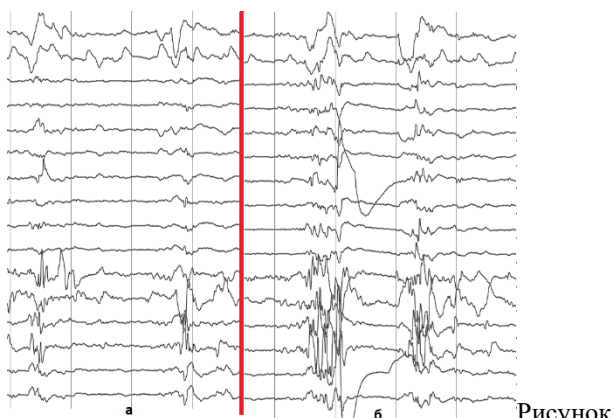


Рисунок 7 – Реакція ЕЕГ на постріл: а – правильний; б – з помилкою

## V. ОБГОВОРЕННЯ

Для визначення залежностей ЕЕГ від психомоторних задач лучника було застосовано критерії Краскела-Уолліса та Манна-Уїтні для груп по 12 досліджень, оскільки групування відбувалося за однією ознакою (дистанція або прицілювання). Вони показали, що активність майже всіх ритмів, а також міжпівкульова асиметрія не залежать від наявності чи відсутності необхідності прицілювання (табл. 2), оскільки  $p > 0,05$ .

Таблиця 2. Відсутність залежності активності ритмів та міжпівкульової асиметрії від методу на прикладі аналізу за наявності або відсутності задачі прицілювання

Статистичні критерії\*

	Альфа	Бета1	Бета2	Дельта	Тета
U Манна-Уїтні	96,000	62,000	68,000	90,000	94,000
W Вілкоксона	174,000	198,000	204,000	168,000	172,000
Z	,000	-1,578	-1,300	-,279	-,093
Асимптотична значимість (2-стороння))	1,000	,114	,194	,781	,926
Точна знач. [2*(1-сторон. знач.)]	1,000b	,121b	,205b	,802b	,945b

а. Групуюча змінна: Приціл; б. Не скоректовано на присутність зв'язків.

\* При порівнянні всіх статистичних критеріїв  $p > 0,05$ .

При аналізі 6 досліджень ідеомоторного тренування та 24 досліджень класичного тренування, також виявлено відсутність залежності для активності ритмів та міжпівкульової асиметрії (табл. 3), оскільки  $p > 0,05$ . Це ще одне підтвердження про схожість ідеомоторного тренування до справжнього з точки зору роботи головного мозку.

Проте виявлено єдину значну залежність активності ритмів дельта та тета від дистанції (табл. 4), оскільки  $p < 0,05$ .

Це має співпадіння і з домінуючими ритмами. Для стрільби на короткій дистанції домінуючим ритмом є дельта або тета, а субдомінуючим – альфа. При дистанції 50 м і домінуючим, і субдомінуючим ритмами, є дельта і тета в будь-якій комбінації.

Таблиця 3. Відсутність зв'язку і залежності від того, ідеомоторне тренування чи ні

Статистичні критерії\*

	Альфа	Бета1	Бета2	Дельта	Тета
U Манна-Уїтні	57,500	40,000	53,000	49,000	57,000
W Вілкоксона	72,500	55,000	68,000	325,000	333,000
Z	,000	-1,050	-,270	-,510	-,030
Асимптотична значимість (2-стороння))	1,000	,294	,787	,610	,976
Точна знач. [2*(1-сторон. знач.)]	1,000b	,318b	,816b	,641b	1,000b

а. Групуюча змінна: Ідеомоторика, б. Не скоректовано на присутність зв'язків.

\* При порівнянні всіх статистичних критеріїв  $p > 0,05$ .

**Таблиця 4.** Зв'язок дельта- та тета- ритмів в залежності від того, значима дистанція чи ні  
Статистичні критерії

	Альфа	Бета1	Бета2	Дельта	Тета
U Манна-Уїтні	96,000	83,000	65,000	45,000	49,000
W Вілкоксона	174,000	219,000	143,000	181,000	185,000
Z	,000	-,604	-1,439	-2,368	-2,182
Асимптотична значимість (2-стороння))	1,000	,546	,150	,018	,029
Точна знач. [2*(1-сторон. знач.)]	1,000b	,568b	,159b	,017b	,029b

а. Групуюча змінна: Дистанція ; б. Не скоректовано на присутність зв'язків.

