

УДК: 612.821-005.1

## Електрична активність кори головного мозку в альфа-діапазоні при слухо-моторній оцінці білясекундних інтервалів часу у чоловіків

А.Г.Моренко

*Волинський національний університет імені Лесі Українки (Україна, Луцьк)  
alevmore@gmail.com*

В дослідженні взяли участь 20 чоловіків 17–21 років. Вивчали значення когерентності (Ког) і спектральної щільності потужності (СЩП) біопотенціалів в альфа-діапазоні ЕЕГ в умовах слухо-моторної оцінки білясекундних інтервалів часу (у 250 мс, 500 мс і 1000 мс). Слухо-моторна оцінка інтервалу у 500 мс характеризується значимим зниженням Ког і СЩП біопотенціалів у центральних, задніх скроневих, тім'яних і потиличних частках кори головного мозку. Скорочення часового інтервалу між слухо-моторними координаціями до 250 мс супроводжується зростанням Ког і СЩП біопотенціалів по всьому скальпу. Зростання часового інтервалу до 1000 мс забезпечується зниженням показників СЩП переважно у лівій лобно-скроневій зоні і збільшенням значень Ког у лівій лобно-скроневій зоні.

**Ключові слова:** *слухо-моторні координації, білясекундні інтервали часу, електрична активність кори головного мозку, альфа-ритм.*

## Электрическая активность коры головного мозга в альфа-диапазоне при слухо-моторной оценке околосекундных интервалов времени у мужчин

А.Г.Моренко

В исследовании приняли участие 20 мужчин 17–21 лет. Изучали значение когерентности (Ког) и спектральной плотности мощности (СПМ) биопотенциалов в альфа-диапазоне ЭЭГ в условиях слухо-моторной оценки околосекундных интервалов времени (в 250 мс, 500 мс и 1000 мс). Слухо-моторная оценка интервала в 500 мс характеризуется значимым снижением Ког и СПМ биопотенциалов в центральных, задних височных, теменных и затылочных долях коры головного мозга. Сокращение временного интервала между слухо-моторными координациями до 250 мс сопровождается увеличением Ког и СПМ биопотенциалов по всему скальпу. Возрастание временного интервала до 1000 мс обеспечивается снижением показателей СПМ преимущественно в левой лобно-височной зоне и увеличением значений Ког в левой лобно-височной зоне.

**Ключевые слова:** *слухо-моторные координации, околосекундные интервалы времени, электрическая активность коры головного мозга, альфа-ритм.*

## Electrical activity of cerebral cortex in the alpha range in the auditory-motor assessment of aboutsecond time intervals in men

A.G.Moreno

20 men 17–21 years old participated in the research. We studied the values of coherence (Cog) and spectral density of energy (SDE) of biopotentials in alpha range of EEG in the auditory-motor assessment of aboutsecond time intervals (250 ms, 500 ms and 1000 ms). Auditory-motor assessment interval of 500 ms is characterized by a significant decrease of Cog and SDE of biopotentials in the central, posterior temporal, parietal and occipital lobes of the cerebral cortex. Reducing the time interval between the auditory-motor coordinations to 250 ms is accompanied by an increase of Cog and SDE of biopotentials across the scalp. Increasing the duration of the time interval to 1000 ms is provided by the lowering rates of SDE predominantly in the left front, temporal areas and by the increasing values of Cog in the left front, temporal areas.

**Key words:** *auditory-motor coordinations, aboutsecond time intervals, electrical activity of cerebral cortex, alpha rhythm.*

### Вступ

Сучасною науковою спільнотою активно обговорюється питання про участь вищих когнітивних функцій (уваги, робочої (оперативної) пам'яті, поведінкового гальмування) у забезпеченні обробки сенсо-моторної інформації у корі головного мозку (Фарбер, Анисимова, 2000; Гаркавенко и др., 2005; Айдаркина, 2008; Болдырева и др., 2009; Gherri et al., 2009; Berti, 2008; Bradley, 2009). У цьому контексті особливий інтерес становить вивчення слухо-моторної інтеграції при оцінці часових

інтервалів. За даними Москвіна (2002), велику роль у адекватному відображенні часу відіграють такі когнітивні процеси, як пам'ять та увага. При вивченні особливостей сприйняття часу людиною велику увагу приділяють слуховій і м'язово-суглобовій перцепції (Айдаркіна, 2008; Ходанович, Єсипенко, 2007; Сисоєва, Вартанов, 2005 тощо). Слухові відчуття відображають часові особливості діючого подразника: його тривалість, ритмічний характер тощо. Рухові відчуття забезпечують досить точне відображення дійсності, швидкості і послідовності явищ. Відомо, що в процесі стабільної ритмічної сенсо-моторної діяльності у людини з'являється певна циклічність змін біоелектричної активності у корі головного мозку у відповідності із частотою та інтенсивністю сенсорного подразника.

