

## ЛОКУС СУБЪЕКТИВНОГО КОНТРОЛЯ: ОСОБЕННОСТИ КОГЕРЕНТНОСТИ ЭЭГ-АКТИВНОСТИ В СОСТОЯНИИ ПОКОЯ

Поступила 17.12.12

Исследовалась пространственная организация текущей ЭЭГ (с вычислением коэффициентов когерентности –  $K_{\text{ког}}$ ) у 60 взрослых обоого пола с разным положением локуса контроля, диагностируемым с использованием опросника Роттера. Регистрацию ЭЭГ (21 отведение, расположение электродов по системе «10–20») проводили в состоянии покоя с закрытыми глазами;  $K_{\text{ког}}$  рассчитывали для 20 пар отведений. При естественной высокой интериндивидуальной вариабельности в подгруппе лиц с внутренним локусом контроля (интерналов) чаще встречались большие значения  $K_{\text{ког}}$  для колебаний всех частотных диапазонов и общего спектра ЭЭГ, особенно в лобно-центральных отведениях. У экстерналов обнаруживалось большее количество связей с низкими значениями  $K_{\text{ког}}$ , а у интерналов – с умеренными и значимыми уровнями этого коэффициента, особенно для высокочастотных ЭЭГ-ритмов. Интерналы наиболее часто и достоверно отличались от экстерналов большими величинами  $K_{\text{ког}}$  в парах отведений F3–C3, F4–C4 и Fp2–F4. В парах O1–O2 и P4–O2 значения  $K_{\text{ког}}$  были практически всегда меньше у интерналов. Индекс общей интернальности демонстрировал только положительные корреляции со значениями  $K_{\text{ког}}$   $\delta$ -,  $\beta$ - и  $\gamma$ -осцилляций ЭЭГ.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** когерентность, ЭЭГ, локус контроля (ЛК), интерналы, экстерналы, опросник Роттера.

### ВВЕДЕНИЕ

Локус контроля (ЛК) – черта индивидуальности, отражающая представления субъекта о причинах, которые определяют результаты событий, происходящих с этим субъектом и его окружением. Индивидуум с внутренним ЛК считает, что такие результаты зависят в основном от его собственных поступков и действий. Внешний ЛК указывает на то, что индивидуум приписывает результаты, следующие из каких-либо его действий, влияниям случайного шанса, судьбы, других людей или просто рассматривает эти результаты как вообще непредсказуемые (т. е. считает происходящие события эффектами, независимыми от собственных усилий) [1].

Количество работ, посвященных нейрофизиологическим коррелятам ЛК как свойствам индивидуальности, относительно ограничено. Результаты

некоторых генетических исследований показали, что положение ЛК может быть частично детерминировано наследственными факторами, а на церебральном уровне – в основном особенностями метаболизма дофамина [2]. Данные исследований Де Брандлера и соавт. [3] позволяют связать индивидуальные различия ЛК с особенностями фундаментальных биологических механизмов внимания [3].

Если рассматривать ЛК как стиль/способ восприятия (внимания), то логично считать, что он должен отражаться в объективных коррелятах работы ЦНС. И наоборот, врожденные особенности функционирования нервной системы (например, активность дофаминергической церебральной системы) должны детерминировать индивидуальную специфику способов перцептивного контроля и, соответственно, местоположение ЛК как черты личности.

Можно, однако, констатировать, что вопрос о нейрофизиологических коррелятах ЛК пока не получил должного внимания и подвергался экспериментальным исследованиям, как было упомянуто выше, лишь в ограниченной степени. Данные об особенностях ЭЭГ-потенциалов у лиц с разным по-

<sup>1</sup>Таврический национальный университет им. В. И. Вернадского, Симферополь (АР Крым, Украина).

Эл. почта: psyphysiol\_lab@ukr.net (И. Н. Конарева).

