

УДК 612.822.3

С. Є. Швайко – професор кафедри фізіології людини і тварин Волинського національного університету імені Лесі Українки;

Т. Ф. Поручинська – старший викладач кафедри фізіології людини і тварин Волинського національного університету імені Лесі Українки

Питома вага піддіапазонів θ -ритму електроенцефалограми осіб із різною функціональною рухливістю нервових процесів

Роботу виконано у лабораторії вікової нейрофізіології кафедри фізіології людини і тварин ВНУ ім. Лесі Українки

Вивчено питому вагу піддіапазонів тета-ритму ЕЕГ жінок із різним рівнем ФРНП у стані спокою та під час виконання просторових завдань. Установлено, що у стані спокою та під час виконання просторових завдань зміни питомої ваги стосувалися хвиль тета-1 та тета-3 ЕЕГ осіб із різним рівнем ФРНП; під час виконання просторових завдань ці зміни носили більш локальний характер. У лобово-скроневих частках кори виділяється виражена зона зростання питомої ваги тета-1 хвиль ЕЕГ; у скронево-тім'яно-потиличних частках лівої півкулі кори мозку – зона зниження цього показника. Протилежні тенденції виявлено у розподілі тета-3 хвиль ЕЕГ кори мозку.

Ключові слова: тета-ритм електроенцефалограми, питома вага піддіапазонів, функціональна рухливість нервових процесів (ФРНП).

Shvaiko S. E., Poruchynska T. F. Specific Gravity of Subranges of Theta-Rhythm of Electroencephalogram of Persons is with Different Functional Mobility of Nervous Processes. Studied specific gravity of subranges of theta-rhythm of EEG of women with the different level of functional mobility of nervous processes in the state of rest and at implementation of spatial tasks. It is set that in the state of rest and at implementation of spatial tasks of change of specific gravity touched the waves of theta-1 and theta-3 of EEG of persons with the different level of functional mobility of nervous processes; at implementation of spatial tasks these changes carried more local character. The expressed area of growth of specific gravity of theta-1 waves of EEG is selected in the frontal-temporal particles of bark. Found out opposite tendencies in the division of theta-3 waves of EEG of bark of brain.

Key words: theta-rhythm of electroencephalogram, specific gravity of subranges, functional mobility of nervous processes.

У зв'язку з науково-технічним прогресом, який викликав широке застосування нових технічних досягнень у вигляді автоматизації, механізації засобів виробництва, все гостріше виникає необхідність розширювати фронт досліджень, пов'язаних з ефективним професійним відбором. Науково обґрунтований відбір людей для підготовки фахівців із цілого ряду професій сприяє правильному розподілу трудових ресурсів, підвищенню продуктивності праці, зменшенню плинності робітничих кадрів, що докорінно впливає на ефективність виробництва.

Відомо, що для професій, пов'язаних із виникненням критичних ситуацій, за яких неправильні дії робітника можуть призвести до загибелі людей або значних матеріальних затрат, необхідний професійний відбір, який базується на теорії основних властивостей нервової системи. При цьому властивості нервової системи розглядаються як стабільні параметри особистості, які дають змогу з досить високою ймовірністю передбачити типові моделі психічної активності і поведінки в деяких виробничих ситуаціях. Методики виявлення швидкості, якості та кількості переробки інформації застосовують насамперед для визначення типологічних властивостей ВНД здорової людини, якими є рівень функціональної рухливості нервових процесів (ФРНП) і сила нервових процесів (СНП) [1; 2].

Як гіпотезу В. Д. Небилицин [3] припустив, що саме швидкість поширення нервових процесів по корі мозку є однією з істотних детермінант тієї характеристики, яку можна назвати швидкістю центральної обробки інформації і котра відіграє важливу роль у швидкості прийняття рішень.

Зараз є підстави стверджувати, що саме цей показник за своєю внутрішньою суттю краще за інші відображає фізіологічний зміст функціональної рухливості нервових процесів. Цей показник характеризує індивідуальні особливості процесу переробки інформації, які залежать від функціонального стану центральної кортикальної ланки, оскільки час обробки інформації, а отже, і часові

параметри прийняття рішень у більшості випадків визначаються швидкістю руху нервових процесів по структурах кори головного мозку [2].

