

**ЕЕГ МАРКЕРИ СЛУХО-МОТОРНИХ КООРДИНАЦІЙ
З БІЛЯСЕКУНДНИМИ ЧАСОВИМИ ІНТЕРВАЛАМИ
У ЧОЛОВІКІВ ЗА ДАНИМИ СПЕКТРАЛЬНОЇ ЩІЛЬНОСТІ
ПОТУЖНОСТІ θ -РИТМУ**

Моренко А.Г.

Волинський національний університет

У дослідженнях взяли участь 15 здорових і праворуких чоловіків 17-21 років. Показником інформаційних процесів під час реалізації слухо-моторних координацій з білясекундними часовими інтервалами (250 мс, 500 мс і 1000 мс) вважалась спектральна щільність потужності (СЩП) θ -ритму ЕЕГ. Здійснення слухо-моторних координацій з інтервалами у 500 мс і, особливо, у 1000 мс супроводжувалось зниженням показників, що вказує на посилення активаційних процесів у корі головного мозку. Натомість зменшення інтервалу між координаціями до 250 мс характеризувалось збільшенням показників, що, в свою чергу, свідчить про деактиваційні зміни у корі й наростання напруженості досліджуваних.

Ключові слова: слухо-моторні координації, білясекундні часові інтервали, спектральна щільність потужності, θ -ритм.

EEG markers of otic and motor co-ordinations with about second time intervals in men by the data of power spectral density of θ -rhythm (sex aspect). Morenko A. G. – 15 health and right-handed men in the age of 17–21 were tested in the experiment. The indicator of information processes during implementation of otic and motor co-ordinations with about second time intervals (250 ms, 500 ms and 1000 ms) was considered the power spectral density (PSD) of EEG θ -rhythm. Implementation of the otic and motor co-ordinations with intervals in 500 ms and, especially, in 1000 ms was accompanied by decrease in measurements, which indicates the intensification of activation processes in the cerebral cortex. However, reducing the interval between co-ordinations to 250 ms was characterized by increase of indices, which, in turn, indicates the deactivation changes in the cortex and increase in tension of the tested subjects.

Key words: otic and motor co-ordinations, about second time intervals, spectral power density, θ -rhythm.

ВСТУП

Одним з актуальних напрямів сучасної психофізіології є з'ясування механізмів інтеграції сенсорного сприйняття і моторного відтворення у сенсо-моторному координуванні [1; 2; 3; 8; 9; 16; 20]. Велику увагу сенсорній (слуховій) перцепції і м'язовій діяльності

приділяють і при вивченні особливостей сприйняття часу людиною, особливо в діапазоні коротких (до 1000 мс) інтервалів [1; 8; 12; 13; 15; 17; 18; 19; 21; 23; 24]. Саме в цьому діапазоні тривалостей знаходяться важливі часові сигнали, що відносяться до сприйняття мови та рухів [7; 8; 17; 18; 19]. 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 [2; 5; 14].

Разом з тим, за даними наукової спільноти [13; 15; 17; 19; 21; 23; 24] не існує одного єдиного механізму сприйняття різних за тривалістю відрізків часу. Наатанен [12] виявив відмінності викликаних потенціалів на стимули різної тривалості в рамках дослідження негативності розузгодження. Ходанович, Єсипенко [17], Pazo-Alvares, Cadaveira, Amenedo [24], досліджуючи механізми виявлення відмінностей у тривалості зорових стимулів методом реєстрації потенціалів, пов'язаних з подією, виявили лінійні залежності між амплітудами P300 і N200-500 і тривалістю стимулів. Сисоєва, Вартанов [15] установили, що P300 (світло) і P250 (звук) лінійно пов'язані із суб'єктивною оцінкою тривалості стимулу при зоровій стимуляції і V-подібно – при слуховій. Автори указують на роль фронтальних та центральних ділянок мозку у процесі сприйняття й оцінки інтервалів часу. Портнова, Балашова, Вартанов [13] показують наявність феномену «когнітивного захоплення» (оперативного підлаштування біологічного та психологічного часу) в умовах прискорення / уповільнення швидкості подання стимулів при відмірюванні часових інтервалів. Аналізуючи психофізичні характеристики сенсорних систем людини, Шляхтин [19], Grondin, Ouellette, Rousse [21], Ortega, Lopez [23] установили існування відмінностей у механізмах обробки інформації при суб'єктивній оцінці різних за тривалістю відрізків часу та характеру участі когнітивних факторів (уваги, пам'яті) при цьому.