ложением ЛК (интерналов и экстерналов) весьма малочисленны. В доступной литературе мы обнаружили только несколько работ, в которых описывалось влияние ЛК на успешность альфа-тренинга в парадигме процедуры обратной связи по характеристикам ЭЭГ [4, 5], а также работу Мосягина, выполненную на группе специалистов военно-морского флота [6]. В наших предыдущих работах мы приступили к более полному анализу ЭЭГ-коррелятов ЛК [7, 8]. Продолжая указанную тематику, в настоящей публикации мы описываем индивидуальные различия пространственно-временной организации текущей ЭЭГ на основе анализа значений коэффициентов когерентности ( $K_{\text{ког}}$ ) у интерналов и экстерналов.

## МЕТОДИКА

В исследовании приняли участие 60 взрослых испытуемых (возраст от 19 до 35 лет, обоего пола, правши); группа формировалась без какого-либо отбора по тем или иным психологическим характеристикам. Отведение и анализ ЭЭГ осуществляли с помощью автоматизированного комплекса, состоящего из электроэнцефалографа «Нейрон–Спектр 5» (РФ), интерфейса и компьютера; применяли лицензионное программное обеспечение. Текущую ЭЭГ регистрировали в состоянии покоя (спокойного бодрствования) с закрытыми глазами, используя стандартную методику. Локализация 21 отводящего электрода соответствовала международной системе «10–20». Выявленные артефакты удалялись в ходе предварительного визуального и компьютерного контроля записей.

Сигналы обрабатывали с применением быстрого преобразования Фурье. Дифференцировали следующие частотные диапазоны: 1–4 ( $\delta$ -ритм), 4–8 ( $\theta$ -ритм), 8–14 ( $\alpha$ -ритм), 14–25 ( $\beta_1$ -ритм), 25–30 ( $\beta_2$ -ритм) и 30–50 ( $\gamma$ -ритм) Гц. Эпоха анализа для построения каждого спектра составляла 2.56 с.

Когерентность ЭЭГ определяли для 20 комбинаций пар отведений электродов (стандартные «поперечная» и «продольная» схемы). Как известно,  $K_{\text{ког}}$  может иметь значения от 0 до 1.0. При  $K_{\text{ког}}$  менее 0.30 уровень когерентности колебаний того или иного диапазона рассматривается как низкий, при 0.31–0.50 – как умеренный, при 0.51–0.70 – как значимый и при 0.71–1.0 – как высокий.

Психологическое тестирование выполняли с использованием опросника «Уровень субъективного

контроля (УСК)» Роттера («Rotter External-Internal Locus of Control Scale», 1966) в адаптации Бажина и соавт. (1984). Данный опросник [9] содержит в себе 44 вопроса с градацией ответов от –3 до +3 баллов и семь шкал (общая интернальность/экстернальность, интернальность/экстернальность в областях достижений, неудач, семейных отношений, производственных отношений, межличностных отношений, а также здоровья и болезни). Первичные оценки в баллах переводятся в стандартные оценки (стены) в диапазоне от единицы до 10. Математическая обработка числовых данных основывалась на вычислении критериев U Манна–Уитни (при межгрупповом сравнении) и R Спирмена.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Согласно ответам испытуемых на опросник УСК вся выборка была разделена на две подгруппы по индексу общей интернальности. Подгруппу с внутренним ЛК составляли 21 человек (среднее значение  $\pm$  ошибка среднего,  $6.71 \pm 0.20$  стена), а подгруппу с внешним ЛК – 39 респондентов ( $3.54 \pm 0.18$  стена).

