

УДК 612.821.2:796

**ОСОБЛИВОСТІ ТЕТА-РИТМУ  
ЕЛЕКТРОЕНЦЕФАЛОГРАМИ У СПОРТСМЕНІВ  
ЦИКЛІЧНИХ ВИДІВ СПОРТУ  
ПІД ЧАС ТЕСТУВАННЯ УВАГИ ТА ПАМ'ЯТІ****Ольга ІВАНЮК, Ірина КЛІШ, Олена САПОЖНИК***Східноєвропейський національний університет  
імені Лесі Українки, Луцьк, Україна*

**Анотація.** Вплив спортивної діяльності на організм людини є однією з найбільш обговорюваних у літературі проблем. Разом з тим електроенцефалограма (ЕЕГ) спортсменів залишається мало вивченою. Мета: визначити вплив спортивної спеціалізації циклічного типу на біоелектричну активність кори головного мозку тета- ритму ЕЕГ під час тестування уваги та пам'яті. Методи: у дослідженні взяли участь 67 здорових праворуких юнаків 17–21 років, розподілених на дві групи: група спортсменів циклічних видів спорту (32 особи); контрольна група (35 осіб) – юнаки, які не займаються спортом регулярно. Виявлено, що під час розумової діяльності в обох досліджуваних групах відбувається зростання показників спектральної щільності потужності (СЩП), причому у групах спортсменів – більш локальне порівняно із контрольною групою. Під час виконання тесту «Увага» у групі спортсменів зростання показників СЩП виявили практично у всіх лобових ділянках та лівій центральній ділянці кори головного мозку, а під час виконання тесту «Відтворення слів» – у передній і задніх лобових та центральній ділянках лівої півкулі кори.

**Ключові слова:** циклічні, спорт, увага, спектральна щільність потужності.

**Постановка проблеми.** Вплив спортивної діяльності на організм людини є однією з найбільш обговорюваних у літературі проблем [1, 2, 4, 7]. Досягнення високого спортивного результату постійно вимагає розробки нових високих технологій підготовки спортсменів, заснованих на відмові від допінгових засобів стимуляції працездатності і спрямованих на виявлення спортивних талантів [1]. Рівень сучасного спорту висуває найвищі вимоги до особистості спортсмена, чим вище спортивне досягнення (перемоги на чемпіонатах Європи, світу, олімпійських іграх, встановлення світових рекордів і т.д.), тим менша кількість спортсменів здатна вийти на цей рівень. Саме тому дослідження ЕЕГ спортсменів, які до 12-річного віку почали систематично займатися спортом і досягли достатньо високого рівня спортивної майстерності (майстри та кандидати в майстри спорту), є актуальним.

**Зв'язок роботи з науковими темами, планами.** Роботу виконано в межах держбюджетної теми Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки «Регуляторні механізми і системна організація психофізіологічних функцій (віковий, екологічний та індивідуально-типологічний аспекти)», державний реєстраційний номер – 0107U000740.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Численні дослідження показують, що під впливом систематичних фізичних тренувань суттєво поліпшуються не тільки фізіологічний та фізичний розвиток людини, а й розумова діяльність, саме процеси мислення та уваги, від яких залежить успішність спортивного результату [2, 4]. Електроенцефалограма (ЕЕГ) характеризує стан мозку, який склався в результаті усієї сукупності реакцій на численні та тривалі фізіологічні впливи на ЦНС. При цьому електрична активність кори головного мозку у спортсменів залишається мало вивченою. Спортсменів різних видів спорту переважно об'єднують в одну групу або ж беруть до уваги якийсь конкретний вид спорту [2, 4, 7]. Відомо, що ЕЕГ кожного індивіда є досить стійкою, водночас характеристики окремих ритмів ЕЕГ в різних людей суттєво відрізняються [6, 7, 9]. Звідси логічно припустити, що ці відмінності залежать від виду діяльності людини. Дослідження електричної активності кори головного мозку юнаків, які до 12-річного віку почали займатися спортом, доповнять наявні уявлення про вплив систематичних фізичних навантажень на організм людини, зокрема й на психофізіологічні процеси, які супроводжують адаптацію організму до певної спортивної діяльності.

