

ЛОКАЛІЗАЦІЯ ДЖЕРЕЛ ВИКЛИКАНОЇ АКТИВНОСТІ КОРИ ГОЛОВНОГО МОЗКУ В СПОРТСМЕНІВ-ФУТБОЛІСТІВ ТА ЛЕГКОАТЛЕТІВ

Тетяна Шевчук¹, Альона Романюк¹, Людмила Апончук¹, Ангеліна Шевчук¹

¹Волинський національний університет імені Лесі Українки, Луцьк, Україна, tetyana_shevchuk_2013@ukr.net

<https://doi.org/10.29038/2220-7481-2022-02-79-85>

Анотації

Актуальність. В основу будь-якої діяльності, у тому числі спортивної, покладено процес формування нових функціональних систем, які забезпечують пристосування до цієї діяльності. Ефективність таких функціональних систем, з одного боку, залежить від уроджених нейродинамічних властивостей організму, а з іншого – від особливостей тренувального процесу. Дослідження особливостей нейрофізіологічних процесів у спортсменів має важливе значення для спортивного відбору і є основним підґрунтям управління системою підготовки спортсменів до змагального періоду. Для досягнення високих результатів у спорті потрібно мати не лише хороші фізичні якості, але й спеціальні особливості перцептивних функцій, зокрема в тих видах спорту, які вимагають швидкої реакції під час нестандартних умов гри, переключення з одного моменту на інший і правильного вибору рішення під час поставленої мети. **Метою дослідження** є вивчення та аналіз особливостей просторової локалізації джерел викликаної активності кори головного мозку в спортсменів – футболістів та легкоатлетів. Відповідно до мети поставлено такі завдання: проаналізувати науково-методичну літературу з проблеми дослідження викликаних потенціалів у спортсменів; вивчити й проаналізувати просторову локалізацію джерел викликаної активності кори головного мозку в спортсменів – футболістів та легкоатлетів. **Методи досліджень.** У дослідженні використано метод електроенцефалографії, ІСА-аналіз, методи математичної статистики. **У результаті дослідження** в обох групах спортсменів виявлено джерела викликаної активності в передньоасоціативних відділах кори головного мозку. У футболістів під час сприйняття та обробки значимого об'єкта встановлено джерела активності в тім'яній ділянці кори, у легкоатлетів – передньолобовових і скроневих. Неспортсмени характеризувалися джерелами викликаної активності в таламусі та парагіпокампі. **Висновки.** Лобова ділянка бере участь в оцінці смислового значення стимулу. Таламус через свої таламокортикальні й кортикальноталамічні зв'язки впливає на кору півкуль великого мозку, а кора – на нього. Установлено позитивний вплив спортивної діяльності на процеси сприйняття та обробки значимої інформації в корі головного мозку.

Ключові слова: футболісти, легкоатлети, викликані потенціали, кора головного мозку, просторова локалізація джерел.

Tatiana Shevchuk, Aliona Romaniuk, Liudmyla Aponchuk, Anhelina Shevchuk. Localization of Evoked Cortical Activity in Athletes and Football Players. Topicality. A core of any activity, including sports, is the process of new functional programs that provide adaptation to this activity. The effectiveness of these functional programs, on the one hand, depends on the innate neurodynamic properties of the body, and on the other, on the characteristics of the training process. The study of athletes' neurophysiological processes is important for sports selection and is the main basis for managing the athletes' trainings for the competitive period. Achieving high results in sports requires not only excellent physical qualities, but also special features of perceptual functions, in particular in those sports that require fast response in non-standard game conditions, and choosing the right decision during set goal. **The Purpose of the Research** is to study and analyze the features of the localization of evoked cortical activity in athletes and football players. In accordance with the purpose, the following tasks were set: to analyze the scientific and methodological literature on the issue of study the evoked potentials of athletes; to study and analyze the spatial localization of evoked cortical activity in athletes and football players. **Research Methods.** The electroencephalography (EEG), Independent component analysis (ICA) and mathematical methods of statistics were used in the research. As a **Result** of the research in both groups of athletes revealed sources of induced activity in the anterior associative parts of the cerebral cortex. In football players, during the perception and processing of a significant object, sources of activity in the parietal lobe have been identified, and in athletes – frontal and temporal cortices. Others were characterized by sources of induced activity in the thalamus and parahypocampus. **Conclusions.** The frontal lobe is involved in assessing the semantic meaning of the stimulus. The thalamus, through its thalamocortical and cortical thalamic connections, affects the cerebral cortex and the cortex affects it. The positive influence of sports activities on the processes of perception and processing of significant information in the cerebral cortex has been established.

Key words: football players, athletes, evoked potentials, cortex, visual localization of sources.