В  $\delta$ -диапазоне усредненные значения  $K_{\text{ког}}$  у интерналов значительно чаще (в 70 % случаев) были больше, чем аналогичные показатели у экстерналов; исключениями были пары отведений Fp1–Fp2, F3–F4, C3–C4, O1–O2, T3–T4 и Fp1–F3, т. е. в основном случаи межполушарных сравнений. Интерналы достоверно отличались от экстерналов, демонстрируя большие значения  $K_{\text{ког}}$   $\delta$ -осцилляций в парах отведений F7–F8 ( $U = 277.0$  при  $p = 0.041$ , в среднем больше на 56.1 %), F3–C3 ( $U = 246.0$  при  $p = 0.011$ , на 50.8 %), F4–C4 ( $U = 225.0$  при  $p = 0.004$ , на 90.3 %), C4–P4 ( $U = 276.5$  при  $p = 0.039$ , на 98.8 %), F7–T3 ( $U = 271.0$  при  $p = 0.032$ , на 26.5 %), T4–T6 ( $U = 263.5$  при  $p = 0.024$ , на 30.1 %). Таким образом, у интерналов достоверно большие значения  $K_{\text{ког}}$   $\delta$ -ритма наблюдались в лобно-центрально-височных областях обоих полушарий и теменно-височных зонах правого полушария. Высокие уровни когерентности  $\delta$ -активности в исследованной группе не отмечались, а значимые уровни наблюдались в парах O1–O2 и F8–T4 в обеих подгруппах, а также в F7–T3 у интерналов. Связи  $\delta$ -колебаний с умеренным уровнем  $K_{\text{ког}}$  встречались в 50 % случаев в обеих подгруппах, а связи низкого уровня были представлены также почти одинаково (35 % у интерналов и

Усредненные значения уровня когерентности ( $M \pm m$ ) общего спектра ЭЭГ в подгруппах испытуемых, разделенных по опроснику «Уровень субъективного контроля»

Усреднені значення рівня когерентності ( $M \pm m$ ) загального спектра ЕЕГ у підгрупах випробуваних, розділених за опитувальником «Рівень суб'єктивного контролю»

Пары отведений	Интерналы ( $n = 21$ )	Экстерналы ( $n = 39$ )
Межполушарные связи		
Fp1–Fp2	$0.33 \pm 0.02$	$0.31 \pm 0.01$
F3–F4 *	$0.25 \pm 0.01$	$0.22 \pm 0.01$
F7–F8	$0.11 \pm 0.00$	$0.10 \pm 0.00$
C3–C4	$0.23 \pm 0.02$	$0.20 \pm 0.01$
P3–P4	$0.21 \pm 0.01$	$0.18 \pm 0.01$
O1–O2	$0.34 \pm 0.03$	$0.35 \pm 0.02$
T3–T4	$0.13 \pm 0.00$	$0.14 \pm 0.00$
T5–T6 *	$0.09 \pm 0.00$	$0.08 \pm 0.00$
Внутриполушарные связи		
Fp1–F3	$0.46 \pm 0.04$	$0.41 \pm 0.02$
F3–C3	$0.37 \pm 0.04$	$0.26 \pm 0.02$
C3–P3	$0.20 \pm 0.04$	$0.14 \pm 0.01$
P3–O1	$0.29 \pm 0.04$	$0.27 \pm 0.02$
Fp2–F4 *	$0.48 \pm 0.03$	$0.41 \pm 0.02$
F4–C4	$0.31 \pm 0.04$	$0.22 \pm 0.01$
C4–P4	$0.15 \pm 0.02$	$0.10 \pm 0.01$
P4–O2	$0.26 \pm 0.03$	$0.28 \pm 0.02$
F7–T3	$0.49 \pm 0.03$	$0.46 \pm 0.02$
T3–T5	$0.36 \pm 0.03$	$0.33 \pm 0.02$
F8–T4	$0.41 \pm 0.02$	$0.40 \pm 0.02$
T4–T6	$0.22 \pm 0.02$	$0.22 \pm 0.01$

Примечание. Звездочками показаны случаи межгруппового сравнения, в которых использование критерия U Манна–Уитни свидетельствовало о наличии значимого различия.

40 % у экстерналов).

Статистический анализ показал наличие достоверной положительной корреляции индекса «общей интернальности» с величиной  $K_{\text{ког}}$   $\delta$ -осцилляций в парах T5–T6 ( $r = 0.262$  при  $p = 0.043$ ), F3–C3 ( $r = 0.282$  при  $p = 0.029$ ), F4–C4 ( $r = 0.323$  при  $p = 0.012$ ) и C4–P4 ( $r = 0.337$  при  $p = 0.008$ ). Таким образом, для практически одних и те же значений  $K_{\text{ког}}$  были характерны и значимые корреляционные взаимосвязи, и межгрупповые различия в отношении индекса общей интернальности.

