

**А. Г. Моренко** – кандидат біологічних наук, доцент кафедри фізіології людини і тварин Волинського національного університету імені Лесі Українки;  
**О. А. Іванюк** – аспірант кафедри фізіології людини і тварин Волинського національного університету імені Лесі Українки

## Електрична активність кори головного мозку в спортсменів під час вербальної діяльності

*Роботу виконано на кафедрі фізіології людини і тварин ВНУ ім. Лесі Українки*

Досліджено особливості просторової синхронізації біопотенціалів кори головного мозку в тета-діапазоні ЕЕГ спортсменів, які з раннього віку займалися ациклічними видами спорту, в таких експериментальних ситуаціях: у стані функціонального спокою (фон) із заплющеними очима та під час виконання вербальних завдань (на увагу й мислення). Вербальна діяльність на фоні загальної синхронізації тета-ритму супроводжувалася зростанням когерентності в задньолобній і тім'яній частках правої півкулі із центрально-лівою часткою кори головного мозку під час виконання тесту "Мислення" порівняно із виконанням тесту "Увага".

**Ключові слова:** когерентний аналіз, вербальна діяльність, увага, мислення, тета-ритм, просторова синхронізація.

**Моренко А. Г., Іванюк О. А. Электрическая активность коры головного мозга у спортсменов при вербальной деятельности.** Исследовали особенности пространственной синхронизации биопотенциалов коры головного мозга в тета-диапазоне ЭЭГ спортсменов, которые с раннего возраста занимаются ациклическими видами спорта в таких експериментальних ситуаціях: в состоянии функционального покоя (фон) с закрытыми глазами и при выполнении вербальных заданий (на внимание и мышление). Вербальная деятельность, на фоне общей синхронизации тета-ритма сопровождалась ростом когерентности в задне-лобной и теменной частицах правого полушария с центрально-левой частицей коры головного мозга во время выполнения теста "Мышления" в сравнении с выполнением теста "Внимание".

**Ключевые слова:** когерентный анализ, вербальная деятельность, внимание, мышление, тета-ритм, пространственная синхронизация.

**Morenko A. G., Ivanuk O. A. Electric activity of a cerebral cortex at sportsmen during the verbal activity.** The features of spatial synchronization of biopotentials of cortex were studied in a theta-range of EEG of sportsmen which from early age are engaged in the acyclic types of sport in such experimental situations: in the state of functional rest (background) with the closed eyes and at implementation of verbal tasks (on attention and thinking). Verbal activity, on a background general synchronization of theta-range accompanied growth of coherentness in to back-frontal and to parietal particles of right hemisphere from centrally left by the particle of cortex during implementation of test "Thinking" by comparison to implementation of test "Attention".

**Key words:** coherent analysis, verbal activity, attention, thinking, theta-range, spatial synchronization.

**Постановка проблеми. Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Велике значення у відборі дітей для занять у спортивних секціях, а також у застосуванні певних видів рухової дії на оздоровчих заняттях із різними групами населення має аналіз електричної активності мозку, тому що характеристики електроенцефалограми (ЕЕГ) є важливими показниками розумової діяльності, загальних і спеціальних здібностей [6; 7]. Від здібностей залежать можливості реалізації та ступінь успішності спортивної діяльності. Відомо, що будь-які здібності розвиваються в процесі їх реалізації. Ми припускаємо, що під час тренувальних занять, а особливо змагань, розвиваються вербальні здібності, оскільки під час спортивної діяльності активно залучаються процеси уваги й мислення спортсмена [1]. Під впливом тривалих фізичних тренувань специфічні особливості конкретного виду спорту можуть більше проявлятися в одних показниках і менше – в інших [2–5]. Аналіз літературних даних указує на певну розбіжність та недосконалість сучасних уявлень щодо цієї проблеми. У зв'язку з цим, ми вважаємо актуальним дослідження електричної активності кори головного мозку у спортсменів різних видів спорту.

**Метою нашого дослідження** є визначення впливу ранньої спортивної спеціалізації на електричну активність кори головного мозку, її особливості в умовах вербальної діяльності в спортсменів ациклічних видів спорту.

**Організація та методи дослідження.** У наших дослідженнях взяли участь 34 здорових (медична картка 086/у) праворуких спортсменів 17–22 років, які з раннього шкільного віку (6–10 років) займаються спортом з ациклічною структурою рухів (боротьба, теніс, баскетбол, волейбол і т. д.), і досягли достатньо високого рівня спортивної кваліфікації (майстри та кандидати в майстри спорту).

