

ОСОБЛИВОСТІ ЕЛЕКТРОЕНЦЕФАЛОГРАМИ ЛЮДЕЙ З РІЗНОЮ РУХЛИВІСТЮ ОСНОВНИХ НЕРВОВИХ ПРОЦЕСІВ

В. В. Горбунов

*Лабораторія фізіології вищої нервової діяльності людини Інституту фізіології
ім. О. О. Богомольця АН УРСР, Київ*

З появою реєстрації електричних потенціалів головного мозку було здійснено багато спроб для виявлення таких особливостей електроенцефалограми, які корелювали б з певними властивостями людської психіки.

В ряді досліджень було показано, що частотно-амплітудні показники α -ритму електроенцефалограми корелюють з емоційністю, наполегливістю, тривожністю тощо [23, 24, 25]. В дослідженнях інших авторів було відзначено зв'язок між значенням сумарної енергії β -ритму ЕЕГ або частотою α -ритму і показниками рухової і розумової активності [2, 7, 9, 12, 20]. Є дані про те, що обслідувані з високою лабільністю нервових процесів характеризуються більшою величиною сумарної енергії α -ритму ЕЕГ в порівнянні з обслідуваними з низькою лабільністю [3]. Становлять інтерес дані, одержані в лабораторії В. О. Трошихіна [14] при вивченні фонові активності електроенцефалограми у людини та тварин. Так, у кішок та щурів — представників сильного типу нервової системи — при виділенні головних ритмів загальної ЕЕГ за допомогою інтегратора (γ , β , α , τ) встановлено чітку послідовність окремих ритмів, як правило, у всіх дослідках, тоді як у представників слабого типу нервової системи такої послідовності ритмів не виявлено. Аналогічні результати одержані при вивченні фонові активності ЕЕГ у людей з різним типом нервової системи.

Проте, в літературі порівняно мало праць щодо кореляції між характеристиками електроенцефалограми і особливостями вищої нервової діяльності людини. Ми здійснили спробу прокорелювати деякі показники ЕЕГ людини з рівнем рухливості основних нервових процесів.

Методика досліджень

Ми вивчали зміни показників електроенцефалограми при проведенні простих функціональних спроб у 23 практично здорових обслідуваних віком 20—26 років.

Для вивчення типологічних особливостей вищої нервової діяльності людини нами була використана методика Хільченка [15], суть якої полягає у виробленні за допомогою попередньої інструкції рухових рефлексів, позитивних і гальмівних, на подразники, які пред'являлись у заданому темпі і були адресовані, головним чином, до другої сигнальної системи. Правильність рухових реакцій людини перевіряли по графічному запису. Ця методика давала змогу вивчати рухливість основних нервових процесів людини. Показник рухливості визначали шляхом максимально допустимого зближення в часі позитивних подразників, адресованих то до лівої, то до правої руки і гальмівних подразників. Цей показник виражався граничною частотою пред'явлення подразників протягом 30 сек часових інтервалів, при якій обслідуваний робив до 5% помилкових рухових реакцій.

Електроенцефалограма реєструвалась у тім'яно-потиличному відведенні протягом 30 сек. Під час експерименту кожен учасник обслідувався три-чотири рази. Реєстрація здійснювалась за допомогою електроенцефалографічного комплексу (електроенцефалограф, аналізатор, інтегратор). Аналіз частотно-амплітудних характеристик ЕЕГ прово-

дився автоматично. Для аналізу брали 10 сек відрізки ЕЕГ і за допомогою інтегратора проводили інтегрування амплітудних характеристик окремих ритмів електроенцефалограми, виділених за допомогою аналізатора.

Найбільш інформативними показниками ЕЕГ виявились: α -ритм ($\text{мкв} \cdot \text{сек}$), зареєстрований у обслідуваних у стані функціонального спокою з закритими очима, відношення величини α -ритму при закритих очах до величини α -ритму при відкритих очах $\left(\frac{\Phi_1}{\Phi_2}\right)$. Визначали також відношення величини α -ритму в діапазоні 10—14 кол/сек , вираженої в процентах при закритих очах, до величини α -ритму в тому ж діапазоні при проведенні спроби Ашнера $\left(\frac{\Pi}{Д}\right)$.

Весь експериментальний матеріал обробляли статистично на ЕОМ типу «Промінь». Ступінь кореляційного зв'язку між показниками ЕЕГ і рівнем рухливості основних нервових процесів визначали за формулою $\eta = \sqrt{\frac{C_{2.1}}{C_2}}$ [8], де $C_{2.1}$ —сума центральних відхилень для всього ряду окремих середніх другої ознаки (показники електроенцефалограми) до першої (рівень рухливості нервових процесів); C_2 —сума центральних відхилень по всьому ряду другої ознаки.