Вступ. Дослідження локалізації джерел викликаної активності є важливим завданням вивчення мозкових механізмів психічної діяльності, в активності яких відображено різні етапи виконання людиною поставленого завдання. Використовують різні методи топографічного картування, а саме метод локалізації еквівалентних точкових диполів і максимумів тривимірної щільності розподілу еквівалентних струмів у корі головного мозку. Згідно із сучасними уявленнями, потенціали, що реєструються зі скальпа, являють собою суперпозицію полів від різних мозкових джерел, що значною мірою ускладнює їх локалізацію традиційними методами. Відносно нещодавно розроблено метод незалежних компонент (Independent components analysis, ICA) [2; 8]. На сьогодні не існує достатньої кількості наукових даних викликаної активності кори в спортсменів різної спрямованості під час класифікації стимулів, що пов'язані з локалізацією та формою об'єкта. Потрібно зауважити, що в основу вдосконалення майстерності спортсменів покладено здатність швидко приймати рішення в ігрових ситуаціях чи спортивних змаганнях [5; 11]. Спортсмени ігрових видів спорту повинні володіти вмінням концентрувати свою увагу й швидко реагувати на зміну ігрових ситуацій і приймати рішення, а легкоатлети мусять чітко реагувати на «Старт» як пускову реакцію для виконання поставленого завдання. Тому застосування методів дослідження електричної активності кори головного мозку є досить актуальними в галузі спортивної фізіології.

Мета дослідження – вивчення просторової локалізації джерел викликаної активності кори головного мозку в спортсменів – футболістів та легкоатлетів.

Матеріали й методи дослідження. Роботу виконано на базі лабораторії вікової нейрофізіології кафедри фізіології людини і тварин факультету біології та лісового господарства Волинського національного університету імені Лесі Українки. У дослідженні взяли участь 45 осіб чоловічої статі віком 17–25 років. Згідно зі спортивною спеціалізацією досліджуваних поділено на дві групи: I – футболісти (15 осіб); II – легкоатлети (спринтери (15 осіб)). Вони мали спортивну кваліфікацію майстра спорту (МС) та спортивні розряди (від I дорослого розряду до кандидата в майстри спорту – КМС). Контрольну групу (III) становило 15 осіб, які спортом не займалися. Дослідження спортсменів проводили протягом підготовчого періоду. На момент обстеження всі респонденти були здоровими, за даними соматичного здоров'я, та праворукими. Дослідження проводили вранці з 9.00 до 12.00 год й одне обстеження становило не більше ніж 30–40 хв. Для дослідження електричної активності кори головного мозку використовували електроенцефалографічний комплекс «НейроКом», розроблений НАУР «ХАІ-МЕДІКА». Перед дослідженням обстежуваному накладали чашечкові електроди на скальпі голови за міжнародною системою 10/20. Для вивчення особливостей викликаних потенціалів та виділення відповідей на ендogenous події ми застосовували методику когнітивних ВП, або P300. Стимульний матеріал для обстежуваного розроблено у вигляді двох серій. На екран монітора подано дві серії стимулів (значимі й незначимі). Перша серія – «Що» – складалася зі 100 стимулів (50 значимих/50 незначимих). Досліджувані повинні були реагувати на появу зеленого м'яча. Друга серія – «Де» – це 100 стимулів. Обстежувані повинні були реагувати на зелений м'яч лише в тому випадку, якщо він розмістився в лівому верхньому куті екрана монітора.

Стимули подавали у випадковому порядку. Час їх появи тривав 840 с, передстимульний інтервал – 300 мс, міжстимульний період – 2–3 с. Під час подачі стимулів досліджувані перебували на відстані 1 м від екрана в сидячому положенні. Для мінімізації м'язових артефактів респонденту давали інструкцію (розслабитись і не рухатися). Задля зменшення руху очей, а також придушення потужності альфа-ритму досліджуваного просили фіксувати погляд у центрі монітора екрана, де горів червоний світлодіод.

Для аналізу викликаних потенціалів урахували компоненти P2, P3, N2, N3, P2–N2, P3–N3 викликаних потенціалів кори головного мозку. Ефективність виконання завдання під час реєстрації ВП – 99 %, кількість помилок, які допускалися, – одна. Записи ВП, які містили багато помилкових відповідей, не враховували.

За даними багатоканальної реєстрації біопотенціалів мозку розраховували тривимірне положення, потужність і вектор диполів, що створюють на скальпі людини розподіл потенціалів, які найкраще збігаються з експериментальними. Для локалізації джерел та представлення отриманих результатів застосовували декартову систему координат – X, Y, Z, наближену до тих основних точок, які використовуються під час розміщення електродів за міжнародною системою «10–20 %». Вісь X – по лінії ініон-назіон; вісь Y – паралельно до лінії, яка сполучає слухові проходи; вісь Z – від основи до вертексу. Локалізацію джерела викликаної активності здійснювали в програмі «НейроКом» із застосуванням алгоритму багатодипольної локалізації джерел електричної активності [2; 4; 8].