**Мета:** визначити вплив спортивної діяльності циклічного типу на біоелектричну активність кори головного мозку тета-ритму ЕЕГ під час тестування уваги та пам'яті.

**Завдання:** встановити особливості спектральної щільності потужності (СЩП) тета-ритму ЕЕГ під час виконання розумових завдань у юнаків, які до 12-річного віку почали систематично займатися спортом, та юнаків, які регулярно не займаються спортом.

**Методи та організація досліджень.** У наших дослідженнях взяли участь 67 здорових, праворуких юнаків віком 17–21 рік. Усі досліджувані були розподілені на дві групи: група спортсменів циклічних видів спорту (32 особи) – юнаки, які займаються спортом із циклічною структурою рухів (бігові види легкої атлетики, плавання, спортивна ходьба, велоспорт, веслування); контрольна група (35 осіб) – юнаки, які не займаються спортом регулярно. До групи спортсменів увійшли юнаки, які до 12-річного віку почали систематично (не менше ніж три рази на тиждень) займатися спортом і досягли достатньо високого рівня спортивної майстерності (майстри та кандидати в майстри спорту). До контрольної групи увійшли юнаки, які займаються фізичною культурою не більше ніж дві години на тиждень, переважно під час навчання (на занятті з фізичного виховання).

Біоелектричну активність кори головного мозку досліджували за допомогою апаратно-програмного комплексу „НейроКом” (Харків, свідоцтво про державну реєстрацію № 6038/2007 від 26 січня 2007 року). Під час запису ЕЕГ активні електроди розміщувалися за міжнародною системою 10/20 у дев'ятнадцяти точках на скальпі голови.

У частотному спектрі ЕЕГ досліджувався тета-діапазон (4–7 Гц) як показник процесів пам'яті та уваги [8, 10, 12]. Дослідження проводили у стані функціонального спокою із розплющеними очима (ФРО) та під час виконання розумових завдань «Увага» й «Відтворення слів». Для тесту «Увага» використовували чорно-червону таблицю Горбова-Шульте «пошук чисел з переключенням уваги» [5]. Для тесту «Відтворення слів» – методика Єрецького «відтворення інформації» [3]. Під час експерименту досліджувані знаходились у звуко- і світлонепроникній кімнаті, у зручній позі (напівсидячи в кріслі з підголівником), передпліччя фіксувалися на підлокітниках. Таблиці і слова експонували на відстані 1,5 м за допомогою монітора (19"), на який проектувався зміст завдання. Перед початком експерименту усі обстежувані одержували докладну інструкцію, пов'язану з їх участю в тестуванні. Виконання завдань передбачало їх усне вирішення впродовж хвилини, одночасно з реєстрацією ЕЕГ.

Для оцінювання ЕЕГ-даних мозку використовували метод спектральної щільності потужності (СЩП). Отримані дані були опрацьовані за стандартними методами параметричної (t-критерій Стьюдента) статистики. Статистично достовірною вважали різницю при  $p \leq 0,05$ . Для аналізу даних використовували пакети програм Microsoft Excel 2007 та Statistica 6.0. Рисунок зроблено у Corel DRAW X3.

**Результати досліджень та їх обговорення.** Виконання розумових тестів порівняно із функціональним станом із розплющеними очима (ФРО) у обох досліджуваних групах характеризується достовірним зростанням показників СЩП тета-ритму ЕЕГ. Слід зазначити, що зростання СЩП у групі спортсменів виражено більш локально порівняно із контрольною групою (рис. 1).

У групі спортсменів циклічних видів спорту під час виконання тесту «Увага»  $\theta$ -синхронізацію виявлено в лівих передній, латеральній і задніх лобових ділянках, а також у лівій центральній ділянці кори головного мозку, а під час виконання тесту «Відтворення слів» – у передній і задній лобових та центральній ділянках лівої півкулі кори. У контрольній групі зростання тета-діапазону ЕЕГ виявлено під час виконання тесту «Увага» – практично по всьому скальпу, й особливо у лівій його півкулі, а під час виконання тесту «Відтворення слів» – у передніх лобових, сагітальних лобовій і центральній, лівих лобових та задніх скроневих ділянках кори (таб. 1).