\*  $p < 0,05$  (позначити в таблиці зірочками ті значення порівняння яких достовірно відрізняється)

Альфа-ритм відповідає за розслаблене неспання і пригнічується при вирішенні певних задач. Це ще раз підтверджує теорію про те, що приціл не є задачею, яка вирішується стрільком (оскільки альфа-ритм не залежить від прицілювання), тоді як дистанція має великий вплив.

Дельта- та тета-ритми – ритми сну. За вісцеральною теорією, сон – це стан організму, при якому мозок працює з внутрішніми органами і отримує інформацію від них, а не від зовнішнього світу [13, 14]. Таким чином, при пострілі спортсмен зосереджується на внутрішніх відчуттях, відчужуючись від світу. Про це говорить і відсутність змін на ЕЕГ при явних акустичних артефактах.

Окремим питанням у стрільбі є не лише запобігання помилкам, але і їх ідентифікація. Основними помилками, що найчастіше виникають при пострілі, приймалися наступні [7-9]:

– Зацілювання – помилка, при якій стрілок через страх поганого результату чи очікування хорошого намагається свідомо заводити приціл в жовте;

– Підловлювання точки прицілювання – помилка, при якій стрілок робить постріл в той момент, коли йому здалося, що приціл в жовтому, незважаючи на алгоритм.

– Втрата концентрації – послілка, при якій стрілок так поринає у свої думки, що зовсім забуває про алгоритм;

– Очікування пострілу – помилка, при якій увага з техніки пострілу переноситься на відсторонене від власне процесу відчуття очікування, спостереження;

– Невідповідність перенесення уваги з алгоритмом – помилка, при якій увага переноситься з елемента на елемент хаотично або на крок вперед, а не згідно з алгоритмом;

– Недостатня концентрація при ідеомоторному тренуванні – помилка, що характеризується відволіканням при уявленні пострілу чи окремого його елемента.

Саме дані помилки перевірялися на електроенцефалограмі шляхом візуального аналізу частотно-амплітудних характеристик ЕЕГ. Виникнення помилки – це завжди порушення ідентичності пострілів. Отже, будь-яке порушення уже знайденої закономірності в одному пострілі – це помилка. Співвідношення зони ЕЕГ, що відповідає помилці, з її типом виконувалося відповідно до літератури щодо психологічної підготовки стрільця, а також виходячи з особистих відчуттів волонтерки.

Завдяки такому аналізу визначено прояви помилок. Загалом можливість їх діагностування завдяки ЕЕГ приведені в таблиці 5.

Таблиця 5. Діагностування помилок

Помилка	Прояв на ЕЕГ
Зацілювання	Активність потиличної зони (O1, O2) в кінці пострілу. Постріл довший, аніж зазвичай.
Підловлювання точки прицілювання	Активність потиличної зони (O1, O2) протягом всього пострілу. Постріл коротший, аніж зазвичай.
Втрата концентрації	Хаотичні сплески потенціалів (часто – F7, F8, O1, O2) в будь-який момент часу.
Очікування пострілу	Хаотичні сплески потенціалів (часто – F7, F8, O1, O2) в кінці пострілу.
Невідповідність перенесення уваги з алгоритмом	Відсутність або зміна патернів, які відповідають за конкретний елемент.
Недостатня концентрація при ідеомоторному тренуванні	Неспівпадіння потенціалів електродів Fp1 та Fp2 з відповідними потенціалами при класичному тренуванні.

## VI. ВИСНОВКИ

В ході дослідження було виявлено «мічені ритми», за допомогою яких можна перевіряти правильність виконання ідеомоторного тренування. Вони найбільш виражені для електроду Fp2 і менше – для електроду Fp1, що вказує на асиметрію роботи тіла.

Визначено, що в момент прицілювання, як і в будь-який іншим, не є активною потилична зона. Цей результат не залежав від довжини дистанції та типу прицілювання (по області або в мішень). Це є важливим доказом того, що в будь-який момент пострілу спортсмен має тримати концентрацію на кінестетичних, а не візуальних відчуттях.