Просторові координати джерел викликаної активності кори головного мозку визначали за допомогою програми «Talairach Client», а трьохвимірне зображення – програми «Brain Voyager».

Статистичну обробку даних здійснювали, застосовуючи статистичний пакет MedStat; розрахунок обсягу вибірки виконували за допомогою модуля «Планування експерименту» в цьому ж пакеті [7]. Залежно від розподілу даних, що піддаються нормальному чи відмінному від нормального розподілу значень, використовували описову статистику, критерій Стюдента, критерій Вілкоксона.

Результати дослідження. Провівши аналіз отриманих результатів у футболістів і легкоатлетів, ми отримали такі координати локалізації джерел викликаної активності (табл. 1–2). Під час реагування на значимий стимул як об'єкт (серія «Що») виявлено по три джерела викликаної активності у футболістів, легкоатлетів та в групі неспортсменів. Під час серії стимулів «Де» виявлено також по три джерела викликаної активності кори головного мозку в досліджуваних (табл. 1–2).

Таблиця 1

Просторові координати джерела викликаної активності у футболістів і легкоатлетів під час серії стимулів «Що»

№ диполя	Група обстежуваних	Talairach		
		X	Y	Z
1	Футболісти	35 ± 1,5 (10; 67)	-49 ± 2,5 (-94; -10)	38 ± 1,8 (10; 75)
	Легкоатлети	20 ± 1,5 (7; 37)	63 ± 1,6 (27; 67)	-3 ± 1,0 (-21; 1)
	Неспортсмени	-4 ± 2,6 (-9; -1)	-34 ± 13,2 (-67; -13)	7 ± 6,6 (0; 28)
2	Футболісти	-34 ± 1,4 (-58; -10)	35 ± 1,4 (10; 55)	37 ± 1,6 (10; 67)
	Легкоатлети	-35 ± 1,9 (-57; -10)	38 ± 1,6 (17; 61)	39 ± 1,9 (12; 63)
	Неспортсмени	-33 ± 7 (-44; -22)	-39 ± 14,6 (-58; -15)	33 ± 17,3 (10; 55)
3	Футболісти	-37 ± 2,0 (-68; -4)	-54 ± 2,8 (-99; -12)	1 ± 0,4 (-9; 9)
	Легкоатлети	38 ± 1,5 (10; 68)	-61 ± 2,5 (-99; -10)	-6 ± 0,6 (-28; 6)
	Неспортсмени	32 ± 11 (17; 59)	-37 ± 19,1 (-93; -14)	-16 ± 6,3 (-34; -10)

Примітка. Показано середні значення координат (мінімальні, максимальні).

Таблиця 2

Просторові координати джерела викликаної активності у футболістів і легкоатлетів під час серії стимулів «Де»

№ диполя	Групи обстежуваних	Talairach		
		X	Y	Z
1	Футболісти	2 ± 1,1 (-9; 23)	-52 ± 4,9 (-99; -10)	39 ± 4,3 (2; 76)
	Легкоатлети	3 ± 1,1 (-9; 16)	-60 ± 3,6 (-87; -13)	39 ± 3,4 (10; 59)
	Неспортсмени	-25 ± 5,4 (-37; -18)	-32 ± 12,5 (-66; -11)	0 ± 3,6 (-5; 8)
2	Футболісти	-38 ± 1,8 (-60; -10)	37 ± 1,6 (11; 62)	36 ± 1,8 (11; 58)
	Легкоатлети	-35 ± 1,8 (-62; -11)	-44 ± 3,0 (-98; -10)	33 ± 2,3 (10; 76)
	Неспортсмени	-6 ± 3,1 (-11; -2)	-10 ± 6 (-21; -1)	6 ± 4,6 (0; 14)
3	Футболісти	-36 ± 2,3 (-65; -11)	44 ± 2,7 (10; 98)	-1 ± 0,5 (-9; 9)
	Легкоатлети	36 ± 1,7 (10; 68)	-51 ± 2,8 (-99; -10)	2 ± 0,4 (-11; 18)
	Неспортсмени	-7 ± 4,1 (-15; -1)	-38 ± 11,8 (-56; -20)	5 ± 4,9 (-3; 15)

Примітка. Показано середні значення координат (мінімальні, максимальні).

Аналіз локалізації джерел викликаної активності кори головного мозку виявив, що більшість із виявлених джерел локалізовані в передньоасоціативних, скроневих, тім'яних ділянках кори головного мозку та в таламусі й парагіпокампульній звивині. Дослідження локалізації фіксованих диполів у спортсменів дало підставу встановити, що аналіз джерел пізніх компонентів ВП показує участь різноманітних структур мозку (скроневих, тім'яних, лобових часток) у розпізнаванні, диференціюванні та утриманні в пам'яті значимих стимулів.