Поточна діяльність людини у великій мірі реалізується в діапазоні білясекундних часових інтервалів (до 1000 мс) (Цуканов, 2000). Саме в цьому діапазоні тривалостей знаходяться важливі часові сигнали, що відносяться до сприйняття мови і рухів (Грибанова и др., 2002; Ходанович, Єсипенко, 2007; Цуканов, 2000; Шляхтин, 2003). Разом з тим, як зазначають Ходанович, Єсипенко (2007), Шляхтин (2003), Сисоєва, Вартанов (2005), Grondin et al. (2004), Ortega, L'opez (2008), не існує одного єдиного механізму сприйняття різних за тривалістю відрізків часу. Аналізуючи психофізичні характеристики сенсорних систем людини, Шляхтин (2003) зазначає, що при суб'єктивній оцінці тривалостей до 400–500 мс механізм обробки інформації є швидким і паралельним, працює без участі уваги при оцінці топологічних характеристик стимулів (їх порядку у часі, одночасності–різномасштабності). Другий механізм, для тривалостей від 400–500 мс, пов'язаний із залученням уваги, пам'яті та інших когнітивних факторів (Шляхтин, 2003; Grondin et al., 2004; Ortega, L'opez, 2008). Сисоєва, Вартанов (2005), Ходанович, Єсипенко (2007), Pazo-Alvares et al. (2003), досліджуючи механізми детекції відмінностей зорових стимулів за тривалістю методом реєстрації потенціалів, пов'язаних з подією, виявили лінійні залежності між амплітудами P300 і N200–500 і тривалістю стимулів. У зв'язку з цим особливий інтерес викликає вивчення особливостей коркових активаційних процесів при забезпеченні різних механізмів оцінки часу і здійсненні переходу від одного до іншого. Залишаються відкритими і питання про співвідношення процесів синхронізації і десинхронізації, про характер міжпівкулевих взаємодій за умов скоординованого перемикавання уваги між слуховим сприйняттям і запуском необхідної моторної програми в умовах стабільної ритмічної сенсо-моторної діяльності при оцінці білясекундних часових інтервалів.

На шляху до з'ясування даних питань актуальним є дослідження специфіки перебудов внутрішньокоркових активаційних процесів при слухо-моторній оцінці білясекундних часових інтервалів до 500 мс, у 500 мс, від 500 мс у чоловіків. Для вивчення слухо-моторної оцінки часу використано метод оцінки спектральної щільності потужності і функції когерентності біопотенціалів в альфа-діапазоні ЕЕГ. Вибір альфа-ритму в якості ЕЕГ-показника обґрунтований існуючим уявленням про функціональне значення цього ритму, який вважається корелятом внутрішньокоркових процесів, пов'язаних з переробкою інформації, механізмами пам'яті, функціональної взаємодії структур великих півкуль кори головного мозку (Болдырева и др., 2009; Гаркавенко и др., 2005; Костандов и др., 2009; Коцан та ін., 2008; Фарбер, Анисимова, 2000; Molnár et al., 2008).

### **Матеріал та методика**

У наших дослідженнях взяли участь 20 здорових (медична картка 086/у) і праворуких чоловіків 17–21 років. Профіль мануальної асиметрії визначали за самооцінкою і мануальними тестами (переплетення пальців кисті, схрещування рук на грудях, аплодування, тепінг-тест і динамометрія). Усі піддослідні в експерименті брали участь на добровільній основі.

Показником інформаційних процесів в умовах адекватного тестування вважалась електрична активність кори головного мозку, яку оцінювали методом електроенцефалографії. Реєстрацію електроенцефалограми (ЕЕГ) здійснювали за допомогою апаратно-програмного комплексу «Нейрон-Ком» («ХАІ-Медика», 2007). Активні електроди розміщували за міжнародною системою 10/20 у дев'ятнадцяти точках лівої та правої півкуль головного мозку. Реєстрація здійснювалась монополярно з референтним вертекс-електродом. У функціональних пробах аналізувались 60-секундні відрізки часу. Епоха аналізу складала 500 мсек з 50% перекриттям. Під час експерименту досліджувані знаходились у звуко- і світлонепрониклій кімнаті. Для режекції ЕЕГ-артефактів використовувалась процедура ІСА-аналізу. Обробці передував візуальний аналіз відрізків з метою визначення та виділення артефактних записів.

Для кількісної оцінки ЕЕГ-даних мозку використовували комп'ютерні програми оцінки спектральної щільності потужності (СЩП) альфа-ритму ЕЕГ і когерентного аналізу. Значення функції когерентності (Ког) оцінювали за відповідним коефіцієнтом ( $r$ ). До уваги брали значимі ( $r=0,505–0,705$ ) і високі ( $r=0,701–1$ ) коефіцієнти Ког. Значення СЩП і Ког розраховували для усіх пар відведень в усіх

тестових ситуаціях для частотного діапазону альфа-ритму (8–13 Гц), оцінювались їх зміни порівняно з референтним станом.

Під час реєстрації ЕЕГ досліджувалися були із закритими очима, у зручній позі, напівсидячи у кріслі з підголівником. Передпліччя знаходились у фіксованому положенні на підлікотниках.

Електроенцефалограму реєстрували в таких експериментальних ситуаціях: у стані функціонального спокою (фон) та в умовах слухо-моторної оцінки (сприйняття і відтворення) часових інтервалів у 250 мс, 500 мс і 1000 мс. Часові інтервали задавали звуковими стимулами за допомогою комп'ютерної програми Finale 2006. Звукові стимули мали тривалість у 10 мс, голосність у 55–60 дБ і частоту у 110 Гц. В якості звукових стимулів використовували електронну версію барабанного бою. У відповідь на стимули піддослідні здійснювали реципрокні координації (почергове стискання і розтискання пальців кисті правої (ведучої) руки).