Оценки по шкале «сфера семейных отношений» достоверно положительно коррелировали с величинами  $K_{\text{ког}}$  в парах Fp1–F3 ( $r = 0.255$  при  $p = 0.050$ ) и C4–P4 ( $r = 0.272$  при  $p = 0.036$ ), по шкале «область производственных отношений» – в парах F3–C3 ( $r = 0.248$  при  $p = 0.055$ ) и F4–C4 ( $r = 0.334$  при  $p = 0.009$ ). Значения по шкале «область достижений» обнаруживали наиболее многочисленные положительные корреляции с величинами  $K_{\text{ког}}$  в сайтах F7–F8 ( $r = 0.256$  при  $p = 0.049$ ), C3–P3 ( $r = 0.300$  при  $p = 0.020$ ), Fp2–F4 ( $r = 0.269$  при  $p = 0.037$ ),

F4–C4 ( $r = 0.305$  при  $p = 0.018$ ) и C4–P4 ( $r = 0.303$  при  $p = 0.018$ ). Отрицательная связь наблюдалась только между оценками по шкале «область неудач» и значениями  $K_{\text{ког}}$  в паре Fp1–F3 ( $r = -0.257$  при  $p = 0.048$ ).

Величины  $K_{\text{ког}}$  для осцилляций  $\theta$ -диапазона были больше у интерналов в 75 % случаев (кроме областей F3–F4, O1–O2, Fp1–F3, P3–O1 и P4–O2). Межгрупповые различия достигали уровня достоверности в симметричных парах отведений F3–C3 ( $U = 261.5$  при  $p = 0.022$ ) и F4–C4 ( $U = 244.5$  при  $p = 0.010$ ), где соответствующие значения у интерналов были больше в среднем на 40–49 %. Когерентные связи высокого уровня у колебаний  $\theta$ -диапазона не обнаруживались, а связи значимого уровня наблюдались в парах O1–O2, F7–T3 и F8–T4 в обеих подгруппах. Количество значений  $K_{\text{ког}}$  умеренного уровня было несколько больше у интерналов (45 по сравнению с 35 %), а количество связей низкого уровня – у экстерналов (50 по сравнению с 40 % случаев).

Корреляционный анализ не выявил достоверных

взаимосвязей индекса общей интернальности и значений  $K_{\text{ког}}$   $\theta$ -ритма. Оценки по шкале «область достижений» достоверно положительно коррелировали со значениями  $K_{\text{ког}}$  в парах F7–F8 ( $r = 0.253$  при  $p = 0.051$ ), T3–T4 ( $r = 0.418$  при  $p = 0.0009$ ), F3–C3 ( $r = 0.271$  при  $p = 0.036$ ) и F4–C4 ( $r = 0.374$  при  $p = 0.003$ ). Значения по шкале «область неудач» показали лишь заметную отрицательную тенденцию к связи в паре Fp1–F3 ( $r = -0.246$  при  $p = 0.058$ ). Оценки по шкале «область межличностных отношений» отрицательно коррелировали с показателем  $K_{\text{ког}}$  в паре F3–F4 ( $r = -0.266$  при  $p = 0.040$ ), оценки по шкале «сфера здоровья и болезни» – в той же паре ( $r = -0.309$  при  $p = 0.016$ ) и, кроме того, в Fp1–F3 ( $r = -0.382$  при  $p = 0.002$ ). Таким образом, отрицательные корреляции когерентности  $\theta$ -активности были более типичны для лобных отведений.

Значения  $K_{\text{ког}}$  для  $\alpha$ -диапазона у интерналов были больше в 65 % случаев (кроме пар отведений O1–O2, T3–T4, P3–O1, P4–O2, F7–T3, F8–T4 и T4–T6), однако подобные различия достигали уровня достоверности только в одном случае – в лобной области правого полушария (пара Fp2–F4,  $U = 271.0$  при  $p = 0.032$ ), где у интерналов показатель  $K_{\text{ког}}$  был больше (правда, всего на 12 %). Когерентные связи высокого уровня встречались только в подгруппе интерналов в симметричных парах отведений Fp1–F3 и Fp2–F4. Значимые уровни связей наблюдались в парах Fp1–Fp2, O1–O2, F7–T3, F8–T4 в обеих подгруппах, в паре F3–F4 у интерналов и в парах Fp1–F3 и Fp2–F4 у экстерналов. Связи умеренного уровня встречались в подгруппах в одинаковом количестве (30 %), а связей низкого уровня было несколько больше у экстерналов (40 по сравнению с 35 % случаев для интерналов).