Результати досліджень

На основі вивчення рухливості основних нервових процесів всі обслідувані були поділені на чотири групи: I група, що складалась з чотирьох осіб, мала рухливість 60—70 подр/хв , II — вісім осіб — рухливість 80—90 подр/хв , III — сім осіб — рухливість 100—110 подр/хв і IV група, що складалась з чотирьох осіб, мала рухливість 120—130 подр/хв .

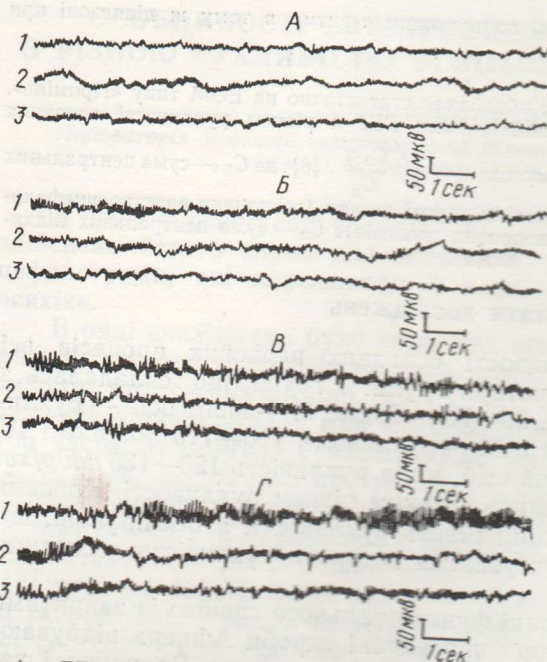
I—II групи характеризувались низьким рівнем рухливості нервових процесів, III група мала середній рівень рухливості, а обслідувані, що увійшли в IV групу, характеризувались високою рухливістю основних нервових процесів.

Було встановлено, що в стані функціонального спокою із закритими очима, з відкритими очима і при проведенні спроби Ашнера відбуваються зміни біоелектричної активності головного мозку. Величина і характер цієї зміни істотно відрізнялись у представників з різним рівнем рухливості нервових процесів. Так, електроенцефалограма обслідуваних, рівень рухливості нервових процесів у яких дорівнював 60—70 подр/хв , характеризувалась низькоамплітудними високочастотними коливаннями. У обслідуваних з більшим рівнем рухливості в ЕЕГ спостерігалось збільшення високоамплітудних низькочастотних коливань. Найбільша амплітуда електроенцефалограми відзначалась у представників з найвищим рівнем рухливості нервових процесів, а найменша — у обслідуваних з самою низькою рухливістю (див. рисунок).

При аналізі показників ЕЕГ, зареєстрованих у обслідуваних, що перебували в стані функціонального спокою з закритими очима, було встановлено, що з усіх ритмів, виділених за допомогою аналізатора, найбільш інформативним виявився α -ритм. Було показано, що чим вищий інтегративний амплітудний показник α -ритму, тим вищий і рівень рухливості нервових процесів. Найбільше значення показника α -ритму 17,4 $\text{мкв} \cdot \text{сек}$ зареєстроване у представників з найвищим рівнем рухливості 120—130 подр/хв , а найменше 11,8 $\text{мкв} \cdot \text{сек}$ — у представників з найнижчою рухливістю 60—70 подр/хв (табл. 1). Інтегративний амплітудний показник α -ритму виявив високий кореляційний зв'язок з рівнем рухливості основних нервових процесів ($\eta = 0,896$).

Визначаючи відношення амплітудної величини α -ритму ($\text{мкв} \cdot \text{сек}$) при закритих очах до величини α -ритму ($\text{мкв} \cdot \text{сек}$) при відкритих очах $\left(\frac{\Phi_1}{\Phi_2}\right)$ у представників з різним рівнем рухливості нервових процесів,

було встановлено, що величина відношення зростає зі збільшенням рівня рухливості. Так, у обслідуваних, рівень рухливості у яких становить 60—70 *подр/хв*, відношення дорівнює 1,88 відн. од., у обслідуваних з рухливістю 80—90 *подр/хв* — 2,1 відн. од., у обслідуваних з рухливістю 100—110 *подр/хв* — 2,15 відн. од. і чайбільше відношення $\frac{\Phi_1}{\Phi_2}$, що дорів-



Зміни ЕЕГ людей з різним рівнем рухливості основних нервових процесів, зареєстровані в стані функціонального спокою з закритими очима (1), при проведенні спроби Ашнера (2) і в стані функціонального спокою з відкритими очима (3).
А — ЕЕГ обслідуваних, у яких рівень рухливості основних нервових процесів дорівнює 60—70 *подр/хв*, Б — 80—90 *подр/хв*, В — 100—110 *подр/хв*, Г — 120—130 *подр/хв*.