Статистичну обробку даних здійснювали за допомогою непараметричних методів з оцінкою критерію достовірності за Вілкоксоном для парних вибірок (програма забезпечення AtteStat). Значимими вважали результати при  $p \leq 0,05$ . З метою повноцінного аналізу динаміки значень Ког у корі головного мозку в умовах сприйняття і відтворення коротких інтервалів часу враховували достовірні зміни коефіцієнта Ког в усіх парах відведень.

### Результати

*Аналіз динаміки значень когерентності біопотенціалів в діапазоні альфа-ритму ЕЕГ при слухо-моторній оцінці білясекундних часових інтервалів.*

При здійсненні слухо-моторних координацій з різними часовими інтервалами встановлюються високі когерентні взаємодії у симетричних лобних частках, а при оцінці інтервалів у 250 мс і 500 мс і у правій лобній зоні кори головного мозку (рис. 1). Значні когерентні зв'язки в цілому реєструються у лобних, скроневих, центральних і тім'яних частках обох півкуль. Характерним є посилення значних когерентних взаємодій правої задньої лобної частки з правою передньою скроневою, з обома центральними частками кори, порівняно зі станом функціонального спокою (рис. 2).

*Слухо-моторна оцінка часових інтервалів у 500 мс* характеризується значимим зниженням значень Ког між частками скронево-центральної ділянки й частками тім'яно-потиличної зони кори великих півкуль переважно у правій півкулі ( $p \leq 0,0249$ ). Разом з тим виявляється зростання даних показників переважно у правій півкулі – лобних та передній скроневої частках ( $0,0249 \leq p \leq 0,05$ ), а також між симетричними центральними ( $p \leq 0,0249$ ) й тім'яними ( $0,0249 \leq p \leq 0,05$ ) ділянками (рис. 1, 2).

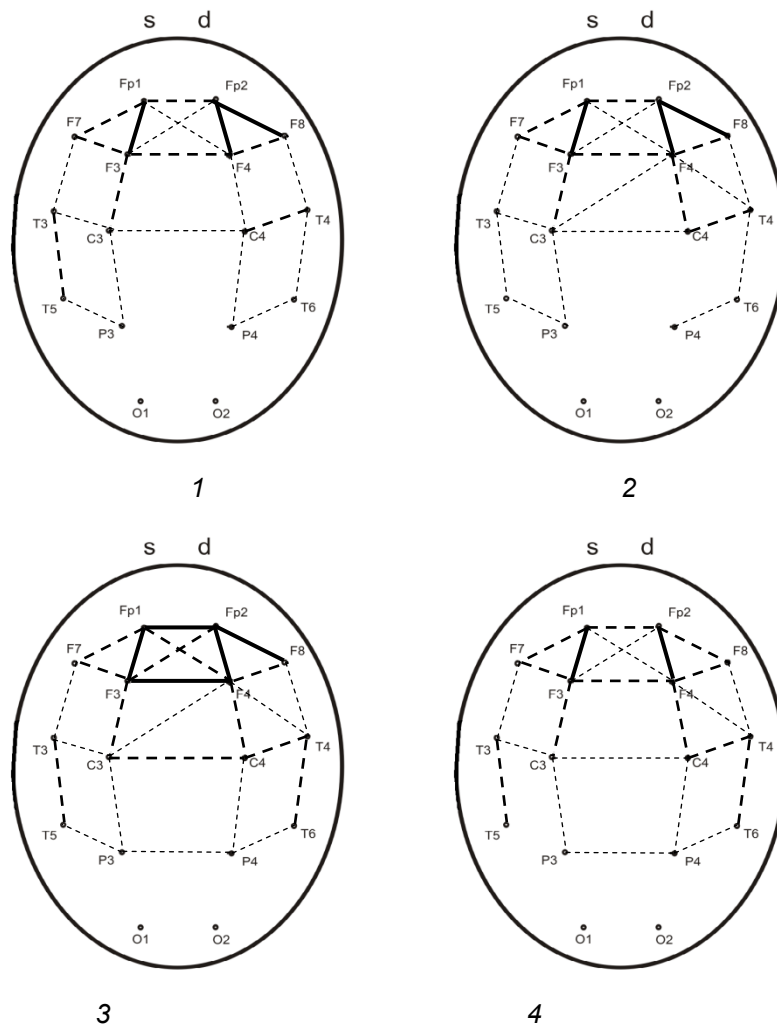
*Слухо-моторна оцінка часових інтервалів у 1000 мс* відзначається загальним зниженням значень Ког між передніми (правими передньою лобною й задньою скроневою, лівою задньою лобною, симетричними центральними частками) ділянками і потиличними частками обох півкуль кори головного мозку,  $p \leq 0,05$  (рис. 2). Разом з тим виявляється зростання даних показників переважно у правій півкулі у лобно-скроневої і центральній зоні при деякому залученні відповідних часток у лівій півкулі кори головного мозку, порівняно зі станом функціонального спокою,  $p \leq 0,05$  (рис. 2). Найреактивнішими щодо збільшення значень Ког виявляються праві лобні і передня скронева частки ( $p \leq 0,025$ ).

У порівнянні зі станом, пов'язаним із сприйняттям і відтворенням часових інтервалів у 500 мс, відмічається зростання значень Ког між симетричними передніми лобними частками, а також у правопівкулевій скроневої ділянці,  $p \leq 0,05$ . Стосовно інших ділянок кори головного мозку відзначається тенденція до загального зниження значень Ког, що досягає значимого рівня у правій півкулі: у лобній зоні та між передньою лобною і потиличною частками,  $p \leq 0,05$  (рис. 2).