Визначення ведучої руки проводили за допомогою комплексу тестів (опитування, динамометрія, аплодування, тест із влученням указкою у мішень, поза Наполеона, переплетіння пальців рук). На основі отриманих даних вираховувався коефіцієнт праворукості (Кпр). Піддослідні вважалися праворукими при Кпр більше 50 %.

Електричну активність кори головного мозку досліджували за допомогою апаратно-програмного комплексу “НейроКом” (Харків). Під час запису ЕЕГ активні електроди розміщувалися за міжнародною системою 10/20. У всіх тестових ситуаціях реєструвалися шістдесятисекундні інтервали ЕЕГ з подальшим Фур’є-перетворенням. Епоха аналізу складала 500 мс з 50 % перекриттям. Частота дискретизації аналогового сигналу складала 2 мс. Для режекції ЕЕГ-артефактів використовувалася процедура ІСА-аналізу. Під час експерименту досліджувані перебували у звуко- і світлонепроникній камері, у зручній позі (напівлежачи).

Електричну активність реєстрували в таких тестових ситуаціях: у стані функціонального спокою (фон) із заплющеними очима та під час виконання вербальних завдань: “Увага” та “Мислення”.

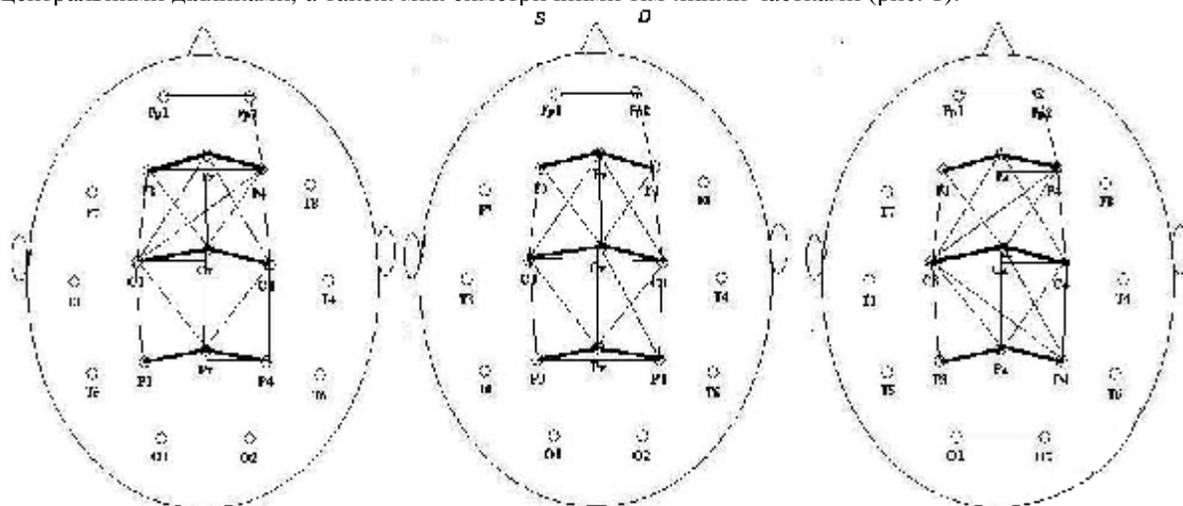
Для визначення здатності розподілу й переключення уваги використовували “чорно-червоні таблиці”, що є модифікацією методики Шульте “відшукування чисел з переключенням”. Досліджуваному ставили завдання по чергово знаходити (поглядом) числа червоного кольору в порядку зростання від (1 до 24) і числа чорного кольору (від 25 до 1) – у порядку зменшення. Завдання тесту “Мислення” передбачало відтворення слів із 6–8 букв, де вони були пропущені через одну. Таблиці й слова експонували на відстані 1,5 м за допомогою монітора (19).

Просторову організацію електричної активності кори великих півкуль головного мозку визначали за допомогою методу когерентного аналізу. Така методика показує фазові співвідношення, синхронність або асинхронність біопотенціалів між частками кори головного мозку. Показники когерентності варіюють у межах від 0 до +1. Значення когерентності, що наближаються до 0, свідчать про неузгодженість діяльності структур головного мозку, що досліджуються. І навпаки, якщо когерентність ближча до +1, то це вказує на синхронну взаємодію часток кори головного мозку. У частотному спектрі ЕЕГ досліджували тета-діапазон, визначали значимі (0,51–0,70) й високі ( $0,71 \geq 1$ ) показники когерентності, а також їх частку (%) серед усіх можливих.