Не дивлячись на кількість робіт, присвячених вивченню психофізичних та психофізіологічних основ оцінки людиною часу, залишаються ряд питань, яку потребують подальших досліджень. Особливий інтерес викликає з'ясування специфіки коркових активаційних процесів при забезпеченні слухо-моторної оцінки різних за тривалістю (в межах 1000 мс) часових інтервалів. Відкритими є питання і про співвідношення процесів синхронізації і десинхронізації, про характер міжпівкулевих взаємодій за умов скоординованого перемикання уваги між слуховим сприйняттям і запуском необхід-

ної моторної програми в умовах стабільної ритмічної слухо-моторної діяльності з білясекундними часовими інтервалами. На шляху до з'ясування зазначених питань виявляється актуальним завдання нашого дослідження: виявлення особливостей динаміки внутрі-коркових активаційних процесів у діапазоні θ -ритму при виконанні слухо-моторних координацій з часовими інтервалами до 500 мс (250 мс), у 500 мс та від 500 мс (1000 мс) у режимі стабільної ритмічної діяльності.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

У наших дослідженнях взяли участь 15 здорових (медична картка 086/у) і праворуких чоловіків 17-21 років. Профіль мануальної асиметрії визначали за самооцінкою і спеціально розробленими мануальними тестами (переплетення пальців кисті, схрещування рук на грудях, аплодування, тепінг-тест і динамометрія). Усі піддослідні в експерименті брали участь на добровільній основі із дотриманням норм біомедичної етики.

Показником інформаційних процесів в умовах адекватного тестування вважалась електрична активність кори головного мозку. Реєстрацію електроенцефалограми (ЕЕГ) здійснювали за допомогою апаратно-програмного комплексу „Нейрон-Ком” („ХАІ-Медика”). Активні електроди розміщували за міжнародною системою 10/20 у дев'ятнадцяти точках голови: у потиличній, тім'яній, скроневій, лобній ділянках лівої та правої півкулі 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 видалення артефактних записів. ЕЕГ-дані аналізували за допомогою комп'ютерної програми оцінки спектральної щільності потужності (СЩП) ЕЕГ. Ця функція задає розподіл потужності сигналу по частотах і характеризує основні властивості стаціонарних випадкових процесів. Значення СЩП розраховували для усіх пар відведень в усіх тестових ситуаціях для частотного діапазону θ -ритму (4-8 Гц). Оцінювали зміни СЩП θ -ритму порівняно з фоном з іншими тестовими ситуаціями.

Під час реєстрації ЕЕГ досліджувані були із закритими очима, у положенні напівсидячи у кріслі з підголовником. Передпліччя зна-

ходились у фіксованому положенні на підлікотниках. Електроенцефалограму реєстрували у стані функціонального спокою (фон) та в умовах здійснення ритмічних слухо-моторних координацій (слухового сприйняття і мануального відтворення) з міжстимульними часовими інтервалами у 250 мс, 500 мс і 1000 мс. В якості стимулів використовували звуки (електронна версія барабанного бою, програмне забезпечення Finale 2006) тривалістю у 10 мс, голосністю у 55-60 дБ, частотою у 110 Гц. У відповідь на стимули піддослідні здійснювали реципрокні координації – по чергове стискали і розтискали пальці кисті правої (ведучої) руки. Статистичну обробку даних здійснювали за допомогою непараметричних методів з оцінкою критерію Вілкоксона для парних вибірок (програмне забезпечення AtteStat). Значимими вважали результати при $p \leq 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Установлюється лобно-потиличний градієнт зростання СЩП θ -ритму ЕЕГ у всіх тестових ситуаціях у чоловіків. Стан функціонального спокою характеризується переважанням СЩП θ -ритму ЕЕГ у правій півкулі по всьому «скальпу», що є значимим у передніх скроневих частках, $p \leq 0,05$.

Здійснення слухо-моторних координацій з інтервалами у 500 мс супроводжується значимим зниженням СЩП θ -ритму ЕЕГ у скроневих (зліва: до $8,7 \pm 1,6$ мкВ²/Гц; справа: до $6,1 \pm 0,7$ мкВ²/Гц), центральних (зліва: до $12,2 \pm 1,6$ мкВ²/Гц; справа: до $13,2 \pm 1,5$ мкВ²/Гц), тім'яних (зліва: до $12,5 \pm 1,5$ мкВ²/Гц; справа: до $13,9 \pm 1,5$ мкВ²/Гц) і потиличних частках (зліва: до $19,5 \pm 2,9$ мкВ²/Гц; справа: до $22,9 \pm 3,5$ мкВ²/Гц) обох півкуль кори головного мозку, $p \leq 0,05$ (рис. 1).