Просторовий розподіл когерентних взаємодій у корі головного мозку під час *слухо-моторної оцінки часових інтервалів у 250 мс* вказує на загальне зростання значень Ког переважно лобних, скроневих і центральних ділянках обох півкуль, порівняно зі станом функціонального спокою,  $p \leq 0,05$ . Натомість виявляється і зниження значень когерентності між правими лобною і центральною частками і лівою потиличною часткою,  $p \leq 0,05$  (рис. 2). У порівнянні зі станом, пов'язаним із слухо-моторною оцінкою часових інтервалів у 500 мс, спостерігається зростання значень Ког по всьому скальпу,  $p \leq 0,05$ .

*Аналіз динаміки значень спектральної щільності потужності альфа-ритму ЕЕГ при слухо-моторній оцінці білясекундних часових інтервалів.*

*Слухо-моторна оцінка часових інтервалів у 500 мс* характеризується зниженням СЦП альфа-ритму ЕЕГ по всьому скальпу, що є значимим у центральних ( $0,025 \leq p \leq 0,05$ ), задніх скроневих, тім'яних і потиличних ( $p \leq 0,0249$ ) частках кори головного мозку, порівняно зі станом функціонального спокою (рис. 3). Відзначається деяке переважання значень у тім'яно-потиличній зоні у правій півкулі. У решті ділянок кори головного мозку міжпівкулевих асиметрій не виявляється.



**Рис. 1. Значення когерентності в альфа-діапазоні ЕЕГ в умовах слухо-моторної оцінки білясекундних часових інтервалів**

Умовні позначки до рис. 1–3:

1 – стан функціонального спокою; 2 – слухо-моторна оцінка часових інтервалів у 500 мс; 3 – слухо-моторна оцінка часових інтервалів у 250 мс; 4 – слухо-моторна оцінка часових інтервалів у 1000 мс.

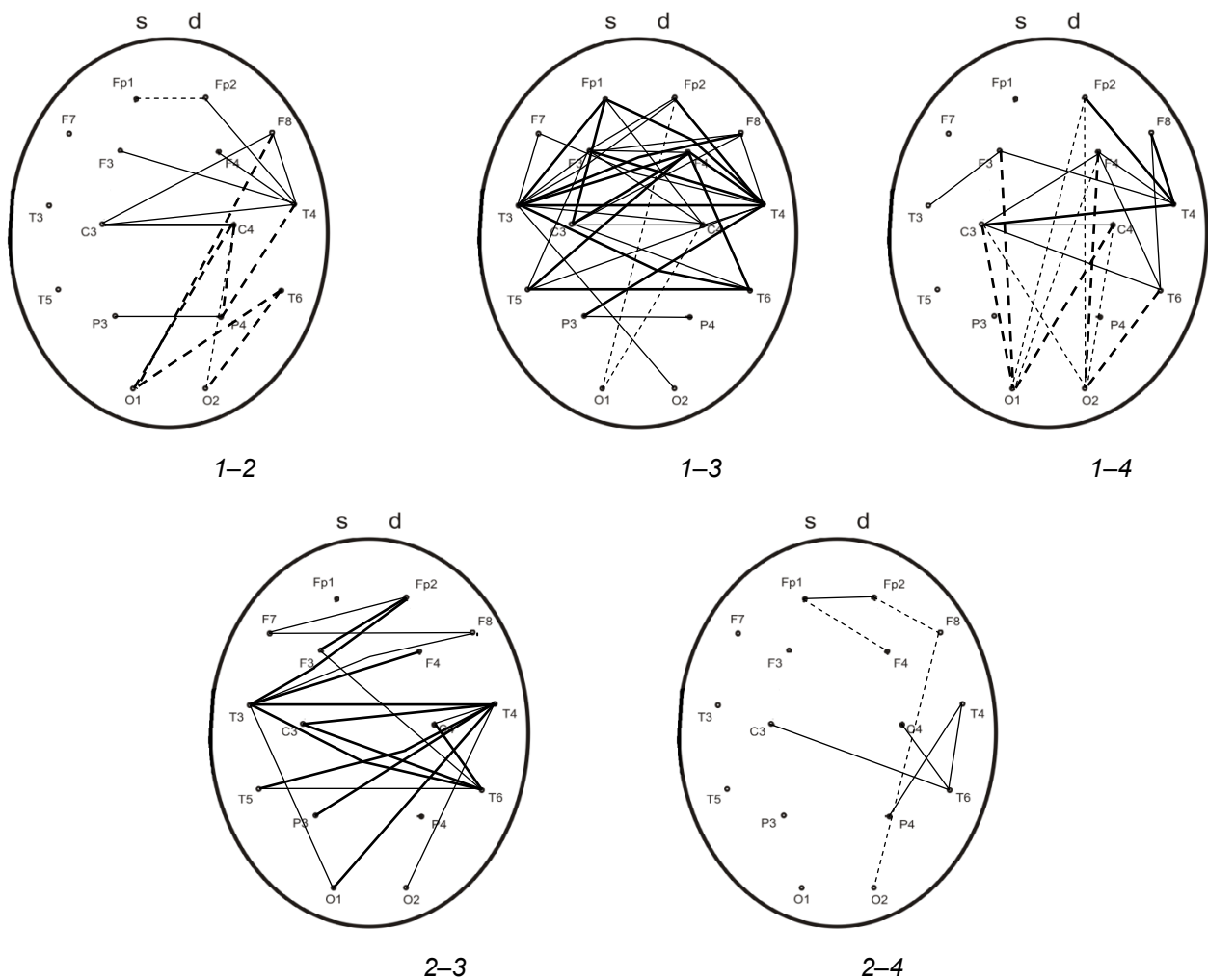
*s* – ліва півкуля; *d* – права півкуля; Fp 1, 2; F 3, 4; F 7, 8 – відповідно передні, задні та бічні лобні частки; C 3, 4 – центральні частки; T 3, 4; T 5, 6 – відповідно передні і задні скроневі частки; P 3, 4 – тім'яні частки; O 1, 2 – потиличні частки в лівій і правій півкулях кори головного мозку.