У футболістів відзначено джерела активності під час серії «Що» в лівій півкулі кори головного мозку в надкрайовій звивині (рис. 1). Під час серії «Де» – у тім'яній частці (верхня тім'яна часточка), функціональне значення яких полягає в здійсненні всіх цілеспрямованих рухів, до яких належать і професійні, і спортивні (рис. 1).

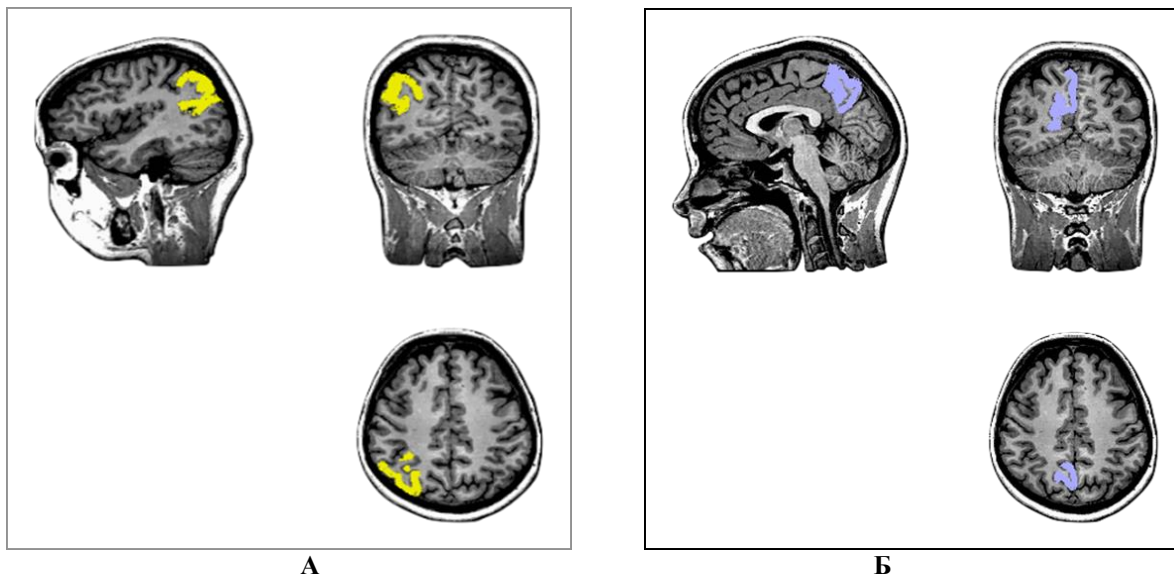


Рис. 1. Просторова локалізація джерел викликаної активності у футболістів під час серії стимулів «Що» (А) та під час серії стимулів «Де» (Б)

Також у цій групі спортсменів виявлено джерело активності в полі за Бродманом 40, кора якого організовує багатоланкову функціональну систему й бере участь в обробці сенсорно-специфічного сигналу.

У легкоатлетів серія «Що» характеризувалася локалізацією джерел активності у правій півкулі в передньолобовій зоні кори головного мозку, зокрема у верхній скроневій звивині; під час серії «Де» – у правій тім'яній частці та передкліні (рис. 2).