Реалізація слухо-моторних координацій з часовими інтервалами у 1000 мс характеризується значимим зниженням СЩП θ -ритму ЕЕГ по всьому «скальпу» ($p \leq 0,025$), за винятком симетричних передніх лобних часток, порівняно зі станом функціонального спокою (рис. 1). Показники у симетричних передніх лобних частках не зазнали значимих змін, проте виявили тенденцію до зростання. Костандов, Курова, Черемушкін [10] зростання потужності θ -активності у лобних ділянках пов'язують із необхідністю розподілу ресурсів уваги при вирішенні поставлених завдань. Підвищення активності передніх відділів кори великих півкуль, на думку авторів, полегшує процес зміни установок, що сприяє більш гнучкому пристосуванню до ситуації.

Зростання часових інтервалів між слухо-моторними координаціями від 500 мс до 1000 мс відзначається тенденцією до знижен-

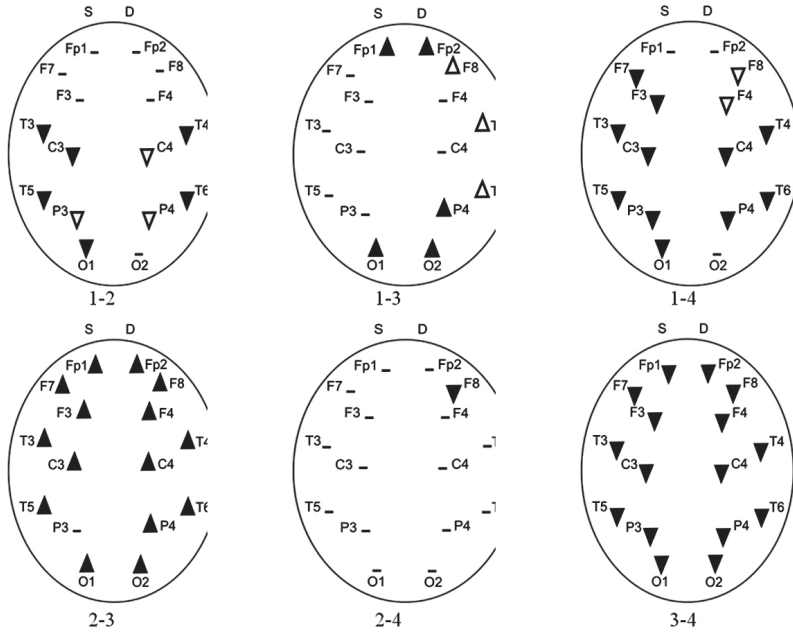


Рис. 1. Динаміка спектральної щільності потужності θ -ритму ЕЕГ у чоловіків в умовах здійснення слухо-моторних координацій з білясекундними інтервалами часу

Умовні позначки: стан функціонального спокою (1); здійснення слухо-моторних координацій з інтервалами часу у 500 мс (2), у 250 мс (3), у 1000 мс (4); Fp 1, 2; F 3, 4; F 7, 8 – відповідно передні, задні та бічні лобні частки; С 3, 4 – центральні частки; Т 3, 4; Т 5, 6 – відповідно передні і задні скроневі частки; Р 3, 4 – тім'яні частки; О 1, 2 – потиличні частки в лівій (s) і правій (d) півкулях кори головного мозку; $\Delta \nabla$ – зростання (зменшення) показників у другому тесті, $0,025 \leq p \leq 0,05$; $\blacktriangle \blacktriangledown$ – зростання (зменшення) показників у другому тесті, $p \leq 0,0249$.

ня показників у лівій півкулі у бічній лобній і передній скроневій частках, у правій півкулі – передній скроневій ділянці (до $6,7 \pm 0,6$ мкВ²/Гц, $p \leq 0,025$) (рис. 1). Порівняно зі сприйняттям і відтворенням часових інтервалів у 250 мс, зростання інтервалів до 1000 мс супроводжується значимим зниженням СЩП θ -ритму ЕЕГ по всьому «скальпу», $p \leq 0,025$. Посилення процесів десинхронізації в діапазоні θ -ритму ЕЕГ за умов зростання тривалості міжстимульних часових інтервалів (до 1000 мс), на нашу думку та у відповідності з даними Фарбер, Анісімової [16], Базанової, Штарк [3], Данько [6], Болдире-

вої, Жаворонкової, Шарової та ін. [4], свідчить про посилення активаційних процесів у корі головного мозку. За даними Шляхтина [19], Grondin, Ouellette, Rouse [21], Ortega, L'opez [23], суб'єктивна оцінка тривалостей від 400-500 мс пов'язана із залученням уваги, пам'яті та інших когнітивних факторів.