На нашу думку, більш виражена синхронізація тета-ритму ЕЕГ під час виконання когнітивних тестів порівняно із ФРО у досліджуваних контрольної групи, на відміну від групи спортсменів, може свідчити про зростання рівня уваги, запам'ятовування та відтворення інформації із пам'яті для реалізації запропонованих завдань, оскільки зростання  $\theta$ -складової ЕЕГ залежить від складності завдання [9, 11]. Крім того, синхронізацію  $\theta$ -ритму пов'язують з концентрацією уваги, епізодичною пам'яттю та кодуванням нової інформації [8, 10, 12].

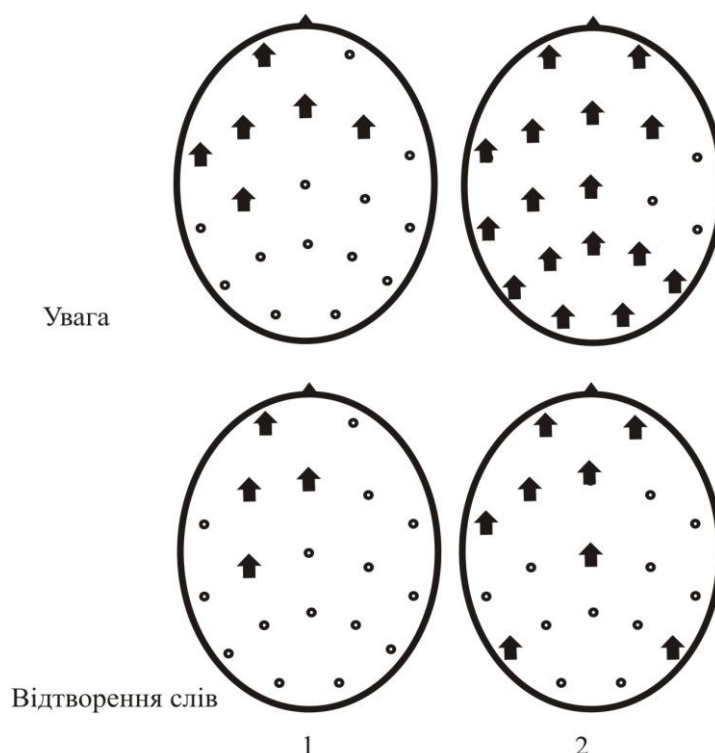


Рис. 1. Зміни ( $p \leq 0,05$ ) спектральної щільності потужності тета-ритму ЕЕГ під час виконання розумових тестів, порівняно зі станом функціонального спокою із розплющеними очима

Примітки: 1 – група спортсменів циклічних видів спорту;  
 2 – контрольна група;  
 стрілки вверх – достовірне зростання показників СЩП.

Таблиця 1

Динаміка потужності коливань ЕЕГ у тета-діапазоні ( $\mu\text{В}^2/\text{Гц}$ ;  $M \pm m$ ) у стані функціонального спокою із розплющеними очима (ФРО) та під час виконання розумових завдань «Увага» й «Відтворення слів»

Тест	ФРО	Увага	Відтворення слів	ФРО	Увага	Відтворення слів
Відведення	Група спортсменів циклічних видів спорту			Контрольна група		
1	2	3	4	5	6	7
Fp1	12,09±0,94	17,29±1,40*	17,13±1,33*	8,68±0,83	16,21±0,96*	13,95±0,76*
Fp2	15,38±1,53	17,72±1,28	16,09±1,40	7,91±0,86	15,16±0,70*	12,61±0,81*
F3	17,32±1,50	21,75±1,51*	22,28±1,33*	13,77±0,89	18,71±0,99*	16,54±0,96*
F4	17,58±1,26	22,14±1,65*	20,12±1,34	14,18±0,96	17,56±0,90*	15,22±0,75
F7	9,10±0,80	11,68±0,90*	9,51±0,77	6,16±0,62	11,18±0,98*	9,95±0,64*
F8	10,26±0,92	11,54±0,94	8,19±0,51	7,72±0,84	10,15±0,96	8,32±0,69
T3	7,78±0,64	8,95±0,66	8,38±0,55	5,73±0,53	8,89±0,85*	7,33±0,63
T4	7,95±0,71	8,13±0,67	7,09±0,50	6,27±0,59	7,85±0,88	7,26±0,52
C3	19,79±1,39	24,68±1,35*	24,78±1,68*	16,75±1,09	20,79±1,12*	16,79±0,75
C4	20,70±1,67	22,85±1,50	22,84±1,71	15,58±0,95	18,78±1,32	15,99±0,77
T5	9,42±0,82	10,15±0,89	9,10±0,64	6,19±0,46	9,13±0,78*	8,49±0,82*
T6	8,68±0,80	9,35±0,73	8,00±0,57	6,80±0,39	11,63±0,81*	10,10±0,81*
P3	17,10±1,35	18,68±1,18	16,44±0,80	12,68±0,94	16,70±0,83*	13,04±0,88