Отримані дані обробляли методами варіаційної статистики з використанням параметричних критеріїв (t-Стюдента), порівнюючи середні величини. Під час статистичного аналізу даних використовували стандартні пакети програм Microsoft Excel та Statistica 6.0.

**Результати досліджень та їх обговорення.** Аналіз результатів наших досліджень указує на характерні особливості реалізації просторових відношень біопотенціалів у корі великих півкуль головного мозку під час виконання вербальних завдань у осіб із ранньою спортивною спеціалізацією.

*Електроенцефалограма функціонального спокою із заплющеними очима (ФЗО) у спортсменів ациклічних видів спорту характеризується значною кількістю між- та внутрішньопівкульових значимих (10,5 %) і високих когерентних зв’язків (3,5 %, з усіх можливих). Просторовий розподіл когерентності характеризується синхронною активністю часток кори головного мозку між лобними та центральними ділянками, а також між симетричними тім’яними частками (рис. 1).*



**Рис. 1.** Карта-схема просторового розподілу тета-діапазону ЕЕГ у спокої та під час розв’язання вербальних завдань

*Примітка:* — значні когерентні зв’язки (0,51–0,7); — високі когерентні зв’язки ( $\geq 0,71$ ); F, T, C, P, O – відповідно лобні, скроневі, центральні, тім’яні, і потиличні частки; S – ліва півкуля; D – права півкуля.

Під час порівняння виконання вербальних тестів “Увага” та “Мислення” із ФЗО спостерігається незначне зростання значимих (11,1 % тесту “Увага” і 12,3 % тесту “Мислення”) та однакова кількість високих (3,5 %) когерентних зв’язків з усіх можливих (рис. 1).

Установлено зростання між- і внутрішньопівкулевих зв’язків у центральних, тім’яних та симетричних потиличних ділянках кори головного мозку. Так, достовірно зростають ( $p \leq 0,05$ ) до рівня значимих внутрішньопівкулеві зв’язки між тім’яною й центрально-сагітальною ділянками правої півкулі ( $0,55 \pm 0,02$  тесту “Увага”, та  $0,59 \pm 0,06$  тесту “Мислення”) і міжпівкулеві між центрально-лівою та тім’яною правою ділянками великих півкуль кори головного мозку тесту “Мислення” ( $0,52 \pm 0,02$ ,  $p \leq 0,05$ ). А також відзначено тенденцію зростання до рівня значимих міжпівкулевих когерентних зв’язків між симетричними потиличними ділянками кори головного мозку ( $0,51 \pm 0,05$  тесту “Увага” і  $0,52 \pm 0,04$  тесту “Мислення”).

Проведені раніше дослідження показують, що зміни біопотенціалів тета-діапазону зв’язані з увагою та пам’яттю. Відповідно до літературних даних, збільшення середньої амплітуди тета-діапазону в центральних ділянках у здорових досліджуваних відзначається в умовах концентрації уваги [8], а тім’яні ділянки мають безпосередній стосунок до виконання розумових завдань: права тім’яна бере участь в інтеграції просторового взаємовідношення компонентів цілого, а ліва тім’яна – у запам’ятовуванні просторового відношення елементів [9]. На нашу думку, тісна взаємодія центральних із тім’яними ділянками забезпечує оптимальний рівень сприйняття й розв’язку вербальних завдань.

Під час виконання тесту “Мислення” виявлено посилення синхронізації тета-ритму в центральних і тім’яних ділянках порівняно з виконанням тесту “Увага” (рис. 1). Зазначимо, що внутрішньопівкулевих когерентних зв’язків було виявлено більше в правій півкулі кори головного мозку (19,2 % тесту “Увага” та 22,2 % тесту “Мислення”), ніж у лівій (відповідно, 16,6 % і 18,9 %). Під час виконання тесту “Мислення” достовірно зростають ( $p \leq 0,05$ ) до рівня значимих міжпівкулеві когерентні зв’язки між задньолобною правою й центрально-лівою ділянками ( $0,61 \pm 0,08$ ) та між центрально-лівою й тім’яною правою ділянками великих півкуль кори головного мозку ( $0,52 \pm 0,02$ ) порівняно із виконанням тесту “Увага”.