Достоверных корреляций между индексом «общая интернальность» и значениями  $K_{\text{ког}}$   $\alpha$ -осцилляций выявлено не было. Оценки по шкале «область достижений» показали положительную взаимосвязь со значениями  $K_{\text{ког}}$   $\alpha$ -колебаний в паре Fp2–F4 ( $r = 0.271$  при  $p = 0.036$ ) и отрицательную – в зоне O1–O2 ( $r = -0.273$  при  $p = 0.035$ ). Показатели шкалы «область межличностных отношений» демонстрировали тенденцию к заметной отрицательной связи с величинами  $K_{\text{ког}}$  в паре F4–C4 ( $r = -0.245$  при  $p = 0.059$ ).

Величины  $K_{\text{ког}}$  для осцилляций  $\beta$ 1-диапазона были больше у интерналов в 70 % пар отведений (кроме областей O1–O2, F7–F8, Fp1–F3, T3–T4, P4–O2 и T4–T6). Межгрупповые достоверные раз-

личия были выявлены для когерентности в межполушарной связи F3–F4 ( $U = 281.5$  при  $p = 0.047$ ) и внутрислошарных связях F3–C3 ( $U = 270.0$  при  $p = 0.031$ ), Fp2–F4 ( $U = 273.0$  при  $p = 0.034$ ) и C4–P4 ( $U = 227.0$  при  $p = 0.005$ ), где значения  $K_{\text{ког}}$  были больше у интерналов на 25.4, 35.3, 20.0 и 41.7 % соответственно. Когерентные связи высокого уровня у  $\beta$ 1-активности не наблюдались; связи значимого уровня отмечались в паре F7–T3 в обеих подгруппах и в симметричных парах локусов лобной коры (Fp1–F3 и Fp2–F4) только у интерналов. Соотношения количеств связей  $K_{\text{ког}}$  умеренного и низкого уровней в разных группах были почти одинаковыми (30 и 55 % у интерналов и 35 и 60 % у экстерналов).

Положительные достоверные корреляции индекса общей интернальности с величинами  $K_{\text{ког}}$   $\beta$ 1-осцилляций выявлялись в парах F3–F4 ( $r = 0.278$  при  $p = 0.031$ ) и C4–P4 ( $r = 0.372$  при  $p = 0.003$ ); обнаруживалась также явная тенденция для пары T5–T6 ( $r = 0.246$  при  $p = 0.058$ ). Оценки по шкале «область достижений» отрицательно коррелировали со значениями  $K_{\text{ког}}$  в паре O1–O2 ( $r = -0.255$  при  $p = 0.049$ ) и положительно – в паре C4–P4 ( $r = 0.411$  при  $p = 0.001$ ); в последней паре ситуация была сходной для значений по шкалам «область неудач» ( $r = 0.245$  при  $p = 0.058$ ) и «область производственных отношений» ( $r = 0.359$  при  $p = 0.005$ ). Показатели по шкале «сфера семейных отношений» также демонстрировали положительные взаимосвязи с величинами  $K_{\text{ког}}$  в зоне T5–T6 ( $r = 0.277$  при  $p = 0.032$ ), а по шкале «область межличностных отношений» – в области Fp1–F3 ( $r = 0.260$  при  $p = 0.045$ ).