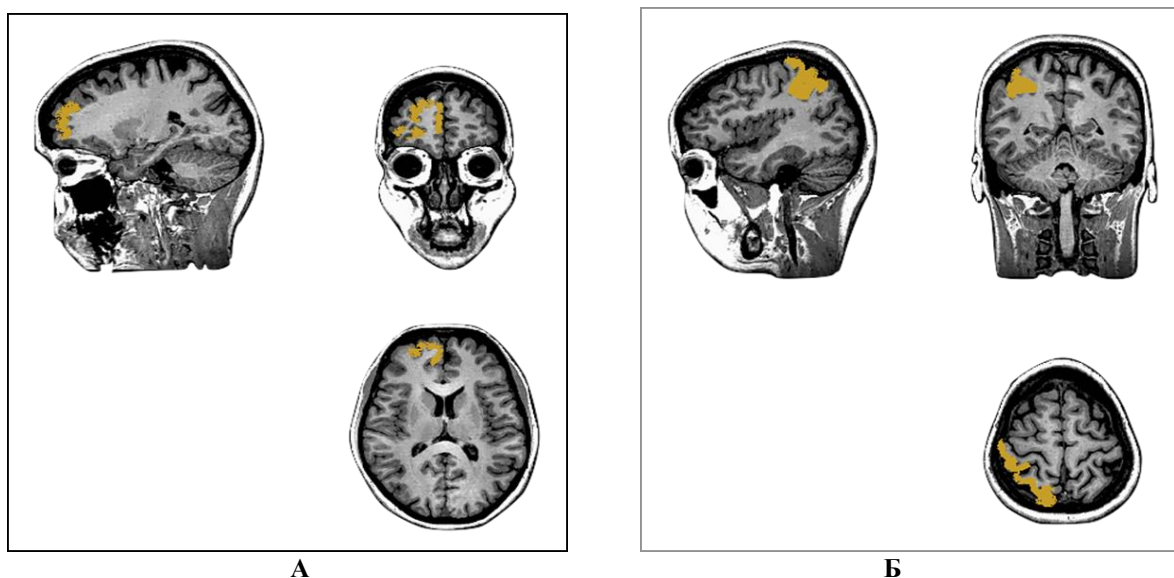


Рис. 2. Просторова локалізація джерел викликаної активності в легкоатлетів під час серії стимулів «Що» (А) та під час серії стимулів «Де» (Б)

У неспортсменів зареєстровано джерела викликаної активності в таламусі (серія «Що») та в лівій півкулі в сірій речовині парагіпокампальної звивини (серія «Де») (рис. 3).

Джерела викликаної активності в таламусі беруть участь у генерації викликаних потенціалів (зокрема компонента Р300).

За даними наукових джерел [3; 6; 9; 10], відзначають саме лобові ділянки, оскільки їх роль полягає в процесі обробки зорових стимулів, пов'язаних з уключенням механізмів високого рівня інтеграції.

Також ця ділянка бере участь в оцінці смислового значення стимулу. Таламус через свої таламокортикальні та кортикальноталамічні зв'язки впливає на кору півкуль великого мозку, а кора – на нього.

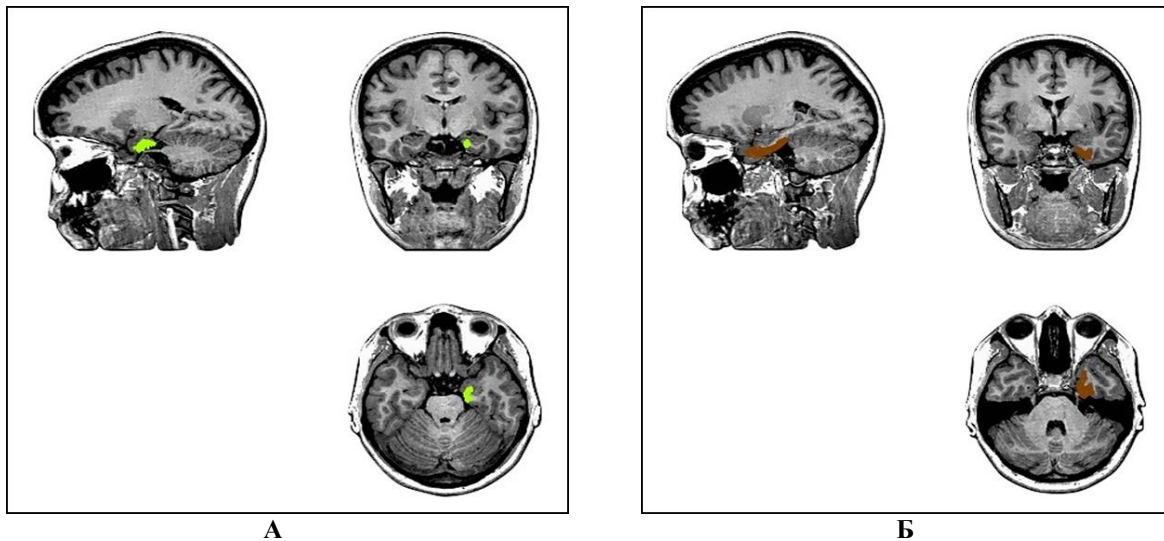


Рис. 3. Просторова локалізація джерел викликаної активності в неспортсменів під час серії стимулів «Що» (А) та під час серії стимулів «Де» (Б)

Також у футболістів відзначено джерела активності в надкрайовій звивині, функціональне значення яких полягає в здійсненні всіх цілеспрямованих рухів, до яких належать професійні та спортивні рухи. Також у цій групі спортсменів виявлено джерело викликаної активності, локалізоване в полі за Бродманом 40, яке за структурними особливостями цього поля аналогічне асоціативним полям лобових часток та є матеріальним субстратом найскладніших форм людського сприйняття й пізнання. Фронтальна кора, як відомо, організовує багатоланкову функціональну систему та бере участь в обробці сенсорно-специфічного сигналу. Потрібно відзначити саме ліву лобову ділянку, оскільки її роль полягає в процесі обробки зорових стимулів, пов'язаної з уключенням механізмів високого рівня інтеграції. Також ця ділянка бере участь в оцінці смислового значення стимулу.

У групі футболістів і спринтерів виявлено джерело активності в мозочку. Мозочок, частина моторної системи, що відповідає за координацію рухів, моторне навчання (відіграє важливу роль в адаптації й налаштуванні моторних програм, щоб зробити рух точним через процес проб та помилок), пізнавальні (когнітивні) процеси, підтримка рівноваги й постави та ін.