Результати зіставлення даних кількісної оцінки ефективності трудової діяльності, успішності навчання тощо з комплексом показників властивостей основних нервових процесів можуть знайти застосування у процесі вирішення практичних питань із наукової організації праці, оптимізації навчання, організації навчально-виховного процесу, професійного психофізіологічного відбору та проф-орієнтації тощо [2].

Встановлення певних зв'язків між електроенцефалографічними (ЕЕГ) показниками і параметрами індивідуальних психофізіологічних функцій давно цікавило дослідників. У цьому контексті важливими є дослідження зв'язку електричної активності головного мозку і функціональної рухливості нервових процесів.

Мета роботи – встановлення змін питомої ваги тета-піддіапазонів ЕЕГ мозку осіб із різним рівнем функціональної рухливості нервових процесів у стані спокою та під час рішення просторових завдань.

Контингент та методи досліджень. Досліджено 70 добровольців – осіб жіночої статі віком 17–20 років – студентів 1–3 курсів Волинського національного університету імені Лесі Українки. Усі досліджувані праворуки, здорові за даними психоневрологічного та соматичного обстеження (медична картка 026/у).

Дослідження функціональної рухливості нервових процесів проводили за методикою М. В. Макаренка на апараті “Діагност-1” [1].

Досліджувані після декількох тренувань повинні були якомога швидше та з мінімальною кількістю помилок відповісти на 120 подразників (по 40 квадратів, кіл та трикутників). При появі квадрата потрібно було натискувати правою рукою праву кнопку, кола – лівою рукою ліву кнопку, на трикутник натискуванням не реагувати. Пред'явлення подразників здійснювали за принципом “зворотного зв'язку”, тобто при правильній відповіді тривалість експозиції кожного сигналу автоматично зменшувалася на 0,2 секунди. Результатом тестування в такому режимі є час виконання завдання.

Вважається, що чим швидше досліджуваний переробляє задану кількість зорової інформації, тим вищий у нього рівень ФРНП, який є інтегруючою величиною швидкості та якості переробки інформації. Після визначення ФРНП усі досліджувані методом сигмальних відхилень були розділені на три групи – з низьким, середнім та високим рівнями функціональної рухливості нервових процесів.

У досліджуваних також реєстрували електричну активність кори головного мозку у стані спокою з відкритими очима та під час вирішення просторових завдань.

Електричну активність головного мозку досліджували з допомогою системи комп'ютерної електроенцефалографії “DX-5000P” (Харків, 2004). Електроди для запису ЕЕГ розміщувалися за міжнародною системою 10/20 у десяти симетричних точках лівої і правої півкулі головного мозку: лобових (F_s; F_d), скроневих (T_s; T_d), центральних (C_s; C_d), тім'яних (P_s; P_d) та потиличних (O_s; O_d). Реєстрацію здійснювали монополярно з референтним вертекс-електродом.

Для оцінки ЕЕГ даних як показників функціонального стану мозку був використаний метод дослідження питомої ваги піддіапазонів θ -тета ритму ЕЕГ.

Аналізували три піддіапазони тета-ритму ЕЕГ, які автоматично системою комп'ютерної електроенцефалографії фільтрувались у таких частотних діапазонах: тета-1 – від 4 до 5,3 Гц; тета-2 – від 5,4 до 6,7 Гц; тета-3 – від 6,8 до 8,0 Гц. Система автоматично визначала частку кожного підритму (у %) у сукупному представництві тета-ритму ЕЕГ.

Одержані дані обробляли методами варіаційної статистики з використанням параметричних та непараметричних критеріїв при порівнянні середніх величин. Під час статистичного аналізу отриманих результатів використовували стандартні пакети програм Microsoft Excel та Statistica 6.0. Цифрові результати представлені у вигляді таблиць та діаграм.

Аналіз отриманих результатів та їх обговорення. Після реєстрації функціональної рухливості нервових процесів (ФРНП) для поділу досліджуваних на групи з низьким, середнім та високим рівнями ФРНП було використано метод сигмальних відхилень. У результаті такого поділу до групи з низьким рівнем ФРНП (середній показник рухливості становив $75,944 \pm 0,773$ с) віднесли 18 осіб, до

групи з середнім рівнем ($69,778 \pm 0,310$ с) – 27 осіб, до групи з високим рівнем ФРНП ($64,520 \pm 0,606$ с) – 25 осіб.

