

# ОЦЕНКА ДВИГАТЕЛЬНЫХ ДЕЙСТВИЙ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ПРИЦЕЛЬНОГО ВЫСТРЕЛА ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ МОЗГА СПОРТСМЕНОВ-СТРЕЛКОВ

И. А. Сабирова<sup>1</sup>, Г. Н. Германов<sup>2</sup>, М. А. Ильин<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Воронежский институт МВД России, Воронеж, Россия

<sup>2</sup>Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодёжи и туризма (ГЦОЛИФК), Москва, Россия

<sup>3</sup>Воронежский государственный институт физической культуры, Воронеж, Россия

Рассмотрена актуальность применения инструментальных методов исследования в подготовке стрелков-пулевиков различной спортивной квалификации. Показаны особенности электрической активности головного мозга спортсменов при выполнении упражнений стрелковой программы. Кроме того, определены пути повышения технической подготовленности спортсменов с учётом гендерных различий.

**Ключевые слова:** пулевая стрельба, стрельба из пневматической винтовки, электрическая активность головного мозга.

**Актуальность.** Спортивные результаты в стрелковых видах спорта предъявляют новые, повышенные требования к подготовке спортсменов [3; 5–7].

Сегодня вопросы необходимой преемственности нагрузок в пулевой стрельбе решаются как за счёт расширения работы по совершенствованию двигательных способностей спортсменов, так и индивидуальной технической подготовки. Целевая задача данной работы направлена на взаимодействие двигательных действий по формированию фазовой структуры выстрела и работы зрительного анализатора в условиях тренировочной и соревновательной деятельности. Целевыми маркерами данной работы являются физиологические механизмы проявления наивысших возможностей человеческого организма и формирование оптимальных способов контроля.

Одним из способов оценки электрической активности головного мозга является метод электроэнцефалографических исследований, который позволяет регистрировать активность модулирующих систем при выполнении различных двигательных заданий.

**Цель исследования.** Анализ показателей электрической активности мозга спортсменов-стрелков в процессе выполнения соревновательного упражнения ВП-60.

**Материалы и методы исследования.** В работе использовался комплекс общепринятых и инструментальных методов исследования. Для оценки электрической активности головного мозга изу-

чаемого контингента спортсменов применялся метод электроэнцефалографии с применением аппаратного комплекса «Энцефалан-ЭЭГР-19/26» («Медиком», Россия) при проведении контрольных стрельб в упражнении ВП-60 (винтовка пневматическая, 10 м, 60 выстрелов). В исследовании приняли участие 76 спортсменов ( $n = 39$  девушек и женщин,  $n = 37$  юношей и мужчин). Уровень спортивной квалификации 1-й разряд — МСМК. Возраст от 15 до 28 лет.

Применялась общепринятая схема расположения электродов 10–20. Сигналы регистрировались с 21 отведения. В записи фиксировались показатели электроэнцефалограммы, зарегистрированные при закрытых и открытых глазах в состоянии спокойного бодрствования, при выполнении стрелкового упражнения ВП-60. Анализу были подвержены не менее 40 отрезков записи электроэнцефалограммы спортсменов-стрелков с предварительно удалёнными артефактами. Данные оценивались по индексам ритма: дельта —  $\Delta$  (0,5–4 Гц), тэта —  $\theta$  (4–7 Гц), альфа —  $\alpha$  (7–13 Гц), бета I —  $\beta_1$  (14–20 Гц) и бета II —  $\beta_2$  (20–25 Гц) поддиапазоны.

**Результаты исследования и их обсуждения.** Вся исследовательская работа была выполнена поэтапно. На первом этапе изучались показания электроэнцефалограммы квалифицированных стрелков-винтовочников мужского пола.

Анализ и обобщение полученных данных спортсменов квалификации 1-й спортивный разряд выявил преобладание бета-активности головного мозга

с активной локализацией в височных и передне-центральных отведениях, в диапазонах 55–57 %  $\beta_1$  и 53–57 %  $\beta_2$ . Выявлено, что активный индекс бета-волн связан с необходимостью постоянной концентрации внимания на выполнении двигательных фаз по производству прицельного выстрела.