Продовження табл.1

1	2	3	4	5	6	7
P4	16,74±1,15	17,47±1,10	15,01±0,79	12,52±0,70	15,72±0,91*	12,56±0,71
O1	19,32±1,61	20,09±1,17	18,23±1,05	12,76±0,95	16,28±0,73*	13,10±0,91
O2	18,52±1,45	19,46±1,24	16,83±1,07	12,98±1,06	16,24±1,06*	13,70±0,79
Fz	18,60±1,14	24,85±1,90*	25,38±1,43*	14,48±0,91	21,16±1,78*	17,36±0,75*
Cz	24,91±1,87	29,17±1,80	29,28±2,30	17,08±0,84	24,42±1,89*	19,71±0,70*
Pz	18,49±1,39	19,67±1,20	16,90±0,80	13,45±0,96	17,73±1,10*	14,00±0,72

Примітка. \* – достовірне ( $p \leq 0,05$ ) зростання СЦП  $\theta$ -ритму ЕЕГ під час виконання розумових тестів порівняно зі станом функціонального спокою із розплющеними очима.

### Висновки:

1. Зміни показників СЦП свідчать про відмінності в роботі головного мозку юнаків, які до 12-річного віку почали систематично займатися спортом та юнаків, які регулярно не займаються спортом.

2. У групі спортсменів під час виконання розумових тестів порівняно із функціональним станом із розплющеними очима зареєстровано більш локальне зростання показників спектральної щільності потужності тета-діапазону ЕЕГ, на відміну від контрольної групи.

3. Під час виконання тесту «Увага» порівняно із ФРО у групі спортсменів циклічних видів спорту зростання показників СЦП виявили практично у всіх лобових ділянках та лівій центральній, а під час виконання тесту «Відтворення слів» – у передній і задніх лобових та центральній ділянках лівої півкулі кори.

**Перспективи подальших досліджень у цьому напрямку** полягають у вивченні особливостей електричної активності кори головного мозку в інших діапазонах ЕЕГ.

### Список літератури

1. Бальсевич В. К. Организация непрерывного контроля за двигательными функциями организма спортсмена / В. К. Бальсевич, А. И. Пьянзин // Теория и практика физической культуры. – 2004. – № 5. – С. 32–34.
2. Голяк С. К. Властивості нейродинамічних і психомоторних функцій у спортсменів / С. К. Голяк // Фізіологічний журнал. – 2006. – Т. 52. – №2. – С. 73.
3. Ерецкий М. И. Разработка и применение тестов успешности усвоения : пособие / М. И. Ерецкий, Э. П. Полисар. – М. : ИРПО, 1996. – С.83.
4. Сравнительный анализ психофизиологических показателей системоквантов результативной деятельности физически тренированных лиц / И. И. Коробейникова, Е. Н. Дудник, Н. Груич [и др.] // Физиология человека. – 2008. – Т. 24., №3. – С. 77-85.
5. Сборник психологических тестов : пособие / сост. Е. Е. Миронова. – Минск : Женский институт ЭНВИЛА, 2006. – Ч. II. – С. 9-12.
6. Тарасова И. В. Изменения мощности ЕЕГ при образном креативном мышлении у мужчин и женщин / И. В. Тарасова, Н. В. Вольф, О. М. Разумникова // Журн. высшей нервной деятельности. – 2005. – Т. 55, №6. – С. 762–767.
7. Фомина Е. В. Особенность частотно-пространственной организации активности коры головного мозга как предиктор успешности в спорте / Е. В. Фомина // Теория и практика физической культуры. – 2005. – № 10. – С. 57–59.
8. Doppelmayr M. Theta synchronization in the human EEG and episodic retrieval / M. Doppelmayr, W. Klimesch, J. Schwaiger [et al.] // Neurosci. Lett. – 1998. – V. 257., № 1. – P. 41.
9. Gevins A. S. Neurophysiological measures of working memory and individual differences in cognitive ability and cognitive style / A. S. Gevins, M. E. Smith // Cerebral Cortex. – 2000. – V. 10, № 9. – P. 829–832.