Умовні позначки до рис. 1:

- значні когерентні зв'язки,  $0,501 \leq r \leq 0,600$ ;
- значні когерентні зв'язки,  $0,601 \leq r \leq 0,700$ ;
- високі когерентні зв'язки,  $r \geq 0,701$ .

При слухо-моторній оцінці часових інтервалів у 1000 мс установлюється загальне зниження СЦП альфа-ритму ЕЕГ по всьому скальпу, порівняно зі станом функціонального спокою і оцінкою часових інтервалів у 250 мс. Дана закономірність є значимою у лівій півкулі у лобній, скроневій і центральній зонах ( $p \leq 0,0249$ ), у правій півкулі – у лобній ділянці кори головного мозку ( $p \leq 0,0249$ ) (рис. 3). Аналіз міжпівкулевих асиметрій виявляє переважання значень у правій півкулі, що є значимим у лобній ( $p \leq 0,0249$ ), передній скроневій та потиличній зонах ( $0,025 \leq p \leq 0,05$ ). У порівнянні з оцінкою часового інтервалу у 500 мс фіксується значиме зниження показників у лобній зоні з акцентом у лівій півкулі та у лівій передній скроневій частці ( $0,025 \leq p \leq 0,05$ ).

За умови слухо-моторної оцінки часових інтервалів у 250 мс відзначається зростання спектральної щільності потужності альфа-ритму ЕЕГ у лобних частках обох півкуль, що виявляється значимим у правій задній лобній частці (до  $41,0 \pm 4,9$  мкВ<sup>2</sup>/Гц,  $p \leq 0,05$ ) (рис. 3). Натомість у задніх скроневих, центральних, тім'яних і потиличних частках виявляється зниження показників, що є значимим у лівій задній скроневій частці (до  $26,9 \pm 3,0$  мкВ<sup>2</sup>/Гц,  $p \leq 0,05$ ). Аналіз міжпівкулевих асиметрій вказує на деяке переважання значень у правій півкулі – у задній скроневій, центральній, тім'яній і потиличній зонах кори головного мозку. Подібна тенденція стає значимою у тім'яній ділянці,  $0,025 \leq p \leq 0,05$ . У порівнянні зі слухо-моторним оцінюванням часового інтервалу у 500 мс виявляються вищі значення спектральної щільності потужності по всьому скальпу, що значимим є у правій півкулі у задній лобній ( $41,0 \pm 4,9$  мкВ<sup>2</sup>/Гц) і тім'яній ( $105,8 \pm 10,7$  мкВ<sup>2</sup>/Гц) частках,  $0,025 \leq p \leq 0,05$ .



**Рис. 2.** Динаміка значень когерентності в діапазоні альфа-ритму ЕЕГ в умовах слухо-моторної оцінки білясекундних часових інтервалів

Умовні позначки до рис. 2:

- зростання значень когерентності у другому тесті,  $0,025 \leq p \leq 0,05$ ;
- зростання значень когерентності у другому тесті,  $p \leq 0,0249$ ;
- зменшення значень когерентності у другому тесті,  $0,025 \leq p \leq 0,05$ ;
- зменшення значень когерентності у другому тесті,  $p \leq 0,249$ .

### Обговорення

Результати наших досліджень вказують на характерну динаміку електричної активності кори головного мозку в діапазоні альфа-ритму, що відображає залежність перебудов внутрішньокоркових процесів від тривалості часових відрізків, що оцінювались.

Виконання слухо-моторних координацій з різними часовими інтервалами у корковій організації супроводжується не лише участю центрів моторної кори, які складають ядро рухового аналізатора, але й інших – проєкційних і асоціативних полів (лобних, скроневих і тім'яних часток). На думку авторів Фарбер, Анісімової (2000), Rykhlevskaia et al. (2008), Snyder et al. (2009), взаємодія цих ділянок кори головного мозку створює умови для об'єднання роботи багатьох центрів у єдину функціональну систему, що і забезпечує довільні моторні дії – слухо-моторні координації. Наші дані також узгоджуються з результатами досліджень Болдиревої та ін. (2009), що виявляють посилення міжпівкулевої взаємодії (у вигляді зростання як симетричних, так і діагональних когерентностей) у центральних і лобних коркових зонах під час рухів пальців кисті.