У спортсменов квалификации КМС — МС регистрировалось преобладание альфа-ритма (33 %), локализованного во фронтальных отведениях обоих полушарий, а также присутствие дельта-волн (8 %) в теменных отведениях. Бета-волны в лобных и затылочных отведениях справа зафиксирована при выстрелах, выполняемых после отдыха, и в большей степени связаны с повторным контролем закрепления системы «стрелок — оружие — мишень» и активацией мозговой деятельности, обусловленной этими процессами.

У высококвалифицированных стрелков во время выполнения выстрела регистрировалось активное доминирование альфа-ритма (индекс 35 %) с преимущественной локализацией в переднелобных и передних центральных отделах правого полушария мозга. Регистрировалось преобладание бета-активности, связанной, по-видимому, с коррекцией устойчивости систем «стрелок — оружие» и «стрелок — оружие — мишень». Характерно появление за 4 секунды до выстрела высокого индекса альфа-волны, сопряжённого с бета-активностью. Выявление тэта- и дельта-волны на фоне бета-ритма соотносилось с успешностью выполняемого стрелкового упражнения. При появлении дельта-II-волны регистрировалась незначительная амплитудная асимметрия слева в рамках 41 %.

На втором этапе изучались показатели электроэнцефалограммы стрелков-винтовочников женского пола.

Анализ и изучение полученных данных выявил, что при выполнении одиночного выстрела серии спортсменок 1-го разряда доминирует бета-активность головного мозга, как и у юношей, однако локализация наблюдается в правой теменной и передних центральных отведениях, регистрируемых в диапазоне 48–53 %  $\beta_1$  и 52–58 %  $\beta_2$ . По нашему мнению, данная активность связана с вопросами повышения концентрации внимания по формированию и закреплению устойчивости системы «стрелок — оружие — мишень». Наличие дельта-ритма (5 %) носило единичный характер и было связано с наступающим утомлением после выполнения четвёртой серии выстрелов. Наличие альфа-активности характеризовалось выполне-

нием привычных двигательных действий по выполнению выстрела, не требующих значительной концентрации внимания, регистрировалась в затылочных отведениях преимущественно слева. Появление в четвёртой серии выстрелов альфа-волн объяснялось наличием процесса вработывания при выполнении стереотипных двигательных действий.

Сравнительный анализ данных спортсменок квалификации КМС — МС выявил преобладание альфа-ритма (44 %), как и у мужчин этой квалификации. Однако данный ритм фиксировался не только во фронтальных, но и затылочных отведениях обоих полушарий, а наличие дельта-волн (8 %) регистрировалось в теменных отведениях. Как и у юношей, бета-волны в лобных и затылочных отведениях справа регистрировались при выполнении выстрелов, следующих за периодами отдыха, и в большей степени связывалось с необходимостью контроля устойчивости систем «стрелок — оружие» и «стрелок — оружие — мишень». Отмечался доминирующий индекс частот в бета-диапазоне, что говорит о концентрации внимания на модельных параметрах одиночного выстрела.

Индекс активности волн спортсменок квалификации МСМК выявил, что первые выстрелы сопровождалось доминированием альфа-ритма (индекс 43 и 32 %) с локализацией преимущественно в затылочных и передних центральных отделах правого полушария мозга, а также присутствием дельта-волн в теменных отведениях. Преобладающая бета активность была связана с контролем закрепления устойчивости и принятия решения нажима на спусковой крючок. При появлении дельта-II-волны имеется незначительная амплитудная асимметрия справа на 24 %.

Сравнительный анализ электрической активности работы мозга во время выполнения одиночного и серии выстрелов зарегистрировал достоверные различия в показателях девушек и юношей первого спортивного разряда в показателях альфа-активности головного мозга, а также  $\beta_1$ - и  $\beta_2$ -поддиапазона, у КМС–МС тэта-, альфа- и  $\beta_2$ -поддиапазона. У спортсменов МСМК достоверные различия в показателях зарегистрированы по данным альфа-активности головного мозга мужчин и женщин, при этом показатели женщин оказались на 52,9 % (таблица).