Таким чином, результати наших досліджень відображають характерну специфіку коркових активаційних процесів при забезпеченні стабільної ритмічної діяльності, що змінювалась у залежності від тривалості часових інтервалів між слухо-моторними координаціями. У цілому здійснення слухо-моторних координацій з інтервалами у 500 мс у чоловіків супроводжувалось зниженням СЩП θ -ритму у корі головного мозку. Зростання інтервалів між координаціями до 1000 мс призводило до посилення десинхронізації. Натомість зменшення інтервалів до 250 мс характеризувалось зростанням показників.

Одержані нами результати створюють передумови для планування напрямів подальших досліджень. Вони будуть лежати у площині виявлення ЕЕГ корелятив слухо-моторної оцінки часових інтервалів у діапазоні 500-1000 мс, а також більших від 1000 мс. Це дозволить детальніше вивчити особливості коркових активаційних процесів при забезпеченні різних механізмів суб'єктивної оцінки часу як чоловіками, так і жінками, а також визначити міру чутливості до фактору монотонії в умовах стабільної ритмічної діяльності.

ВИСНОВКИ

1. Установлено характерну специфіку коркових активаційних процесів при забезпеченні стабільної ритмічної діяльності, що змінювалась у залежності від тривалості часових інтервалів між слухо-моторними координаціями.

2. Здійснення слухо-моторних координацій з інтервалом у 500 мс і, особливо, у 1000 мс у чоловіків супроводжувалось зниженням СЩП θ -ритму у корі головного мозку, переважно у скроневих, центральних та тім'яних частках. У симетричних передніх лобних ділянках відзначили деяке зростання показників.

3. Реалізація слухо-моторних координацій з інтервалом у 250 мс у чоловіків відзначається значимим зростанням СЩП θ -ритму ЕЕГ у корі головного мозку, особливо у правій півкулі, порівняно зі станом функціонального спокою.

Література:

1. Айдаркина Е. С. Изучение характера взаимодействия сенсорного и двигательного компонентов внимания в условиях сенсомоторной интегра-

ции. / Ломоносов: материалы докладов XV Международной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых – М.: Изд-во МГУ; СП МЫСЛЬ, 2008. – С. 179-180.

2. Асланян Е. В., Кирой В. Н. Об индивидуальных особенностях реагирования на действие факторов монотонии. // Психол. журнал. – 2002. – Т. 23, № 4. – С. 82-89.

3. Базанова О. М., Штарк М. Б. Биоуправление в оптимизации психомоторной реактивности. Сообщение 1. Сравнительный анализ биоуправления и обычной исполнительской практики. // Физиол. человека. – 2007. – Т. 33, № 4. – С. 24-32.

4. Болдырева Г. Н., Жаворонкова Л. А., Шарова Е. В. та ін. фМРТ-ЭЭГ-исследование реакций мозга здорового человека на функциональные нагрузки. // Физиол. человека – 2009. – Т. 35, № 3. – С. 20-30.

5. Данилова Н. Н., Гудков В. Н. Применение метода вызванных потенциалов для изучения и диагностики функциональных состояний и процесса сенсорного обучения: практикум по физиологии. – М.: Изд-во МГУ, 1984. – С. 72-85.

6. Данько С. Г. Об отражении различных аспектов активации мозга в электроэнцефалограмме: что показывает количественная электроэнцефалография состояний покоя с открытыми и закрытыми глазами. / С. Г. Данько // Физиол. человека – 2006. – Т. 32, № 4. – С. 5-17.

7. Грибанова С. В., Павленко В. Б., Махин С. А. Особенности восприятия времени больными различными психическими заболеваниями. // Ученые записки Таврич. национ. ун-та им. В.И. Вернадского – 2002. – Т. 15 (54), № 1. – С. 36-40.

8. Каменская В. Г. Время в процессе отражения и как фактор организации целенаправленных акустико-моторных реакций человека: Автореф. дисс. ... д-ра психол. наук: 19.00.02 / СПб. гос. ун-т. – СПб., 1995. – 40 с.