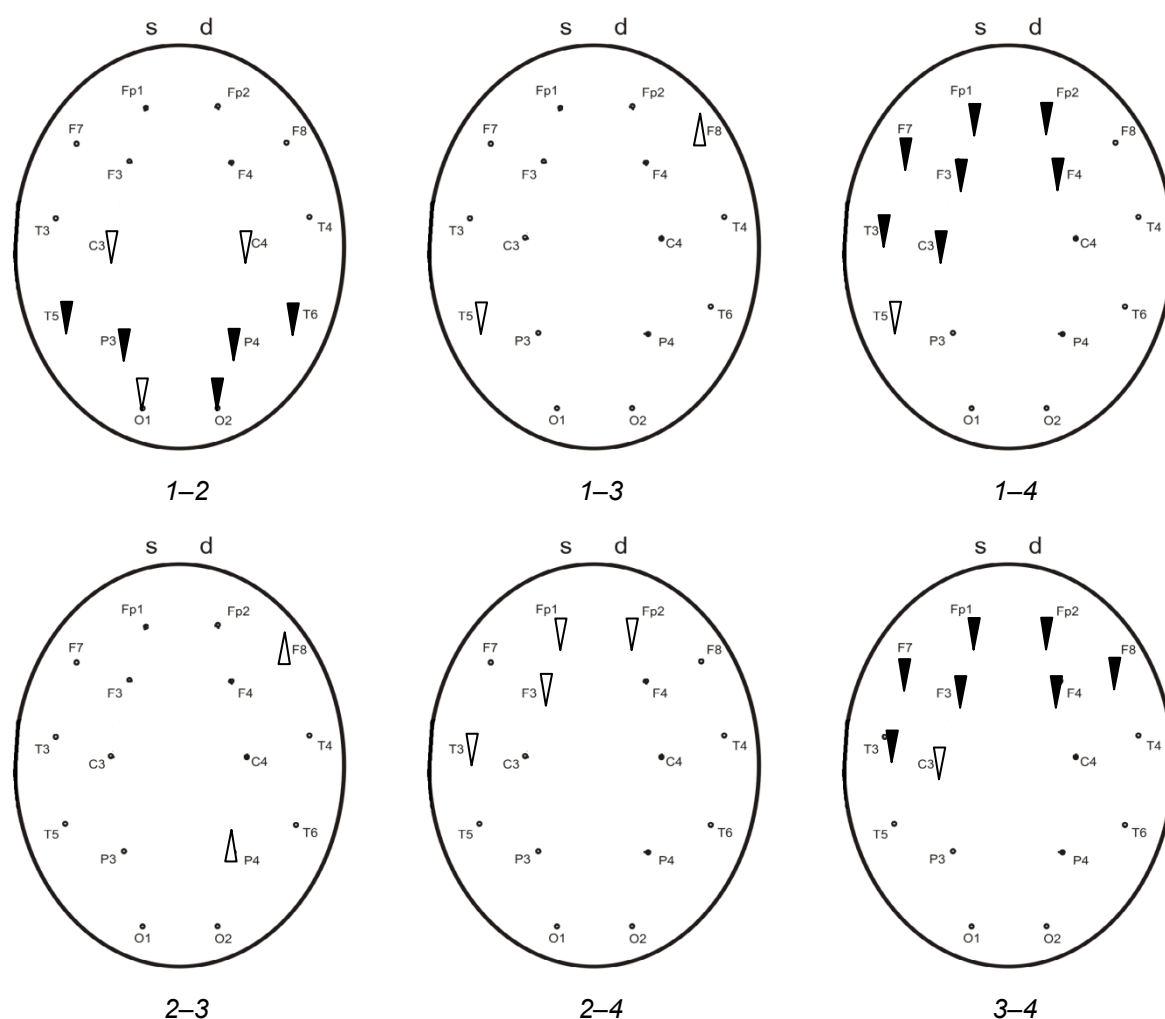


Рис. 3. Динаміка спектральної щільності потужності (СЩП, мкВ<sup>2</sup>/Гц) альфа-ритму ЕЕГ у чоловіків в умовах слухо-моторного оцінювання білясекундних інтервалів часу

Умовні позначки до рис. 3:



зростання значень СЩП у другому тесті,  $0,025 \leq p \leq 0,05$ ;  
зменшення значень СЩП у другому тесті,  $0,025 \leq p \leq 0,05$ ;  
зменшення значень СЩП у другому тесті,  $p \leq 0,249$ .

Слухо-моторна оцінка часового інтервалу у 500 мс характеризується значимим зниженням Ког і СЦП біопотенціалів в діапазоні альфа-ритму ЕЕГ у центральних, задніх скроневих, тім'яних і потиличних частках кори головного мозку, порівняно зі станом функціонального спокою. Подібна закономірність, на думку Гаркавенко та ін. (2005), Костандова та ін. (2009), вказує на зростання активаційних процесів у зазначених коркових зонах при збільшенні коркового контролю. Разом з тим локалізація активаційних процесів у центральних і тім'яно-потиличних структурах вказує на використання піддослідними у значній мірі автоматизованих стратегій у даній слухо-моторній діяльності (Болдырева и др., 2009). Відзначається деяке переважання значень альфа-ритму ЕЕГ у правій півкулі: Ког – у лобно-скроневій зоні, СЦП – у тім'яно-потиличній зоні.

В контексті дослідження коркових механізмів кодування коротких (білясекундних) тривалостей особливий інтерес становить співставлення значень Ког і СЦП біопотенціалів в діапазоні альфа-ритму ЕЕГ в умовах сприйняття і відтворення часових інтервалів до 500 мс (250 мс) і від 500 мс (1000 мс) з особливостями активаційних процесів у півкулях кори головного мозку при слухо-моторній оцінці інтервалу у 500 мс.