При використанні критеріїв Краскела-Уолліса та Манна-Уїтні виявлено, що активність ритмів альфа бета1 та бета2, а також міжпівкульова асиметрія не залежать від дистанції, типу прицілювання, та типу тренування (ідеомоторне або класичне). Останнє є маркером того, що ідеомоторне тренування за мозковими активностями має бути повністю аналогічним до класичного. Незалежність альфа-ритму від прицілювання ще раз вказує на те, що цей елемент не є окремою вирішуваною спортсменом задачею.

Дельта та тета ритми залежать від дистанції. Крім того, вони обов'язково займають позицію домінуючого та субдомінуючого при дистанції 50 м,

незалежно від типу прицілювання, тоді як для короткої дистанції субдомінуючим є альфа ритм. Відповідно до вісцеральної теорії сну це означає, що стрілок повністю сконцентрований на відчуттях всередині тіла, не сприймаючи зовнішні сигнали від навколишнього тіла. Це підтверджує відсутність змін на ЕЕГ при акустичних артефактах.

Покладено початок способам Доведено можливість застосування енцефалографічного комплексу для виявлення шістьох основних помилок стрільця: зацілювання, підловлювання точки прицілювання, очікування пострілу, втрата концентрації, невідповідність перенесення уваги з алгоритмом та невірне виконання ідеомоторного тренування.

Застосування ЕЕГ в ході підготовки спортсмена – це зовсім новий оригінальний напрямок в розвитку вдосконалення стрілецької майстерності на основі об'єктивної її оцінок. спорту, що дозволить піднятися над сучасним рівнем . Висновки даної роботи важливі і цікаві в якості – є робочою гіпотезою для подальших більш фундаментальних досліджень на статистично достовірній кількості спостережень.

**Фінансування.** Дане дослідження не отримувало зовнішнього фінансування.

**Конфлікт інтересів.** Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

**Згода на публікацію.** Усі досліджувані особи, що мають відношення до рукопису, дали згоду на публікацію даної роботи.

**ORCID ID та внесок авторів.**

0009-0006-7359-2758 (A, B, C) Lytviakova  
Daryna

0000-0002-4800-2895 (A, D) Ovcharenko  
Ganna

0000-0002-2901-9667 (D, E) Biloshytska  
Oksana

A - Концепція роботи та дизайн, B - аналіз літературних джерел, C - Написання статті, D - Критичний огляд, E - Остаточне схвалення статті.

**ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ**

1. Silva, Francisco & Sousa, Paulo & Pinheiro, Valter & Lopez Torres, Olga I & Román, Ignacio & Mon, Daniel. (2021). Which Are the Most Determinant Psychological Factors in Olympic Shooting Performance? A Self-Perspective from Elite Shooters. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 18. 10.3390/ijerph18094637.
2. Zwarycz, Piotr. (2020). Is shooting a sport? The outline of sport shooting in Poland as a subject matter of the sociology of sport. *Acta Universitatis Lodzianae. Folia Sociologica*. 33-48. 10.18778/0208-600X.75.03.
3. Rani, Idaya & Lakshmi, Subbu. (2022). Tracing Sports Psychology in Sports Literature. 22.
4. V.M. Antipov Portable tracker for neurophysiological research of sport shooting [Електронний ресурс]/ V.M. Antipov A.A. Badarin, V.V. Grubov, V.B. Kazantsev, A.E. Hramov – 2022 – Режим доступу до ресурсу: <https://doi.org/10.1117/12.2626382> 25.11.2022, 20:4
5. Malmivuo, Jaakko & Plonsey, Robert. (1995). *Bioelectromagnetism*. 13. Electroencephalography. Литвякова Д. К.