10. Episodic retrieval is reflected by a process-specific increase in human electroencephalographic theta activity / W. Klimesch, M. Doppelmayr, W. Stadler [et all] // *Neurosci. Lett.* – 2001. – V. 302. – P. 49–52.

11. *Lorenz J.* Effect of mental task load on fronto-central theta activity in a deep saturation dive to 450 msw / J. Lorenz, B. Lorenz, M. Heineke // *Undersea Biomed. Res.* – 1992. – V. 19, №4. – P.243–246.

12. EEG theta synchronization conjoined with aliha desynchronization indicate intentional encoding / M. Molle, L. Marshall, H. L. Fehm, J. Born // *Eur. J. Neurosci.* – 2002. – V. 15., № 5. – P. 923–928.

## ОСОБЕННОСТИ ТЕТА-РИТМА ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАММЫ У СПОРТСМЕНОВ ЦИКЛИЧЕСКИХ ВИДОВ СПОРТА ВО ВРЕМЯ ТЕСТИРОВАНИЯ ВНИМАНИЯ И ПАМЯТИ

Ольга ИВАНЮК, Ирина КЛИШ, Елена САПОЖНИК

*Восточноевропейский национальный университет имени  
Леси Украинки, Луцк, Украина*

**Аннотация.** Влияние спортивной деятельности на организм человека является одной из наиболее обсуждаемых в литературе проблем. Несмотря на это, электроэнцефалограмма (ЭЭГ) спортсменов остается мало изученной. Цель: определить влияние спортивной специализации циклического типа на биоэлектрическую активность коры головного мозга тета-ритма ЭЭГ во время тестирования внимания и памяти. Методы: в исследовании приняли участие 67 здоровых праворуких юношей 17–21 лет, разделенных на две группы: группа спортсменов циклических видов спорта (32 человека); контрольная группа (35 человек) – юноши, которые не занимаются спортом регулярно. Установлено, что во время умственной деятельности в обеих исследуемых группах происходит рост показателей спектральной плотности мощности. При этом в группах спортсменов – более локальный, по сравнению с контрольной группой. Во время выполнения теста «Внимание» в группе спортсменов рост показателей СЩП обнаружили практически во всех лобных участках, а также в левом центральном участке коры головного мозга, а во время выполнения теста «Воспроизведение слов» – в передней и задних лобовых и центральном участках левого полушария коры.

**Ключевые слова:** циклические, спорт, внимание, спектральная плотность мощности.

## FEATURES OF THETA-RHYTHM OF THE ELECTROENCEPHALOGRAM OF SPORTSMEN OF CYCLIC SPORTS DURING TESTING OF ATTENTION AND MEMORY

Olga IVANYUK, Irina KLISH, Olena SAPOZNYK

*Lesya Ukrainka Eastern European National University,  
Lutsk, Ukraine*

**Abstract.** Effect of athletic activities on a human body is one of the most discussed problems in the literature. The electroencephalogram (EEG) of sportsmen remains studied insufficiently. Purpose: to define the influence of sporting specialization cyclic type on bioelectrical activity of cortex in theta rhythm of EEG for sportsmen during testing of attention and memory. Methods: 67 fit young men at the age of 17-21 years divided into two groups: a group of sportsmen of cyclic sports (32

people); the control group (35 people) - the young men which do not go in for sports regularly were involved. During the mental activity in both groups, the growth of indicators of the power spectral density was displayed. Moreover in the group of athletes it is more local compared with the control group. During the test «Attention» in the group of athletes growth indicators SPD were found practically in all frontal areas and left central area of the cortex of the brain; during the test «Reproduction of the words» – at the front and back of the front and central areas of the left hemisphere of cortex.