У порівнянні зі слухо-моторним оцінюванням часового інтервалу у 500 мс при сприйнятті і відтворенні часового інтервалу у 250 мс виявляються вищі значення Ког і СЦП біопотенціалів в діапазоні альфа-ритму ЕЕГ по всьому скальпу. Разом із тим, порівняно зі станом функціонального спокою, відзначається зростання значень у лобних, скроневих і центральних частках обох півкуль. Натомість, у тім'яних і потиличних частках виявляється зниження показників. Автори Гаркавенко та ін. (2005), Костандов та ін. (2009), Goldman et al. (2002), Laufs et al. (2003) посилення синхронізації і значень СЦП альфа-ритму у корі головного мозку пов'язують із пониженням збудливості її нейронів і розвитком гальмівних процесів. У зв'язку з цим збільшення значень Ког і СЦП у корі головного мозку під час сприйняття і відтворення часових інтервалів у 250 мс може бути наслідком зниження довільного коркового контролю й уваги при оцінці топологічних характеристик стимулів – їх одночасності–різноманітності.

При слухо-моторній оцінці часового інтервалу у 1000 мс установлюється загальне зниження значень Ког і СЦП біопотенціалів в діапазоні альфа-ритму ЕЕГ по всьому скальпу, порівняно зі станом функціонального спокою і оцінкою часових інтервалів у 250 мс. За даними оцінки спектральної щільності потужності альфа-ритму ЕЕГ ця закономірність є найбільш вираженою у лівій півкулі у лобно-скроневій і центральній зонах кори головного мозку. Зниження показників Ког і СЦП біопотенціалів у діапазоні альфа-ритму ЕЕГ вказує на розвиток процесів десинхронізації і посилення активаційних процесів в коркових ділянках в умовах зростання участі когнітивного фактору (Костандов и др., 2009; Болдырева и др., 2009; Фарбер, Анисимова, 2000; Berti, 2008). Зростання задіяності фронтальних часток при ускладненні слухо-моторної діяльності, на думку Фарбер, Анисимової (2000), Molnár et al. (2008), також лінійно корелює з посиленням коркового контролю. Аналіз міжпівкулевих асиметрій виявляє переважання Ког і СЦП біопотенціалів в діапазоні альфа-ритму ЕЕГ у лобно-скроневій і центральній ділянках правої півкулі. На нашу думку, це свідчить про більш виражені активаційні процеси у лівій півкулі у відповідних частках. На думку Ходанович, Єсипенко (2007), механізм оцінки часу у лівій півкулі пов'язаний зі звуковою мовною діяльністю, що потребує тонкого аналізу часових характеристик.

У порівнянні з оцінкою часового інтервалу у 500 мс фіксується значиме зниження показників СЦП у лівій лобно-скроневій зоні. За даними когерентного аналізу відмічається зростання значень Ког між симетричними передніми лобними частками, а також у правопівкулевій скроневій ділянці. Стосовно інших ділянок кори головного мозку відзначається тенденція до загального зниження значень Ког, що досягає значимого рівня у правій півкулі: у лобній зоні та між передньою лобною і потиличною частками.

Таким чином, здійснення слухо-моторних координацій з різними часовими інтервалами забезпечується скоординованою діяльністю різних систем мозку, як безпосередньо контролюючих реалізацію моторного акту, так і пов'язаних із процесами сприйняття, уваги, пам'яті.

### Висновки

1. Установлено переважне залучення лобних, скроневих, центральних і тім'яних структур обох півкуль кори головного мозку при забезпеченні слухо-моторної оцінки білясекундних часових інтервалів у чоловіків.
2. Слухо-моторна оцінка часового інтервалу у 500 мс характеризується значимим зниженням Ког і СЦП біопотенціалів в альфа-діапазоні ЕЕГ у центральних, задніх скроневих, тім'яних і потиличних частках кори головного мозку, порівняно зі станом функціонального спокою.

3. Слухо-моторна оцінка часових інтервалів у 250 мс пов'язана із генералізованим зростанням значень Ког і СЦП біопотенціалів в альфа-діапазоні ЕЕГ у лобних, скроневих і центральних частках обох півкуль кори головного мозку, порівняно зі станом функціонального спокою.
4. Слухо-моторна оцінка часового інтервалу у 1000 мс відзначається загальним зниженням Ког і СЦП біопотенціалів в діапазоні альфа-ритму ЕЕГ по всьому скальпу, порівняно зі станом функціонального спокою і оцінкою часових інтервалів у 250 мс.
5. Скорочення часового інтервалу між слухо-моторними координаціями від 500 мс до 250 мс супроводжується зростанням Ког і СЦП біопотенціалів в альфа-діапазоні ЕЕГ по всьому скальпу. Натомість зростання часового інтервалу від 500 мс до 1000 мс забезпечується зниженням показників СЦП переважно у лівій лобно-скроневій зоні і зростанням значень Ког – у правій лобно-скроневій зоні.
6. Міжпівкулеві відмінності за умов слухо-моторної оцінки часових інтервалів вказують на переважання Ког і СЦП біопотенціалів в альфа-діапазоні ЕЕГ у правій півкулі.