нює 3,64 відн. од., зареєстроване у представників з найбільшою рухливістю основних нервових процесів — 120—130 *подр/хв*. (табл. 2). При цьому величина кореляційного зв'язку між рівнем рухливості нервових процесів і показником $\frac{\Phi_1}{\Phi_2}$ дорівнює 0,710.

Для характеристики змін біоелектричної активності головного мозку обслідуваних з різним рівнем рухливості нервових процесів при проведенні спроби Ашнера була використана величина відношення α -ритму в діапазоні 10—14 *кол/сек*, вираженого в процентах, зареєстрованого в стані функціонального спокою з закритими очима до величини α -ритму в тому ж діапазоні при проведенні спроби Ашнера ($\frac{\Pi}{\Delta}$). Було встановлено, що у представників з високим рівнем рухливості нер-

вових процесів величина відношення $\frac{\Pi}{\Delta}$ мала більше значення порівняно з тими, хто мав низьку рухливість. Так, у обслідуваних з рухливістю 60—70 *подр/хв* відношення $\frac{\Pi}{\Delta}$ дорівнює 1,26 відн. од., у обслідуваних з

Таблиця 1
Середня величина інтегративного амплітудного показника α -ритму, зареєстрованого у осіб з різним рівнем рухливості нервових процесів у стані функціонального спокою з закритими очима

Рівень рухливості нервових процесів (<i>подр/хв</i>)	Кількість обслідуваних, n	Середня величина показника α -ритму (мкВ·сек), $\bar{M}$	Середнє квадратичне відхилення σ	Помилка дослідження t
60—70	4	11,80	3,3	1,6
80—90	7	11,94	2,6	1,7
100—110	8	15,20	2,6	1,7
120—130	4	17,40	3,5	1,6

Таблиця 2

Середня величина відношення $\frac{\Phi_1}{\Phi_2}$ у груп обслідуваних з різним рівнем рухливості основних нервових процесів

Рівень рухливості нервових процесів (подр/хв)	Кількість обслідуваних n	Середня величина відношення $\frac{\Phi_1}{\Phi_2}$ (відн. од.), $\bar{M}$	Середнє квадратичне відхилення σ	Помилка досліду m
60—70	4	1,88	0,70	0,29
80—90	7	2,10	0,69	0,24
100—110	8	2,15	0,46	0,17
120—130	4	3,64	0,73	0,42

Таблиця 3

Середня величина відношення $\frac{\Pi}{D}$ у обслідуваних з різним рівнем рухливості основних нервових процесів

Рівень рухливості нервових процесів (подр/хв)	Кількість обслідуваних n	Середня величина відношення $\frac{\Pi}{D}$ (відн. од.), $\bar{M}$	Середнє квадратичне відхилення σ	Помилка досліду m
60—70	4	1,26	0,29	0,30
80—90	7	1,50	0,71	0,29
100—110	8	1,68	0,57	0,19
120—130	4	2,25	0,44	0,22

рухливістю 80—90 подр/хв — 1,5 відн. од., а у обслідуваних з рухливістю 100—110 подр/хв — 1,68 відн. од. Найбільше значення відношення $\frac{\Pi}{D}$ — 2,25 відн. од. зареєстроване у представників з найбільшим рівнем рухливості нервових процесів — 120—130 подр/хв (табл. 3). Величина кореляційного зв'язку між рівнем рухливості нервових процесів і величиною відношення дорівнює 0,55.

Обговорення результатів досліджень

Відомо, що стан обслідуваного в експериментальній камері здається станом спокою і бездіяльності лише експериментатору, оскільки він не застосовує ніяких подразників і не контролює діяльності обслідуваного. В дійсності ж, навіть якщо обслідуваний перебуває в стані спокою, його нервова система активно функціонує, тому що, як правило, в цей час має місце орієнтувальна реакція [10, 11]. В ряді праць встановлена відповідність змін α -ритму з індивідуальними особливостями орієнтувальної реакції [11, 21]. Так, Джонсон та ін. [21] показали, що зниження активності α -ритму в першому досліді, тобто, коли орієнтувальна реакція найбільше виражена, корелює з тривожністю. Де Ланге доводить, що обслідувані, електроенцефалограма яких характеризується низькоамплітудним α -ритмом, відрізняються неспокоєм, тривожністю [9].