Більш виражену активізацію тета-ритму в правій півкулі кори головного мозку, відносно лівої у спортсменів ациклічних видів спорту, ми можемо пов’язати із досконалішими механізмами “правопівкулевого” шляху обробки інформації, що передбачає одночасне виділення й синтезування великої кількості інформації. На сьогодні модально неспецифічну систему уваги правої півкулі пов’язують із просторовою орієнтацією уваги, а також підтримкою “пильності” в процесі діяльності. Відомо також, що права півкуля більшою мірою, ніж ліва, взаємодіє із підкірковими системами активації та емоційної регуляції [6]. Щодо посилення синхронізації тета-ритму під час мислительної діяльності ми розділяємо думку багатьох авторів, які вказують, що тета-синхронізація пов’язана з епізодичною пам’яттю, кодуванням нової інформації й початковим етапом роботи довготривалої пам’яті, а також спостерігається під час виконання завдань на вилучення інформації з довготривалої пам’яті, тоді як його десинхронізація відображає процеси уваги [7, 10].

**Висновки.** Під час виконання вербальних завдань установлено посилення синхронізації тета-ритму по всьому “скальпу” порівняно зі станом спокою.

У процесі виконання вербальних тестів “Увага” та “Мислення” найбільшою когерентною активністю відзначилися лобні, центральні, тім’яні й симетричні потиличні ділянки кори головного мозку.

Під час виконання вербальних тестів “Увага” та “Мислення” спостерігається тісніша взаємодія часток у правій півкулі кори головного мозку, порівняно із лівою півкулею.

Ускладнення вербальної діяльності (тест “Мислення”) супроводжувалося посиленням рівня взаємодії в задньолобній, центральній та тім’яній частках кори головного мозку, порівняно із виконанням тесту “Увага”, особливо в правій півкулі.

#### Література

1. Коробейніков Г. В. Діагностика психофізіологічного стану спортсменів високої кваліфікації / Г. В. Коробейніков, К. В. Медвидчук, Г. В. Россоха // Матеріали III Всеукр. наук. конф. “Психофізіологічні та вісцеральні функції в нормі і патології”, присвяч. 70-річчю з дня народження Г. М. Чайченка, Київ, 4–6 жовт. 2006 р. – К. : [б. в.], 2006. – С. 21.
2. Коцан І. Я. Фізіологія нервово-м’язового апарату : навч. посіб. / І. Я. Коцан, А. Г. Моренко. – Луцьк : РВВ “Вежа” ВДУ ім. Лесі Українки, 2007. – С. 184.
3. Краснов В. П. Основи оздоровчого тренування / В. П. Краснов, С. І. Присяжнюк, Р. Т. Раєвський. – К. : Аграрна освіта, 2005. – С. 56.

4. Кулініч І. В. Властивості основних нервових процесів у спортсменів різного віку та спортивної спеціалізації / І. В. Кулініч // Матеріали III Всеукр. наук. конф. "Психофізіологічні та вісцеральні функції в нормі і патології", присвяч. 70-річчю з дня народження Г. М. Чайченка, Київ, 4–6 жовт. 2006 р. – К. : [б. в.], 2006. – С. 17.
5. Лизогуб В. С. Функціональна рухливість нервових процесів та її зв'язок з характером спортивної діяльності / В. С. Лизогуб // Вісн. Луган. пед. ун-ту ім. Т. Г. Шевченка. – 2000. – № 3. – С. 86–90.
6. Разумникова О. М. Отражение структуры интеллекта в пространственно-временных особенностях фоновой ЭЕГ / О. М. Разумникова // Журн. высш. нервной деятельности. – 2003. – Т. 29. – № 5. – С. 115–122.
7. Тарасова И. В. Изменения мощности ЭЕГ при образном креативном мышлении у мужчин и женщин / И. В. Тарасова, Н. В. Вольф, О. М. Разумникова // Журн. высш. нервной деятельности. – 2005. – Т. 55. – № 6. – С. 762–767.
8. Фомина Е. В. Особенность частотно-пространственной организации активности коры головного мозга как предиктор успешности в спорте / Е. В. Фомина // Теория и практика физ. культуры. – 2005. – № 10. – С. 57–59.
9. Фомина Е. В. Сенсомоторные асимметрии спортсменов / Е. В. Фомина. – Омск : Сиб. ГУФК, 2033. – С. 152.
10. Molle M. EEG theta synchronization conjoined with alpha desynchronization indicate international encoding / M. Molle, L. Marshall, H. L. Fehm, J. Born // Eur. J. Neurosci. – 2002. – Vol. 15. – № 5. – P. 923–928.

Ел. адреса: [i\\_liolia@mail.ru](mailto:i_liolia@mail.ru)

Статтю подано до редколегії  
11.09.2009 р.