У спортсменів обох груп виявлено диполі в полі 8, 9, 40 за Бродманом, які прямо стосуються формування задуму й організації самого руху, що є важливим у спортивній діяльності. Зокрема, лобова асоціативна ділянка (поля 8, 9), беручи участь у реалізації психічних процесів, водночас є місцем організації цілеспрямованої діяльності, у тому числі за рахунок прийняття рішення й формування програми дії.

Отримані результати показують потенційні можливості для методу картування та трьохмірної локалізації ендогенних ВП для просторово-часового аналізу складних когнітивних процесів у спортсменів різної спортивної спеціалізації.

Дискусія. Сьогодні в наукових джерелах трапляється інформація, що в спортсменів високої кваліфікації, залежно від характеру діяльності, виявлено низку особливостей латентного періоду та амплітуди [3; 8; 9]. Нині вже досліджено особливості зорових, слухових і когнітивних викликаних потенціалів кори головного мозку в спортсменів [6], охарактеризовано особливості викликаних потенціалів кори головного мозку в початківців і більш кваліфікованих спортсменів. Зокрема, встановлено, що на другому році тренувань амплітуда достовірно збільшувалася, а латентність знижувалася [2; 4]. Запропоновано психофізіологічні методи діагностики стану та підвищення результативності в спорті [6; 12]. Науковці у своїх працях наголошують на тому, що успішність спортсмена залежить не лише від його фізичних якостей, а й від когнітивних здібностей [1; 8].

Отже, саме спрямованість тренувального процесу є головним чинником, який визначає організацію функції нейрофізіологічних процесів і принцип переважаючого структурного забезпечення систем, що домінують у процесі адаптації [9; 13]. На сьогодні в окремих роботах [3; 6; 14] висвітлено результати вивчення нейрофізіологічних особливостей осіб, які займаються фізичними вправами

різного характеру. Проте практично відсутні наукові дослідження стосовно властивостей викликаних потенціалів у спортсменів-футболістів і легкоатлетів, тому й постала потреба їх вивчення. Саме дослідження особливостей нейрофізіологічних процесів у спортсменів має важливе значення для спортивного відбору і є основним підґрунтям управління системою підготовки спортсменів до змагального періоду.

Отримані результати просторової локалізації джерел викликаної активності у футболістів та легкоатлетів узгоджуються з уже відомими на сьогодні даними, які отримані за допомогою методик виявлення локалізації дипольних джерел, а також позитронно-емісійної томографії, імовірні джерела генерації середніх компонентів ВП містяться у вентральних і латеральних відділах кори скроневої й тім'яної часток кори головного мозку [13]. Це вказує на стріарне [4] й екстрастріарне [12] походження зазначених компонентів.

Зафіксовані джерела викликаної активності в лобових відділах кори головного мозку, очевидно, беруть участь у формуванні пізніх компонент ВП. Доведено, що пізні компоненти мають відносно низьку індивідуальну варіабельність і характеризуються досить високою відтворюваністю в різних експериментальних завданнях [14]. Особливо важливо, що в мозку людини показано збіг оцінок локалізації джерел викликаної активності й середніх та пізніх компонент ВП.

У наших дослідженнях результати [6; 8; 12; 14] узгоджуються з тим, що спостерігаємо активацію мозкових ділянок у фронтальних відділах кори під час виконання завдання, де потрібно реагувати на значимий стимул і приймати рішення щодо поставленого завдання. Збільшення активаційних процесів у задньоскроневих ділянках та потиличних, під час реагування стимулів як об'єкта в спринтерів, ми пояснюємо утворенням тимчасового зв'язку в корі головного мозку між зазначеними відділами кори.

Отже, метод покрової локалізації струмових диполів хвиль ВП описує динамічну топографію зміщення зони активації всередині кори мозку, яка визначає розподіл потенціалу по корі та його зміну в часі. У сукупності з методами картування цей метод дає змогу отримати цінну інформацію про роботу мозку, розподіл його функцій у часі й просторі.

Висновки та перспективи подальших досліджень. У процесі дослідження встановлено, що в обох групах спортсменів виявлено джерела викликаної активності в передньоасоціативних відділах кори головного мозку. У футболістів активні тім'яні ділянки кори під час сприйняття та обробки значимого об'єкта, у легкоатлетів активні – передньолобові та скроневі. Неспортсмени характеризувалися джерелами викликаної активності в таламусі й парагіпокампі. Отже, встановлено позитивний вплив спортивної діяльності на процеси сприйняття та обробки значимої інформації в корі головного мозку.