В проведеному дослідженні виявлений високий кореляційний зв'язок між інтегративним амплітудним показником α -ритму і рівнем рухливості основних нервових процесів. Встановлено, що в стані функціонального спокою із закритими очима в електроенцефалограмі обслідуваних з високим рівнем рухливості реєструється яскраво виражений

α -ритм, а у представників з низьким рівнем рухливості α -ритм слабо виражений. Чим вища рухливість нервових процесів, тим більше інтегративний амплітудний показник α -ритму.

Можна припустити, що менший показник α -ритму, зареєстрований у представників з низьким рівнем рухливості нервових процесів у стані функціонального спокою, пояснюється станом настороженості і тривоги, що не зникає при повторних експериментах. Це припущення підтверджується спостереженнями за поведінкою таких обслідуваних в експериментальній камері під час досліду. При цьому їм властива скованість, боязливість, нервозність. Обслідувані з високим рівнем рухливості, навпаки, під час експерименту тримались вільно, без напруження. Високий інтегративний амплітудний показник α -ритму, зареєстрований у них у стані функціонального спокою з закритими очима, очевидно, свідчить про слабо виражену орієнтувальну реакцію.

Нами було показано, що чим вища рухливість основних нервових процесів, тим більше відношення показника α -ритму, зареєстрованого при закритих очах до показника α -ритму при відкритих очах $\left(\frac{\Phi_1}{\Phi_2}\right)$. Тобто, при сприйманні зорової інформації активація ЕЕГ у обслідуваних з високим рівнем рухливості здійснюється інтенсивніше в порівнянні з обслідуваними з низькою рухливістю.

При вивченні порогів зникнення зорових відчуттів у людей з різною рухливістю нервових процесів [16] було зареєстровано зменшення порогів зорових відчуттів у порівнянні з порогамі появи відчуттів у представників з низьким рівнем рухливості нервових процесів і відсутність такої закономірності у представників з високою рухливістю. З точки зору автора, це пояснюється тим, що у людей, які характеризуються низьким рівнем рухливості, зоровий подразник залишає в нервовій системі більш тривалий слід внаслідок інертності подразнювального процесу. А відсутність цього слідового явища у обслідуваних з високим рівнем рухливості пояснюється відсутністю такої інертності.

Можливо, використаний нами показник $\frac{\Phi_1}{\Phi_2}$ певною мірою відображає ступінь інертності подразнювального процесу. Відзначена в наших дослідах менша величина відношення $\frac{\Phi_1}{\Phi_2}$ у представників з низькою рухливістю, очевидно, характеризує більшу інертність подразнювального процесу. А більша величина відношення $\frac{\Phi_1}{\Phi_2}$, яка спостерігається у представників з високим рівнем рухливості, свідчить про малу інертність подразнювального процесу. На підставі цього можна припустити, що ступінь інертності подразнювального процесу перебуває в оберненій залежності від величини відношення $\frac{\Phi_1}{\Phi_2}$, тобто, чим більша інертність, тим нижчий показник $\frac{\Phi_1}{\Phi_2}$.

З літературних даних відомо, що подразнення блукаючого нерва приводить до реакції десинхронізації біоелектричної активності головного мозку [1, 4, 18, 22]. При цьому відбувається збільшення позитивного гемодинамічного впливу гіпоталамуса і ретикулярної формації на кору великих півкуль, що забезпечує сприятливі умови для їх функціонування [5, 6, 13, 17, 19].

Можливо, що відзначений нами зв'язок між рівнем рухливості нервових процесів і змінами електроенцефалограми, спостережуваний при

проведенні спроби Ашнера, свідчить про більший вплив блукаючого нерва на діяльність нервової тканини головного мозку у представників з високим рівнем рухливості в порівнянні з обстежуваними з низьким рівнем рухливості.