9. Коренкова Н. Е., Олейник Ю. Н. Психомоторика в структуре интегральной индивидуальности человека. // Психол. журнал. – 2006. – Т. 27, № 1. – С. 54-66

10. Костандов Э. А., Курова Н. С., Черемушкин Е. А. Изменения корковой электрической активности при формировании установки в условиях увеличения нагрузки на рабочую память. // Журнал высш. нервн. деятельн. – 2004. – Т. 54, № 4. – С. 448-454.

11. Москвин В. А. Проблема святы латеральных профилей с индивидуальными различиями человека: Автореф. дисс. ... д-ра психол. наук: 19.00.02 / СПб. гос. ун-т. – Оренбург, 2002. – 40 с.

12. Наатанен Р. Внимание и функции мозга / под ред. Е. Н. Соколова. – М.: Изд-во МГУ, 1998. – 560 с.

13. Портнова Г. В., Балашова Е. Ю., Варганов А. В. Феномен «когнитивного захватывания» при оценивании временных интервалов. // Психол. журнал. – 2006. – Т. 27, № 1. – С. 67-80.

14. Рыжов Ю. Влияние темпо-ритмической структуры музыки на психофизиологическое состояние человека / под ред. Владимира Козлова // Психотехнологии в социальной работе. – 2005. – Вип. 10. – С. 152-154.

15. Сысоева О. В., Варганов А. В. Две мозговые подсистемы кодирования длительности стимула. // Психол. журнал. — 2005. — Т. 26(2). — С. 81-90.
16. Фарбер Д. А., Анисимова И. О. Функциональная организация коры больших полушарий при выполнении произвольных движений. Возрастной аспект. // Физиол. человека. — 2000 — Т. 26. — № 5. — С. 35-43.
17. Ходанович М. Ю., Есипенко Е. А. Связанные с событиями потенциалы мозга при отмеривании времени человеком. I. Различные стратегии выполнения моторных задач на время. // Вестн. Томск. гос. ун-та. — 2007. — № 298. — С. 231–236.
18. Цуканов Б. И. Время в психике человека. — Одесса: Астропринт, 2000. — 220 с.
19. Шляхтин Г. С. Сенсорно-перцептивная концепция восприятия времени / Ежегодник Российского психологического общества: материалы 3 Всероссийского съезда психологов. — СПб.: Изд-во СПб. гос. ун-та, 2003. — Т. 8. — С. 473-477.
20. Bradley M. Natural selective attention: Orienting and emotion // Psychophysiol. — 2009. — V. 46. — I. 1. — P. 1-11.
21. Grondin S., Ouellette C., Roussel M. E. et. all. Benefits and limits of explicit counting for discriminating temporal intervals. // Exp. Psychol. — 2004. — V. 58. — P. 1–12.
22. Ohara S., Mima T., Baba K. et. all. Increased synchronization of cortical oscillatory activities between human supplementary motor and primary sensorimotor areas during voluntary movements. // J. Neurosci. — 2001. — V. 21. — P. 9377-9386.
23. Ortega L., Lropez F. Effects of visual flicker on subjective time in a temporal bisection task. // Behavioural Processes — 2008. — V. 78. — P. 380–386.
24. Pazo-Alvares P., Cadaveira F., Amenedo E. MMN in the visual modality: a review. // Biol. Psychol. — 2003. — V. 63. — P. 199-212.

ЭЭГ маркеры слухо-моторных координаций с околосекундными интервалами времени у мужчин по данным спектральной плотности мощности θ -ритма (половой аспект). Моренко А. Г. — В исследованиях приняли участие 15 здоровых и праворуких мужчин 17-21 лет. Показателем информационных процессов во время реализации слухо-моторных координаций с околосекундными интервалами времени (250 мс, 500 мс и 1000 мс) считалась спектральная плотность мощности (СПМ) θ -ритма ЭЭГ. Осуществление слухо-моторных координаций с интервалами в 500 мс и, особенно, в 1000 мс сопровождалось снижением показателей, что указывает на нарастание активационных процессов в коре головного мозга. Вместе с тем, уменьшение интервала между координациями до 250 мс характеризовалось увеличением показателей, что, в свою очередь, свидетельствует о деактивационных изменениях в коре и возрастании напряженности исследуемых.

Ключевые слова: слухо-моторные координации, околосекундные интервалы времени, спектральная плотность мощности, θ -ритм.