6. Програмно-апаратний комплекс для зняття нейрофізіологічних показників лучників в процесі тренування / Д. К. Литвякова, Г. Р. Овчаренко, О. К. Білошицька // Матеріали конференції "Сучасний стан та перспективи біомедичної інженерії" / Д. К. Литвякова, Г. Р. Овчаренко, О. К. Білошицька. – Київ: Факультет біомедичної інженерії Київського політехнічного інституту ім. Ігоря Сікорського, 2022. – С. 57.
7. Савчук, О., Явтушенко, В., Тіхонов, І., Туленко, М., Моргунова, А., & Моргунова, А. (2021). Методика психологічної підготовки стрільця з урахуванням впровадження індивідуального підходу. *InterConf*, (81), 83-97. <https://doi.org/10.51582/interconf.21-22.10.2021.013>
8. Зміни параметрів альфа - ритму і реакції "розплющити і заплющити очі" та концентрації кисню в крові у студентів, які займаються оздоровчим бігом / М.Довганик, О. Чичкан, С. Котов, М. Кмицяк // Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова / М.Довганик, О. Чичкан, С. Котов, М. Кмицяк. – Київ: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2016. – С. 112–117
9. D. Benešová, D. Benešová, K. Švátora, P. Vostatková, P. Kalistová (2020) Ideomotor Learning as Part of the Long-Jump Technique Training in Children in the Age Range of 12 to 13 Years, *ICERI2020 Proceedings*, pp. 3886-3891
10. Shin, Yun & Choe, Seonggyu & Kwon, Oh-Sang. (2023). Strong evidence for ideomotor theory: Unwilled manifestation of the conceptual attribute in movement control. 10.3389/fpsyg.2023.1066839.
11. Lee K. Total Archery – Inside the Archer Hardcover / K. Lee, T. Benner., 2019. – 288 с.
12. Mental Training to Improve the 40-Meter-Distance Archery Accuracy with Imagery and Meditation Methods / [B. Yachsie, Suharjana, A. Graha та ін.] // *International Journal of Human Movement and Sports Sciences* / [B. Yachsie, Suharjana, A. Graha та ін.], 2023. – С. 450–456.
13. Allan Rechtschaffen, PhD, sleep research pioneer, 1927-2021 [Електронний ресурс]. – 2021. – Режим доступу до ресурсу: <https://biologicalsciences.uchicago.edu/news/features/allan-rechtschaffen-obituary>.
14. Pigarev, Ivan & Pigareva, Marina. (2017). Association of sleep impairments and gastrointestinal disorders in the context of the visceral theory of sleep. *Journal of Integrative Neuroscience*. 16. 1-14. 10.3233/JIN-17000



UDC 612.821.2

# EXPERIMENTAL COMPLEX FOR STUDYING THE NEUROPHYSIOLOGY CHARACTERISTICS OF SHOOTERS DURING DIFFERENT FORMS OF TRAINING

*Daryna Litvyakova.*

[lytviakova.daryna.archer@gmail.com](mailto:lytviakova.daryna.archer@gmail.com)

*Ganna Ovcharenko*

[ilikanet@ukr.net](mailto:ilikanet@ukr.net)

*Oksana Biloshytska*

[biloshytska.oksana@lil.kpi.ua](mailto:biloshytska.oksana@lil.kpi.ua)

Department of Biomedical Engineering  
National Technical University of Ukraine  
Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"  
m. Kyiv, Ukraine

**Abstract** – The issue of psychological training of athletes, especially shooters, has long been raised, as it has been noticed that the result is not achieved with an externally perfect technique. Many psychological mistakes have been found and described in all sports, but only with objective diagnostic methods can we talk about accurate instructions and guidance. Until now, the identification of such errors has depended only on coaching experience and talent. But with a clear algorithm for analyzing and using EEG in general, each athlete will be able to understand their mistakes on their own. And misinterpretation will be less likely. In addition, the study of the EEG allows for a deeper understanding of the processes occurring in the athlete at the time of the shot. This can open up new areas of technique improvement, which, in turn, will give a fundamentally new result.

In the course of the study, we performed a visual analysis of the EEG, dominant and sub-dominant rhythms, and mapping. The rhythm contributions were analyzed using the Craskell-Wallis and Mann-Whitney criteria.

This provided clear methods for determining the six main errors in archery (aiming, catching the aiming point, waiting for the shot, loss of concentration, mismatch of attention transfer with the algorithm, and incorrect ideomotor training). The authors found "labeled rhythms" that can be used to control the progress of mental training. The dominance of delta and theta rhythms was also found, which indicates that the athlete is deeply involved in the sensations of his or her own body, not the world around him or her. At the same time, no effect of aiming on brain function was found, which indicates the parallelism of this action to the main algorithm.

**Key words** – Electroencephalography, nonparametric statistics, psychology, sports.