Порівняльний аналіз середніх значень ФРНП між групами показав статистично достовірні відмінності ($p \leq 0,001$) між цими показниками.

Оскільки існують статистично достовірні відмінності між середніми значеннями ФРНП у кожній групі, то такий поділ можна використовувати для встановлення особливостей електричної активності осіб з різними рівнями функціональної рухливості нервових процесів.

Результати дослідження питомої ваги піддіапазонів тета-ритму електроенцефалограми. Дослідження питомої ваги піддіапазонів тета-ритму EEG проводили у трьох групах досліджуваних (із низьким, середнім та високим рівнями функціональної рухливості нервових процесів) та у двох тестових ситуаціях: у стані спокою з відкритими очима та під час виконання просторових завдань.

У стані спокою з відкритими очима (фон) у групі з низьким рівнем ФРНП в усіх без винятку відведеннях спостерігалось переважання питомої ваги тета-1 піддіапазону EEG, дещо менша питома вага тета-2 піддіапазону і найменша частка тета-3 піддіапазону EEG (табл. 1).

Аналіз питомої ваги піддіапазонів тета-ритму EEG у стані спокою з відкритими очима в осіб із середнім і високим рівнями ФРНП показав подібні закономірності.

Таблиця 1

Порівняльний аналіз питомої ваги піддіапазонів тета-ритму EEG у стані спокою з відкритими очима в осіб із низьким рівнем ФРНП

Піддіапа- зони EEG	Fs	Fd	Ts	Td	Cs	Cd	Ps	Pd	Os	Od
тета-1	37,94 ± 0,61	37,67 ± 0,47	36,00 ± 0,62	36,61 ± 0,61	34,39 ± 0,58	34,78 ± 0,52	35,22 ± 0,61	35,44 ± 0,44	35,44 ± 0,65	36,72 ± 0,79
тета-2	32,44 ± 0,36	31,72 ± 0,30	32,94 ± 0,37	32,78 ± 0,36	33,44 ± 0,35	33,17 ± 0,44	32,56 ± 0,41	32,39 ± 0,47	33,28 ± 0,57	32,67 ± 0,40
тета-3	29,61 ± 0,62	30,44 ± 0,61	30,83 ± 0,63	30,39 ± 0,67	32,00 ± 0,66	32,22 ± 0,49	32,00 ± 0,58	32,11 ± 0,55	31,39 ± 0,75	30,50 ± 0,75
t _{ст} 1-2	+	+	+	+		+	+	+	+	+
t _{ст} 1-3	+		+	+					+	+
t _{ст} 2-3	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Під час розв'язання просторових завдань у цих трьох групах у всіх відведеннях виявлена найвища питома вага тета-1 піддіапазону EEG, дещо нижча – тета-2 і найнижча – тета-3 піддіапазону.

Встановлення особливостей тета-активності осіб із різним рівнем функціональної рухливості нервових процесів

Вивчення реактивності кори мозку в межах піддіапазонів тета-ритму EEG осіб із різним рівнем ФРНП виявило такі результати.

В осіб із низьким рівнем ФРНП у тета-1 діапазоні EEG під час виконання просторових завдань порівняно з фоном установлене збільшення представництва цього діапазону у центрально-тім'яно-потиличних структурах лівої півкулі і зменшення – у лобово-скроневих структурах правої півкулі мозку (рис. 1). У тета-2 діапазоні хвиль EEG відмічається незначне підвищення їх питомої ваги у лобових та потиличних структурах правої півкулі кори мозку. У тета-3 діапазоні EEG підвищення частки цих хвиль встановлене у лівій лобовій та правій скроневиї частках, тоді як зниження – у центрально-тім'яно-потиличних частках лівої півкулі татім'яній частці правої півкулі мозку.

Отже, в осіб із низьким рівнем ФРНП більш реактивними є тета-1 та тета-3 хвилі EEG, причому у центрально-тім'яно-потиличних структурах лівої півкулі мозку представництво тета-1 піддіапазону EEG зростає, а тета-3, навпаки, знижується; у лобово-скроневих структурах виявляється протилежна тенденція – частка тета-1 хвиль знижується, а тета-2 та тета-3 – зростає.