При этом у мужчин при выполнении стрелкового упражнения выявлено активное включение височных областей, функцией которого является

## Показатели электрической активности головного мозга спортсменов различной квалификации при выполнении стрелкового упражнения (средние данные)

Квалификация	Волны									
	$\Delta$		$\Theta$		$\alpha$		$\beta_1$		$\beta_2$	
	мужчины $\Delta_{1\pm m}$	женщины, $\Delta_{2\pm m}$	мужчины $\Theta_{1\pm m}$	женщины $\Theta_{2\pm m}$	мужчины $\alpha_{1\pm m}$	женщины $\alpha_{2\pm m}$	мужчины $\beta_{1\pm m}$	женщины $\beta_{1\pm m}$	мужчины $\beta_{1\pm m}$	женщины $\beta_{2\pm m}$
1 разряд	6.3 $\pm 0.51$	5.6 $\pm 0.86$	3.4 $\pm 0.25$	3.1 $\pm 0.24$	<b>14.8</b> $\pm 0.42$	<b>16.5</b> $\pm 0.37$	<b>56.4</b> $\pm 0.54$	<b>49.6</b> $\pm 0.86$	<b>55.3</b> $\pm 0.75$	<b>53.2</b> $\pm 0.49$
КМС — МС	6.5 $\pm 0.37$	6.9 $\pm 0.37$	<b>5.4</b> $\pm 0.37$	<b>3.1</b> $\pm 0.24$	<b>27.4</b> $\pm 6.59$	<b>42.4</b> $\pm 0.74$	44.8 $\pm 11.19$	51,1 $\pm 0.74$	<b>43.5</b> $\pm 4.1$	<b>54,1</b> $\pm 0.74$
МСМК	8.9 $\pm 0.99$	9.8 $\pm 0.74$	4.9 $\pm 0.49$	5.1 $\pm 0.49$	<b>27.4</b> $\pm 6.71$	<b>41,9</b> $\pm 0.36$	50.5 $\pm 0.99$	49.75 $\pm 0.74$	43.1 $\pm 1.49$	43.5 $\pm 0.49$

В таблице выделены достоверные различия изучаемых показателей. Критическое значение  $t$ -критерия Стьюдента = 2,093, при уровне значимости  $\alpha = 0,05$ .

комплексное управление мыслительной и моторной активностью в соответствии с внутренними целями и планами; лобные области, отвечающие за отдельное действие, обеспечивают такие качества, как самостоятельность и инициативность человека.

У женщин наблюдалось появление альфа-волн в затылочной области, которые отвечают за переработку зрительной информации; теменные, которые позволяют осваивать последовательность связанных движений, необходимых для достижения определённого результата.

**Выводы.** По результатам проведённых исследований выявлено, что наиболее оптимальное состояние у спортсмена во время выполнения выстрела возникает при появлении альфа-активности головного мозга. Выявлено, что у спортсменов 1-го разряда преобладает бета-активность головного мозга, у спортсменов квалификации КМС и МС — альфа-активность. Зарегистрированы различия в активизации центров мозговой активности: у женщин наблюдалось проявление альфа-волн во фронтальных и затылочных отведениях головного мозга, а у мужчин во фронтальных, теменных и лобных центрах мозга. У стрелков высокой квалификации МСМК наблюдалось появление альфа-волн с дельта-волной. У мужчин они возникают в переднелобных, фронтальных и передних центральных отведениях головного

мозга, тогда как у женщин — в затылочных и передних центральных отведениях головного мозга. Зарегистрированы различия в амплитудной асимметрии: у женщин справа, у мужчин слева — данный показатель объясняется их физиологическим различием.

Основываясь из вышеизложенных данных, следует констатировать, что во время выполнения выстрела женщины больше «думают глазами». Концентрация и принятие решения исходят от зрительного анализатора. Лучшее чувство координации объясняется физиологическими функциями головного мозга. Мужчины тщательно обдумывают алгоритм выполнения двигательных действий. Зрительный анализатор включается в последнюю очередь.

Таким образом, следует констатировать, что изучение и анализ особенностей функционирования мозга при выполнении стрелками соревновательной программы позволит внести существенные коррективы в процесс формирования оптимальной техники стрельбы с учётом индивидуальных гендерных различий.

## Список литературы

1. Анохин, А.П. Источники индивидуальной изменчивости электроэнцефалограммы человека / А.П. Анохин // Индивидуально-психологические

различия и биоэлектрическая активность мозга человека.— М. : Наука, 1988.— С. 149–176.