Висновки

1. Між інтегративним амплітудним показником α -ритму, зареєстрованим у обстежуваних у стані функціонального спокою, і рівнем рухливості основних нервових процесів існує тісний кореляційний зв'язок.
2. Чим вищий рівень рухливості основних нервових процесів у людини, тим значніший ступінь десинхронізації ЕЕГ, який характеризується відношенням інтегративного амплітудного показника α -ритму, зареєстрованого в стані функціонального спокою при закритих очах до величини показника α -ритму при відкритих очах $\frac{\Phi_1}{\Phi_2}$.
3. У обстежуваних з високим рівнем рухливості нервових процесів спостерігається більш виражена десинхронізація ЕЕГ при проведенні спроби Ашнера, ніж у представників з низьким рівнем рухливості нервових процесів.

Література

1. Алексанян А. М., Арутюнян Р. С.— ДАН СССР, 1959, 1, 236.
2. Генкин А. А.— В кн.: Матер. 18 Междунар. псих. конгр. «Электрофизиол. корреляты поведения», М., 1966, 80.
3. Голубева Э. А., Рождественская В. И.— В сб.: Пробл. диффер. психофизиол., М., 1969, I, 6, 149.
4. Денисенко П. П.— В сб.: Фармакол. новых седативных средств и их клинич. применение, М., 1962, 16.
5. Кедров А. А., Науменко А. И.— В кн.: Вопросы физиол. внутречерепного кровообр. в клинич. их освещении, Л., 1951.
6. Клоsovский Б. Н.— В кн.: Циркуляция крови в мозгу, М., 1951.
7. Крупнов А. И.— Вопросы психологии, 1970, 6, 47.
8. Плохинский Н. А.— В кн.: Биометрия, Новосибирск, 1961, 187.
9. Де Ланге В. Н., Стром ван Левен П. Ф.— В кн.: Электроэнцефалограф. исслед. высш. нервн. деят., М., 1962.
10. Мерлин В. С.— В кн.: Очерк теории темперамента, Пермь, 1973, 35.
11. Небылицын В. Д.— В кн.: Основные свойства нервн. сист. человека, М., 1966.
12. Небылицын В. Д., Мозговой В. Д.— Журн. высш. нервн. деят., 1972, 22, 5, 899.
13. Сучков В. В., Хусаинов В. Л.— Журн. высш. нервн. деят., 1972, 22, 1, 155.
14. Трошихин В. О., Крученко Ж. О., Молдавська С. І., Сиротський В. В., Шевко Г. М.— В кн.: Тези доп. 9 з'їзду укр. фізіол. т-ва, Запоріжжя, 1972, 387.
15. Хильченко А. Е.— Журн. высш. нервн. деят., 1958, 6, 945.
16. Шварц А. А.— В сб.: Типологич. особен. высш. нервн. деят. человека, М., 1956, 1, 179.
17. Benetato G. et al.— J. Physiol., (Paris), 1958, 50, 903.
18. Darrow C. et al.— J. Neurophysiol., 1944, 7, 4, 217.
19. Darrow C., Graf C.— J. Neurophysiol., 1945, 8, 449.
20. Gastaut H. et al.— EEG Clin. Neurophysiol., 1951, 3, 112.
21. Johnson L., Ulett G.— J. Comp. Physiol., Psychol., 1959, 52, 284.
22. Moruzzi G., Magoun H.— EEG Clin. Neurophysiol., 1949, 1, 455.
23. Mundy-Castle A.— EEG Clin. Neurophysiol., 1953, 5, 1.
24. Palmer D., Rock H.— Ohio St. med. J., 1953, 49, 804.
25. Ulett G. et al.— EEG Clin. Neurophysiol., 1953, 5, 23.

Надійшла до редакції
14.VI 1974 р.

PECULIARITIES IN ELECTROENCEPHALOGRAM OF PEOPLE
WITH DIFFERENT MOBILITY OF MAIN NERVOUS PROCESSES

V. V. Gorbunov

*Laboratory of Physiology of Human Higher Nervous Activity,
the A. A. Bogomoletz Institute of Physiology, Academy of Sciences, Ukrainian SSR, Kiev*

Summary

It is established that there exists a close correlation between the integrative amplitude index of α -rhythm ($\mu V \cdot s$) of the encephalogram recorded in the people under examination in the state of the functional rest with closed eyes and the level of mobility of the nervous processes. The higher mobility, the more significant the degree of desynchronization of the electroencephalogram which was characterized by the value of the ratio of the integrative amplitude index of α -rhythm ($\mu V \cdot s$) recorded in the state of the functional rest with closed eyes to the integrative index of α -rhythm — with opened eyes ($\frac{F_1}{F_2}$). The people with a high mobility of the nervous processes are shown to have a more developed desynchronization of EEG in conducting Asher's test as compared with those having a low mobility of the nervous processes.