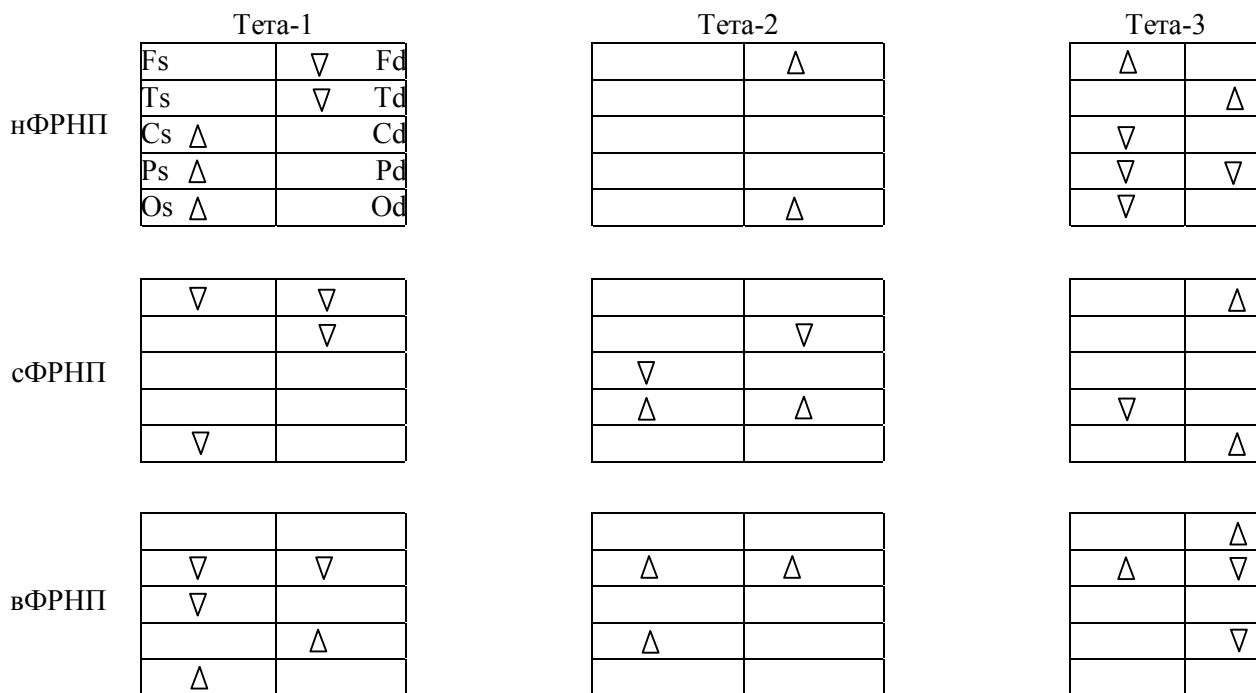


Рис. 1. Карти-схеми динаміки питомої ваги піддіапазонів тета-ритму ЕЕГ при виконанні просторових завдань порівняно зі станом спокою, у відсотках: △ – зростання питомої ваги; ▽ – зниження питомої ваги

В осіб із середнім рівнем ФРНП у тета-1 діапазоні ЕЕГ під час виконання просторових завдань порівняно з фоном виявлено зниження питомої ваги переважно у передніх структурах кори. У тета-2 діапазоні хвиль ЕЕГ зростання їх частки відмічено у тім'яних структурах, тоді як у лівій центральній та правій скроневій ділянках спостерігається зниження представництва цих хвиль. У тета-3 діапазоні спостерігається тенденція до зростання їх питомої ваги у правій півкулі (лобові та потиличні частки) та зниження у лівій тім'яній частці кори мозку.

Отже, в осіб із середнім рівнем ФРНП, на відміну від осіб із низьким рівнем ФРНП, спостерігається більш чітка реактивність кори мозку в межах усіх трьох піддіапазонів тета-хвиль ЕЕГ: зниження представництва тета-1 хвиль по усій корі; зниження частки тета-2 хвиль у передніх відділах та підвищення – у задніх; зростання представництва тета-3 хвиль ЕЕГ у правій півкулі та зниження їх частки – у лівій.