2. Корюкалов, Ю. И. Изменения организации биоэлектрической активности мозга у спортсменов при локальной нагрузке / Ю. И. Корюкалов // Человек. Спорт. Медицина.— 2013.— Т. 13, № 2.— С. 143–146.

3. Напалков, Д. А. Электроэнцефалографические корреляты оптимального функционального состояния головного мозга спортсмена в стрелковом спорте / Д. А. Напалков, П. О. Ратманова, Р. Н. Салихова, М. Б. Коликов // Бюл. сиб. медицины.— 2013.— Т. 12, № 2.— С. 219–226.

4. Попова, Т. В. Центральные механизмы утомления при локальной мышечной деятельности статического характера / Т. В. Попова, Ю. И. Корюкалов, Д. А. Марокко // Физиология человека.— 2007.— Т. 33, № 4.— С. 95–100.

5. Сабирова, И. А. Регуляция альфа-ритма квали-

фицированных стрелков с применением идеомоторной тренировки / И. А. Сабирова, С. В. Седоченко, А. В. Чёрных, С. А. Зозулин // Медико-биологические и педагогические основы адаптации, спортивной деятельности и здорового образа жизни : материалы VI Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием.— Воронеж, 2017.— С. 92–97.

6. Салихова, Р. Н. Психофизиологический анализ функционального состояния стрелка в период прицеливания : автореф. ... дис. канд. пед. наук / Р. Н. Салихова.— М., 2013.— 24 с.

7. Салихова, Р. Н. Диагностика и коррекция функционального состояния спортсмена в стрелковом спорте с использованием пульсометрии / Р. Н. Салихова, М. Б. Коликов, Д. А. Напалков, П. О. Ратманова, В. В. Шиян, П. В. Потапович // Теория и практика приклад. и экстремал. видов спорта.— 2011.— Т. 21, № 2.— С. 24–27.

*Поступила в редакцию 28 октября 2019 г.*

**Для цитирования:** Сабирова, И. А. Оценка двигательных действий при выполнении прицельного выстрела по показателям электрической активности мозга спортсменов-стрелков / И. А. Сабирова, Г. Н. Германов, М. А. Ильин // Физическая культура. Спорт. Туризм. Двигательная рекреация.— 2020.— Т. 5, № 2.— С. 87–91.

#### **Сведения об авторах**

**Сабирова Ирина Александровна** — доктор педагогических наук, доцент, профессор кафедры физической подготовки, Воронежский институт МВД России. Россия, Воронеж. [sabirova27.02@mail.ru](mailto:sabirova27.02@mail.ru)

**Германов Геннадий Николаевич** — доктор педагогических наук, профессор, профессор кафедры педагогики, Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодёжи и туризма (ГЦОЛИФК). Россия, Москва. [genchay@mail.ru](mailto:genchay@mail.ru)

**Ильин Михаил Алексеевич** — кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры лёгкой атлетики и стрельбы, Воронежский государственный институт физической культуры. Россия, Воронеж. [ima06.11.1959@mail.ru](mailto:ima06.11.1959@mail.ru)

---

## **PHYSICAL CULTURE. SPORT. TOURISM. MOTOR RECREATION**

2020, vol. 5, no. 2, pp. 87–91.

### **Assessment of Motor Actions when Performing an Aimed Shot According to the Indicators of the Electrical Activity of the Brain of Athletes-shooters**

**I.A. Sabirova<sup>1</sup>, G.N. Germanov<sup>2</sup>, M.A. Ilyin<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Voronezh Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia, Voronezh, Russia. [sabirova27.02@mail.ru](mailto:sabirova27.02@mail.ru)

<sup>2</sup>Russian State University of Physical Culture, Sport, Youth and Tourism, Moscow, Russia. [genchay@mail.ru](mailto:genchay@mail.ru)

<sup>3</sup>Voronezh State Institute of Physical Culture, Voronezh, Russia. [ima06.11.1959@mail.ru](mailto:ima06.11.1959@mail.ru)