### Список літератури

- Айдаркина Е.С. Изучение характера взаимодействия сенсорного и двигательного компонентов внимания в условиях сенсомоторной интеграции // *Материалы международной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Ломоносов-2008».* – Москва, 2008. – С. 179–180.
- Болдырева Г.Н., Жаворонкова Л.А., Шарова Е.В. и др. фМРТ-ЭЭГ-исследование реакций мозга здорового человека на функциональные нагрузки // *Физиология человека.* – 2009. – Т.35, №3. – С. 20–30.
- Гаркавенко В.В., Горковенко А.В., Маньковская Е.П. и др. Изменение мощности ЭЭГ-активности в альфа-диапазоне под влиянием тонического болевого воздействия на область дистального сустава мизинца руки // *Физиология человека.* – 2005. – Т.31, №2. – С. 77–84.
- Грибанова С.В., Павленко В.Б., Махин С.А. Особенности восприятия времени больными различными психическими заболеваниями // *Ученые записки Таврического национального университета им. В.И.Вернадского.* – 2002. – Т.15 (54), №1. – С. 36–40.
- Костандов Э.А., Черемушкина Е.А., Козлов М.К. Вызванная синхронизация/десинхронизация корковой электрической активности на лицевые стимулы при формировании установки на эмоционально-отрицательное выражение // *Журн. высш. нерв. деят.* – 2009. – Т.59, №2. – С. 144–154.
- Коцан І.Я., Швайко С.Є., Козачук Н.О. та ін. Системна організація інтегративних процесів когнітивної діяльності. – Луцьк: Вежа, 2008. – 296с.
- Москвин В.А. Проблема связи латеральных профилей с индивидуальными различиями человека. Автореф. дис. ... д-ра психол. наук: 19.00.02 – психофизиология. – Оренбург, 2002. – 40с.
- Сысоева О.В., Вартанов А.В. Две мозговые подсистемы кодирования длительности стимула // *Психол. журн.* – 2005. – Т.26 (2). – С. 81–90.
- Фарбер Д.А., Анисимова И.О. Функциональная организация коры больших полушарий при выполнении произвольных движений. Возрастной аспект // *Физиология человека.* – 2000. – Т.26, №5. – С. 35–43.
- Ходанович М.Ю., Есипенко Е.А. Связанные с событиями потенциалы мозга при отмеривании времени человеком. I. Различные стратегии выполнения моторных задач на время // *Вестник Томского государственного университета.* – 2007. – №298. – С. 231–236.
- Цуканов Б.И. Время в психике человека. – Одесса: Астропринт, 2000. – 220с.
- Шляхтин Г.С. Сенсорно-перцептивная концепция восприятия времени // *Материалы 3 Всероссийского съезда психологов «Ежегодник Российского психологического общества».* – С.-Пб.: Российское психологическое общество, 2003. – Т.8. – С. 473–477.
- Berti S. Cognitive control after distraction: Event-related brain potentials (ERPs) dissociate between different processes of attentional allocation // *Psychophysiology.* – 2008. – Vol.45, Issue 4. – P. 608–620.
- Bradley M. Natural selective attention: Orienting and emotion // *Psychophysiology.* – 2009. – Vol.46, Issue 1. – P. 1–11.
- Gherri E., Velzen Jo.V., Eimer M. The instructed context of a motor task modulates covert response preparation and shifts of spatial attention // *Psychophysiology.* – 2009. – Vol.46, Issue 3. – P. 655–667.
- Goldman R.I., Stern J.M., Engel J.Jr., Cohen M.S. Simultaneous EEG and fMRI of the alpha rhythm // *Neuroreport.* – 2002. – Vol.13, №18. – P.2487.
- Grondin S., Ouellette C., Roussel M.E., Can J. Benefits and limits of explicit counting for discriminating temporal intervals // *Exp. Psychol.* – 2004. – Vol.58. – P. 1–12.
- Laufs H., Kleinschmidt A., Beyerly A. EEG-correlated fMRT of human alpha activity // *Neuroimage.* – 2003. – Vol.19, №4. – P.1463.



Molnár M., Csuhaj R., Gaál Z.A. et al. Spectral characteristics and linear–nonlinear synchronization changes of different EEG frequency bands during the CNV // *Psychophysiology*. – 2008. – Vol.45, Issue 6. – P. 412–419.

Ortega L., L'opez F. Effects of visual flicker on subjective time in a temporal bisection task // *Behavioural Processes*. – 2008. – Vol.78. – P. 380–386.

Pazo-Alvares P., Cadaveira F., Amenedo E. MMN in the visual modality: a review // *Biol. Psychol.* – 2003. – Vol.63. – P. 199–212.

Rykhlevskaia E., Gratton G., Fabiani M. Combining structural and functional neuroimaging data for studying brain connectivity: a review // *Psychophysiology*. – 2008. – Vol.45, Issue 2. – P. 173–187.

Snyder J.S., Holder W.T., Weintraub D.M. et al. Effects of prior stimulus and prior perception on neural correlates of auditory stream segregation // *Psychophysiology*. – 2009. – Vol.46, Issue 6. – P. 1208–1215.

---

**Представлено: І.Я.Коцаном / Presented by: I.Ya.Kotsan**

**Рекомендовано до друку: Н.О.Бабенко / Recommended for publishing by: N.A.Babenko**

*Подано до редакції / Received: 21.01.2010.*

© А.Г.Моренко, 2010

© A.G.Morenko, 2010