В осіб із високим рівнем ФРНП у тета-1 діапазоні ЕЕГ під час виконання просторових завдань порівняно з фоном установлено зростання питомої ваги тета-1 хвиль у тім'яно-потиличних структурах кори мозку, зниження – у скроневих та центральних частках кори. У тета-2 діапазоні хвиль ЕЕГ спостерігається синхронне зростання їх питомої ваги у скроневих структурах обох півкуль, а також у лівій тім'яній частці кори мозку. У тета-3 піддіапазоні хвиль ЕЕГ спостерігається зростання їх представництва у лівій скроневій та правій лобній частках, а зниження – у скроневій та тім'яній структурах правої півкулі мозку.

Отже, в осіб із високим рівнем ФРНП, як і в осіб із середнім рівнем, спостерігається практично рівномірна реактивність кори мозку в межах усіх трьох піддіапазонів тета-хвиль ЕЕГ. Представництво хвиль тета-1 піддіапазону ЕЕГ у передніх відділах знижується, у задніх – зростає; частка тета-2 хвиль зростає по всьому скальпу; представництво тета-3 хвиль ЕЕГ у передніх зонах переважно зростає, а у задніх – дещо знижується.

Таким чином, вивчення питомої ваги піддіапазонів тета-хвиль ЕЕГ виявило їх нерівномірний розподіл у всіх трьох досліджуваних групах. Проте, в осіб із низьким рівнем ФРНП більшу реактивність під час виконання просторових завдань порівняно з фоном установлена у тета-1 і тета-3 діапазонах хвиль ЕЕГ (зі зниженням питомої ваги переважно у передніх відділах кори), тоді як в осіб із середнім та високим рівнями ФРНП реактивність у трьох піддіапазонах тета-хвиль ЕЕГ була приблизно однаковою.

Порівняльне дослідження питомої ваги піддіапазонів тета-хвиль EEG в осіб із різним рівнем ФРНП встановив наступне.

У стані спокою зміни питомої ваги стосувалися хвиль тета-1 та тета-3 EEG. У тета-1 діапазоні хвиль спостерігалось поступове зростання їх питомої ваги в осіб із високим рівнем ФРНП порівняно з відповідними показниками осіб із низьким та середнім рівнями ФРНП у центральній та потиличній частках лівої півкулі мозку (рис. 2).

	Тета-1		Тета-2		Тета-3	
Фон	Fs	Fd				
	Ts	Td				Δ
	Cs Δ	Cd			∇	∇
	Ps	Pd				∇
	Os Δ	Od				
Просторові	Δ	Δ			Δ	
	∇		Δ		Δ	∇
		Δ				
	∇		∇	∇	Δ	
	∇				Δ	

Рис. 2. Динаміка питомої ваги піддіапазонів тета-ритму EEG в осіб із різним рівнем ФРНП: Δ – зростання питомої ваги від групи з низьким рівнем ФРНП до групи з високим ФРНП; ∇ – зниження питомої ваги від групи з низьким рівнем ФРНП до групи з високим рівнем

У тета-2 діапазоні EEG жодних закономірних змін питомої ваги у стані спокою не виявлено.

У тета-3 діапазоні такі зміни менш однозначні, ніж у тета-1 діапазоні EEG. Так, зростання їх питомої ваги відмічено лише у правій скроневій частці кори; зниження – у лівій та правій центральних частках, а також у правій тім'яній структурі кори мозку.

Під час виконання просторових завдань, як і у стані спокою, більш істотні зміни питомої ваги стосувалися хвиль тета-1 та тета-3 EEG. Разом із тим, слід відмітити, що зміни питомої ваги у цьому випадку мають більш локальний характер. У тета-1 діапазоні виділяється виражена зона зростання їх питомої ваги (лобово-скроневі частки кори) та зона зниження цього показника (скронево-тім'яно-потиличні частки лівої півкулі кори мозку) в міру зростання рівня ФРНП. У світлі сучасних уявлень підсилення тета-активності в передніх відділах кори головного мозку у людини розглядається як прояв підвищеної активації. Це припущення базується на результатах експериментальних досліджень, згідно з якими зростання тета-потужності в цих областях кори асоціюється з підсиленням орієнтувальної реакції [4] і концентрацією уваги [5]. Зважаючи на ці відомості, можемо припустити, що із підвищенням ФРНП відмічається зростання концентрації уваги, що, очевидно, впливає і на результативність когнітивної діяльності.