Средние значения  $K_{\text{ког}}$   $\beta$ 2-осцилляций у интерналов были несколько выше в 60 % пар отведений (Fp1–Fp2, P3–P4, O1–O2, F7–F8, T3–T4, T5–T6, P4–O2, T4–T6). Достоверные межгрупповые различия величин  $K_{\text{ког}}$  проявлялись в симметричных парах F3–C3 ( $U = 282.0$  при  $p = 0.048$ ) и F4–C4 ( $U = 260.5$  при  $p = 0.021$ ), где  $K_{\text{ког}}$  у интерналов был больше в среднем на 50–53 %. Высокий и значимый уровни связей  $K_{\text{ког}}$  у  $\beta$ 2-активности обнаружены не были, а умеренный и низкий уровни когерентности были представлены в подгруппах в весьма сходной степени (35 и 65 % у интерналов и 25 и 75 % у экстерналов).

Индекс общей интернальности обнаружил только тенденцию, хотя и достаточно явную, к положительной взаимосвязи со значениями  $K_{\text{ког}}$   $\beta$ 2-колебаний в зоне F3–F4 ( $r = 0.245$  при  $p = 0.059$ ).

Оценки же по частным шкалам опросника имели следующие значимые (в основном положительные) корреляции: по шкале «область достижений» – в парах отведений правого полушария F4–C4 ( $r = 0.253$  при  $p = 0.051$ ) и C4–P4 ( $r = 0.295$  при  $p = 0.022$ ), по шкале «область неудач» – в паре F3–F4 ( $r = 0.256$  при  $p = 0.048$ ), а по шкале «область производственных отношений» – также в межполушарных парах F3–F4 ( $r = 0.263$  при  $p = 0.042$ ) и C3–C4 ( $r = 0.251$  при  $p = 0.052$ ). Отрицательная взаимосвязь для оценок последней шкалы наблюдалась в паре отведений правого полушария F8–T4 ( $r = -0.274$  при  $p = 0.034$ ).

Когерентность колебаний  $\gamma$ -диапазона была больше у интерналов в подавляющем большинстве (95 %) случаев (кроме таковой в паре P4–O2). Межгрупповые различия  $K_{\text{ког}}$  достигали уровня значимости в межполушарных областях P3–P4 ( $U = 261.5$  при  $p = 0.022$ ) и T5–T6 ( $U = 285.5$  при  $p = 0.055$ ), в которых значения  $K_{\text{ког}}$  у интерналов были больше в среднем на 33.3 и 18.9 %. Высокие и значимые уровни  $K_{\text{ког}}$  для осцилляций этого частотного диапазона не наблюдались. Умеренный уровень  $K_{\text{ког}}$  отмечался в паре F7–T3 в обеих подгруппах и у интерналов в сайтах Fp1–F3, Fp2–F4 и F3–C3. Низкий уровень  $K_{\text{ког}}$  обнаруживался у интерналов в 80, а у экстерналов в 95 % случаев.

Показатели уровня интернальности коррелировали со значениями  $K_{\text{ког}}$   $\gamma$ -осцилляций только положительно. Индекс общей интернальности значимо коррелировал с величиной  $K_{\text{ког}}$  в паре T5–T6 ( $r = 0.254$  при  $p = 0.050$ ), оценки по шкале «сфера семейных отношений» – в симметричных сайтах T3–T5 ( $r = 0.251$  при  $p = 0.053$ ) и T4–T6 ( $r = 0.281$  при  $p = 0.030$ ), значения по шкале «сфера здоровья и болезни» – в области T3–T4 ( $r = 0.279$  при  $p = 0.031$ ). Наиболее многочисленные корреляции значений  $K_{\text{ког}}$  были получены с показателями по шкале «область достижений» как в межполушарных парах отведений F3–F4 ( $r = 0.414$  при  $p = 0.001$ ), C3–C4 ( $r = 0.317$  при  $p = 0.014$ ), P3–P4 ( $r = 0.278$  при  $p = 0.032$ ), T5–T6 ( $r = 0.290$  при  $p = 0.024$ ), так и в симметричных внутриполушарных сайтах C3–P3 ( $r = 0.323$  при  $p = 0.012$ ) и C4–P4 ( $r = 0.284$  при  $p = 0.028$ ), T3–T5 ( $r = 0.302$  при  $p = 0.019$ ) и T4–T6 ( $r = 0.294$  при  $p = 0.023$ ), а также в паре F8–T4 ( $r = 0.289$  при  $p = 0.055$ ).