Джерела та література

1. Алиева Т. А., Ейсмонт Е. В., & Павленко В. Б. Онтогенетические изменения вызванной ЭЭГ-активности у детей и подростков 6–16 лет. *Нейрофизиология*. 2012. № 44 (6). С. 546–554.
2. Ганин И. П., Шишкин С. Л., & Кочетова А. Г. Интерфейс мозг-компьютер «на волне P300»: исследование эффекта номера стимулов в последовательности их предъявления. *Физиология человека*. 2012. № 38 (2). С. 5–13.
3. Ковалева О. А., Квитчастый А. В., Бочавер К. А., & Касаткин В. Н. Психофизиологические методы диагностики состояния и повышения результативности в спорте. *Инновационные технологии в подготовке спортсменов*. 2013. С. 46–48.
4. Коробейніков Г., Коробейнікова Л., Вольський Д., & Го Ш. Функціональна асиметрія мозку і когнітивні стратегії у спортивних єдиноборствах. *Теорія і методика фізичного виховання і спорту*. 2018. № 2. С. 73–77.
5. Коробейніков Г. В., Коробейнікова Л. Г., Коробейнікова І. Г., Воронцов О. В., & Кириченко В. М. Особливості варіабельності ритму серця у борців високої кваліфікації із різним домінуванням півкуль мозку. *Український журнал медицини, біології та спорту*. 2020. № 5, 2 (24). С. 229–234.
6. Лизогуб В. С., Пустовалов В., Супрунович В., & Гречуха С. Сучасні підходи до реалізації відбору футболістів високої кваліфікації за показниками нейродинамічних властивостей вищих відділів центральної нервової системи. *Слобожанський науково-спортивний вісник*. 2017. № 2. С. 47–52.
7. Лях Ю. Е., Гурьянов В. Г., Хоменко В. Е., & Панченко О. А. Основы компьютерной биостатистики: анализ информации в биологии, медицине и фармации статистическим пакетом MedStat. Донецк, 2006. 211 с.
8. Мітова О., & Івченко О. Контроль впливу навантаження різної спрямованості на показники параметрів уваги у баскетболістів на етапі попередньої базової підготовки. *Молода спортивна наука України*. 2015. № 1. С. 139–144.
9. Романюк А. П. Аналіз латентності P300 у спортсменів ігрових видів спорту та легкоатлетів. *Науковий вісник СНУ імені Лесі Українки. Серія «Біологічні науки»*. Луцьк, 2015. № 2 (302). С. 199–203.
10. Романюк В., Романюк А., & Овчарук Н. Церебральна та периферична гемодинаміка у спортсменів різних видів спорту. *Фізична культура, спорт і здоров'я людини*. Волинський національний університет імені Лесі Українки, 2021. С. 105–106.

11. Сироватко З. В., Єфременко В. М. Вплив спортивних ігор на підвищення рухової активності у студентів закладів вищої освіти. *Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова*. 2021. Вип. 3К (131). С. 370–373.
12. Шевчук Т. Я., Поручинська Т. Ф., Поручинський А. І., & Романиук А. П. Амплітуда та латентність викликаних потенціалів кори головного мозку у спортсменів ігровиків та легкоатлетів. *Вісник Львівського університету. Серія «Біологічні науки»*. Львів, 2015. № 70. С. 278–286.
13. Adrian K. C. Lee, Eric Larson, Ross K. Maddox, Barbara G. & Shinn-Cunningham. Using neuroimaging to understand the cortical mechanisms of auditory selective attention. *Hearing Research*. 2013. С. 1–10. URL: <http://dx.doi.org/10.1016/j.hears.2013.06.010> (дата звернення: 08.09.2019).
14. Daniel C. Herman, Debi Jones, & Ashley Harrison. Conclusion may increase the risk of subsequent lower extremity musculoskeletal injury collegiate athletes. *Sports Medicine*. 2017. № 47 (5). С. 1003–1010.