Протилежні тенденції виявлено у розподілі тета-3 хвиль EEG кори мозку: зона зростання представництва цього діапазону хвиль (скронево-тім'яно-потиличні частки лівої півкулі кори мозку) та зниження питомої ваги (лобово-скроневі частки кори). Активність передніх областей кори у верхньому тета-діапазоні дослідниками переважно асоціюється з когнітивними аспектами переробки інформації. Зниження представництва тета-3 хвиль EEG у наших дослідженнях може свідчити про зниження когнітивного компонента (полегшення) аналізу поступаючої інформації зі зростанням рівня функціональної рухливості нервових процесів.

У тета-2 діапазоні хвиль EEG спостерігається зростання питомої ваги у лівій скроневій частці та зниження їх представництва у тім'яних структурах кори мозку.

Таким чином, порівняльне вивчення питомої ваги піддіапазонів тета-ритму EEG людини виявило відмінності у розподілі їх представництва в осіб із різним рівнем ФРНП у стані спокою та під час виконання просторових завдань.

Висновки

1. Вивчення питомої ваги піддіапазонів тета-ритму ЕЕГ людини виявило відмінності у розподілі їх представництва в осіб із різним рівнем ФРНП у стані спокою та під час виконання просторових завдань.

2. У стані спокою із відкритими очима та під час розв'язання просторових завдань у цих трьох групах у всіх відведеннях виявлено найвищу питому вагу тета-1 піддіапазону ЕЕГ, дещо нижчу – тета-2 і найнижчу – тета-3 піддіапазону.

3. У стані спокою зміни питомої ваги стосувалися хвиль тета-1 та тета-3 ЕЕГ осіб з різним рівнем ФРНП. Під час виконання просторових завдань більш істотні зміни питомої ваги стосувалися хвиль тета-1 та тета-3 ЕЕГ. Зміни питомої ваги у цьому випадку мають більш локальний характер. У тета-1 діапазоні виділяються виражена зона зростання їх питомої ваги у лобово-скроневих частках кори та зона зниження цього показника у скронево-тім'яно-потиличних частках лівої півкулі кори мозку. Протилежні тенденції виявлено у розподілі тета-3 хвиль ЕЕГ кори мозку.

4. Вивчення питомої ваги піддіапазонів тета-хвиль ЕЕГ виявило їх нерівномірний розподіл в усіх трьох досліджуваних групах. Проте в осіб із низьким рівнем ФРНП більшу реактивність під час виконання просторових завдань порівняно з фоном встановлено у тета-1 і тета-3 діапазонах хвиль ЕЕГ, тоді як в осіб із середнім та високим рівнями ФРНП реактивність у трьох піддіапазонах тета-хвиль ЕЕГ була приблизно однаковою.

Література

1. Макаренко М. В. Методика проведення обстежень та оцінки індивідуальних нейрофізіологічних властивостей вищої нервової діяльності людини // *Фізіолог. журн.*– 1999.– Т. 45, № 4.– С. 125–131.
2. Макаренко М. В. Основи професійного відбору військових спеціалістів та методики вивчення індивідуальних психофізіологічних відмінностей між людьми.– К.: Ін-т фізіології ім. О. О. Богомольця НАН України, 2006.– 395 с.
3. Небылицин В. Д. Основные свойства нервной системы человека.– М.: Просвещение, 1966.– 383 с.
4. Basar E., Schurman M., Sakowitz O. The selectively distributed theta-system: Functions // *Int. J. Psychophysiol.*– 2001.– Vol. 39, № 2–3.– P. 197–212.
5. Sasaki K., Nambu A., Tsujimoto T. et al. Studies on integrative functions of the human frontal association cortex with MEG // *Brain Res. Cogn. Brain Res.*– 1996.– Vol. 5.– P. 165–174.

Статтю подано до редколегії
06.05.2008 р.