**Key words:** cyclic, sports, attention, spectral power density.

### References

1. *Balsevich V. K., Pyanzin A. I.* Organizatsiya nepreryivnogo kontrolya za dvigatelnyimi funktsiyami organizma sportsmena [Organization of continuous control of the motor functions of the body of an sportsmen] // *Teoriya i praktika fiz. kulturyi.* – 2004. – № 5. – S. 32–34. (Rus.)
2. *Golyak S. K.* VlastivostI neyrodinamIchnih I psihomotornih funktsIy u sportsmenIv [Properties neurodynamic and psychomotor functions of the athletes] // *FizIol. zhurnal.* – 2006. – T. 52. – № 2. – S. 73. (Ukr.)
3. *Eretskiy M. I., Polisar E. P.* Razrabotka i primeneniye testov uspezhnosti usvoeniya [Development and application of the test of the success of learning] : posobie dlya samostoyatelnoy podgotovki metodistov i prepodavateley uchebnyih zavedeniy. – M. : IRPO. – 1996. – S.83. (Rus.)
4. *Korobeynikova I. I., Dudnik E. N., Gruich N., i dr.* Sravnitelnyiy analiz psihofiziologicheskikh pokazateley sistemokvantov rezultativnoy deyatelnosti fizicheski trenirovannyih lits [A comparative analysis of the psycho-physiological indicators системоквантов productive activities physically trained persons] // *Fiziologiya cheloveka.* – 2008. – T. 24. – № 3. – S. 77–85. (Rus.)
5. *Mironova E. E.* Sbornik psihologicheskikh testov. Chast II [A collection of psychological tests. Part II]. – Mn. : Zhenskiy institut ENVILA. – 2006. – S. 9-12. (Rus.)
6. *Tarasova I. V., Volf N. V., Razumnikova O.M.* Izmeneniya moschnosti EEG pri obraznom kreativnom myshlenii u muschin i zhenschin [Change of power EEG in the shape of creative thinking by men and women] // *Zhurn. vyisshey nervnoy deyatelnosti.*–2005. – T. 55. – № 6. – S. 762–767. (Rus.)
7. *Fomina E. V.* Osobennost chastotno-prostranstvennoy organizatsii aktivnosti koryi golovno mozga kak prediktor uspezhnosti v sporte [Feature of the frequency-spatial organization of activity of the cortex of the brain as a predictor of success in sport] // *Teoriya i praktika fiz. kulturyi.* – 2005. – №10. – S.57–59. (Rus.)
8. *Doppelmayr M., Klimesch W., Schwaiger J. et al.* Theta synchronization in the human EEG and episodic retrieval // *Neurosci. Lett.* – 1998. – V. 257. – № 1. – P. 41.
9. *Gevins A. S., Smith M. E.* Neurophysiological measures of working memory and individual differences in cognitive ability and cognitive style / A. S. Gevins, M. E. Smith // *Cerebral Cortex.* – 2000. – V. 10. – № 9. – P. 829–832.
10. *Klimesch W., Doppelmayr M., Stadler W., Pollhuber D., Sauseng P., Rohm D.* Episodic retrieval is reflected by a process-specific increase in human electroencephalographic theta activity // *Neurosci. Lett.* – 2001. – V. 302. – P. 49–52.
11. *Lorenz J., Lorenz B., Heineke M.* Effect of mental task load on fronto-central theta activity in a deep saturation dive to 450 msw // *Undersea Biomed. Res.* – 1992. – V. 19. – №4. – P. 243–246.
12. *Molle M., Marshall L., Fehm H.L., Born J.* EEG theta synchronization conjoined with aliha desynchronization indicate intentional encoding // *Eur. J. Neurosci.* – 2002. – V. 15. – № 5. – P. 923–928.

Стаття надійшла до редколегії 05.04.2013