**Urgency.** Improving athletic performance in shooting sports pose new, increased requirements for the training of athletes. One of the methods for assessing the electrical activity of the brain is the method of electroencephalographic studies, which allows you to register the activity of modulating systems when performing various motor tasks. **Method of research.** To assess the electrical activity of the brain of the studied contingent of athletes, the method of electroencephalography was applied using the Encephalan-EEGR-19/26 hardware complex (Medicom, Russia) during the control firing in exercise VP-60 (air rifle, 10 m, 60 shots). **Results and discussion.** In men, when

performing a shooting exercise, the active inclusion of the temporal regions was revealed, the function of which is the integrated management of mental and motor activity in accordance with internal goals and plans; frontal areas responsible for a single action, providing such qualities as independence and initiative of a person. In women, the appearance of alpha waves in the occipital region, which are responsible for the processing of visual information; parietal, which allow you to master the sequence of related movements necessary to achieve a specific result. **Summary.** it should be noted that during the execution of the shot women are more “thinking with their eyes”. Concentration and decision making come from the visual analyzer. A better sense of coordination is due to the physiological functions of the brain. While men carefully consider the algorithm for performing motor actions. The visual analyzer is turned on last.

**Keywords:** *bullet shooting, air rifle shooting, electrical activity of the brain.*

## References

1. Anohin A.P. Istochniki individual'noy izmenchivosti elektro-entsifalogrammy cheloveka [Sources of individual variability of human electro-encephalogram]. *Individual'no-psikhologicheskike razlichiya i bioelektricheskaya aktivnost' mozga cheloveka* [Individual psychological differences and bioelectric activity of human brain]. Moscow, 1988. Pp. 149–176. (In Russ.).
2. Koryukalov Yu.I. Izmeneniya organizatsii bioelektricheskoy aktivnosti mozga u sportsmenov pri lokal'noy nagruzke [Changes in the organization of bioelectric brain activity in athletes under local load]. *Chelovek. Sport. Meditsina* [Man. Sport. Medicine], 2013, vol. 13, no. 2, pp. 143–146. (In Russ.).
3. Napalkov D.A., Ratmanova P.O., Salihova R.N., Kolikov M.B. Elektroentsefalograficheskiye korrelyaty optimal'nogo funktsional'nogo sostoyaniya golov'nogo mozga sportsmena v strelkovom sporte [Electroencephalographic correlates of optimal functional state of the athlete's brain in shooting sports]. *Byulleten sibirskoy meditsiny* [Bulletin of Siberian medicine], 2013, vol. 12, no. 2, pp. 219–226. (In Russ.).
4. Popova T.V., Koryukalov Yu.I., Marokko D.A. Tsentral'nyye mekhanizmy utomleniya pri lokal'noy myshechnoy deyatelnosti staticheskogo kharaktera [Central mechanisms of fatigue at local muscular activity of static character]. *Fiziologiya cheloveka* [Human Physiology], 2007, vol. 33, no. 4, pp. 95–100. (In Russ.).
5. Sabirova I.A., Sedochenko S.V., Chernykh A.V., Zozulin S.A. Regulyatsiya al'fa-ritma kvalifitsirovannykh strelkov s primeneniym ideomotornoy trenirovki [Regulation of alpha-rhythm of skilled shooters with the use of ideomotor training]. *Mediko-biologicheskkiye i pedagogicheskkiye osnovy adaptatsii, sportivnoy deyatelnosti i zdorovogo obraza zhizni: materialy VI Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem* [Biomedical and pedagogical bases of adaptation, sports activity and healthy lifestyle: materials of the VI all-Russian scientific and practical conference with international participation]. Voronezh, 2017. Pp. 92–97. (In Russ.).
6. Salihova R.N. *Psikhofiziologicheskiiy analiz funktsional'nogo sostoyaniya strelka v period pritselivaniya* [Psychophysiological analysis of the functional state of the shooter in the period of aiming. Abstract of thesis]. Moscow, 2013. 24 p. (In Russ.).
7. Salihova R.N., Kolikov M.B., Napalkov D.A., Ratmanova P.O., Shiyani V.V., Potapovich P.V. Diagnostika i korrektsiya funktsional'nogo sostoyaniya sportsmena v strelkovom sporte s ispolzovaniem pulsometrii [Diagnostics and correction of the functional state of an athlete in shooting sports using pulsometry]. *Teoriya i praktika prikladnykh i ekstremal'nykh vidov sporta* [Theory and practice of applied and extreme sports], 2011, vol. 21, no. 2, pp. 24–27. (In Russ.).