References

1. Alieva, T. A., Eysmont, E. V., & Pavlenko, V. B. (2012). Ontogeneticheskie izmeneniya vyzvannoy EEG-aktivnosti u detey i podrostkov 6-16 let [Ontogenetic Changes in EEG Activity in Children and Adolescents 6-16 Years of Age]. *Neurofiziologiya*, 44 (6), 546–554.
2. Hanin, I. P., Shishkin, S. L., & Kochetova, A. G. (2012). Interfeys mozg-kompyuter `na volne R300`: issledovanie efekta nomera stimulov v posledovatelnosti ih pred'yavleniya [P300 Brain-Computer Interface: Study of the Effect of the Stimuli Number in the Sequence of their Presentation.]. *Fiziologiya cheloveka*, 38 (2), 5–13.
3. Kovaleva, O. A., Kvitchastyi, A. V., Bochaver, K. A., & Kasatkin, V. N. (2013). Psihofiziologicheskie metody diagnostiki sostoyaniya i povysheniya rezul'tativnosti v sporte [Psychophysiological Methods of Diagnosing the Sports Status and Improving Performance]. *Innovatsionnye tehnologii v podgotovke sportsmenov*, 46–48.
4. Korobeinikov, H., Korobeinikova, L., Volskyi, D., & Ho, Sh. (2018). Funktsionalna asimetriia mozku i kohnityvni stratehii u sportyvnykh yedynoborstvakh [Functional Asymmetry of the Brain and Cognitive Strategies in Martial Arts]. *Teoriia i metodyka fizychnoho vykhovannia i sportu*, (2), 73–77.
5. Korobeinikov, H. V., Korobeinikova, L. H., Korobeinikova, I. H., Vorontsov, O. V., & Kyrychenko, V. M. (2020). Osoblyvosti varabelnosti rytmu sertsia u bortsiv vysokoi kvalifikatsii iz riznym dominuvanniam pivkul mozku [Features of Heart Rate Variability in Highly Skilled Wrestlers with Different Dominance of the Cerebral Hemispheres]. *Ukrainskyi zhurnal medytsyny, biolohii ta sportu*, 5, 2 (24), 229–234.
6. Lyzohub, V. S., Pustovalov, V., Suprunovych, V., & Hrechukha, S. (2017). Suchasni pidkhody do realizatsii vidboru futbolistiv vysokoi kvalifikatsii za pokaznykamy neirodynamichnykh vlastyvostei vyshchykh viddiliv tsentralnoi nervovoi systemy [Modern Approaches to the Implementation of the Selection of Highly Qualified Football Players on the Indicators of Neurodynamic Properties of the Higher Central Nervous System]. *Slobzhanskyi naukovy-sportyvnyi visnyk*, 2, 47–52.
7. Liah, Yu. E., Hurianov, V. G., Homenko, V. E., & Panchenko, O. A. (2006). Osnovy kompyuternoy biostatistiki: analiz informatsii v biologii, meditsyni i farmatsii statisticheskim paketom MedStat [Fundamentals of Computer Biostatistics: Analysis of Information in Biology, Medicine and Pharmacy by the MedStat]. Donetsk, 211.
8. Mitova, O., & Ivchenko, O. (2015). Kontrol vplyvu navantazhennia riznoi spriamovanosti na pokaznyky parametriv uvahy u basketbolistiv na etapi poperednoi bazovoi pidhotovky [Control of the Influence of Different Loads on the Indicators of Basketball Players` Attention Parameters at the Stage of Preliminary Basic Training]. *Moloda sportyvna nauka Ukrainy*, 139–144.
9. Romaniuk, A. P. (2015). Analiz latentnosti R300 u sportsmeniv ihrovykh vydiv sportu ta lehkoatletiv [P300 Latency Analysis in Players and Athletes]. *Naukovyi visnyk SNU imeni Lesi Ukrainky. Seriia `Biolohichni nauky`*. Lutsk, 2 (302), 199–203.
10. Romaniuk, V., Romaniuk, A., & Ovcharuk, N. (2021). Tserebralna ta peryferychna hemodynamika u sportsmeniv riznykh vydiv sportu [Cerebral and Peripheral Hemodynamics in Athletes of Different Sports.]. *Fizychna kultura, sport i zdorovia liudyny*. VNU imeni Lesi Ukrainky, 105–106.
11. Syrovatko, Z. V., & Yefremenko, V. M. (2021). Vplyv sportyvnykh ihor na pidvyshchennia rukhovoi aktyvnosti u studentiv zakladiv vyshchoi osvity [The Influence of Sports Games on the Students` Motor Activity Increase of Higher Education Institutions]. *Naukovyi chasopys NPU imeni M. P. Dragomanova*, 3K (131), 370–373.
12. Shevchuk, T. Ya., Poruchynska, T. F., Poruchynskyi, A. I., & Romaniuk, A. P. (2015). Amplituda ta latentnist vyklykanykh potentsialiv kory holovnoho mozku u sportsmeniv ihrovykiv ta lehkoatletiv [Amplitude and Latency of Evoked Potentials of the Cerebral Cortex in Athletes and Players]. *Visnyk Lvivskoho universytetu. Seriia `Biolohichni nauky`*. Lviv, 70, 278–286.
13. Adrian, K. C. Lee, Eric Larson, Ross, K. Maddox, Barbara G. & Shinn-Cunningham. (2013). Using Neuroimaging to Understand the Cortical Mechanisms of Auditory Selective Attention. *Hearing Research*, 1–10. <http://dx.doi.org/10.1016/j.hears.2013.06.010>.
14. Daniel, C. Herman, Debi, Jones, & Ashley, Harrison. (2017). Conclusion may increase the risk of subsequent lower extremity musculoskeletal injury collegiate athletes. *Sports Medicine*, 47 (5), 1003–1010.

Стаття надійшла до редакції 02.05.2022 р.