Значения  $K_{\text{ког}}$  для общего спектра ЭЭГ были больше у интерналов в 85 % случаев, кроме пар отведений O1–O2, T3–T4 и P4–O2. Достоверные различия между подгруппами по величине  $K_{\text{ког}}$  проявлялись

в сайтах F3–F4 ( $U = 277.5$  при  $p = 0.041$ ), T5–T6 ( $U = 274.0$  при  $p = 0.036$ ) и Fp2–F4 ( $U = 283.5$  при  $p = 0.051$ ), где  $K_{\text{ког}}$  у интерналов был в среднем больше на 12–17 %. Высокие и значимые величины  $K_{\text{ког}}$  для всего ЭЭГ-спектра не наблюдались. Умеренный уровень  $K_{\text{ког}}$  отмечался в обеих подгруппах в сайтах Fp1–Fp2, O1–O2, Fp1–F3, Fp2–F4, F7–T3, T3–T5 и F8–T4, а у интерналов – в парах F3–C3 и F4–C4. Количество связей низкого уровня в подгруппах было практически одинаково.

Достоверные корреляционные взаимосвязи индекса общей интернальности с величинами  $K_{\text{ког}}$  для общего спектра ЭЭГ обнаруживались в парах отведений F3–F4 ( $r = 0.261$  при  $p = 0.044$ ) и T5–T6 ( $r = 0.264$  при  $p = 0.041$ ), а связи оценок по шкале «сфера семейных отношений» – в сайтах F7–F8 ( $r = 0.259$  при  $p = 0.045$ ) и C4–P4 ( $r = 0.271$  при  $p = 0.036$ ). Показатели по шкале «область достижений» демонстрировали наибольшее число достоверных (или близких к ним) корреляций: положительные связи проявлялись в парах F3–F4 ( $r = 0.333$  при  $p = 0.009$ ), C3–C4 ( $r = 0.246$  при  $p = 0.058$ ), F7–F8 ( $r = 0.306$  при  $p = 0.017$ ), C3–P3 ( $r = 0.295$  при  $p = 0.022$ ), Fp2–F4 ( $r = 0.263$  при  $p = 0.042$ ) и C4–P4 ( $r = 0.312$  при  $p = 0.015$ ); отрицательная же связь имела в паре O1–O2 ( $r = -0.277$  при  $p = 0.032$ ). Отрицательная взаимосвязь значений по шкале «область производственных отношений» с величиной  $K_{\text{ког}}$  отмечалась в F8–T4 ( $r = -0.257$  при  $p = 0.047$ ).

## ОБСУЖДЕНИЕ

В настоящей работе мы проанализировали меж- и внутриполушарную пространственную организацию ЭЭГ-активности (20 пар отведений) на основе анализа средних значений коэффициентов когерентности ЭЭГ-колебаний у лиц с внутренним и внешним ЛК, определяемым по опроснику Роттера в адаптации Бажина. Следует отметить, что мы можем сопоставить полученные данные с более или менее аналогичными результатами других исследователей лишь в крайне ограниченной степени, поскольку в доступной литературе, за исключением работы Мосягина и данных собственных исследований [6–8], практически отсутствует информация об ЭЭГ-коррелятах ЛК.

Когерентность – это частотно-специфическая фазово независимая мера подобия между двумя сигналами ЭЭГ, отражающая функциональные межре-

гиональные соотношения в коре, которые зависят главным образом от структурных связей, различных для меж- и внутрислоушарных пар сайтов. Большие значения  $K_{\text{ког}}$  связывают с высоким уровнем соответствия колебательных процессов в определенных (иногда пространственно далеко отстоящих друг от друга) областях коры [10].

В целом можно констатировать, что у интерналов когерентные кортикальные связи были выражены более сильно, чем у экстерналов, причем это прослеживалось практически для всех частотных диапазонов ЭЭГ. Заметные превышения значений  $K_{\text{ког}}$  у интерналов наблюдались в 60–95 % случаев из 20 пар отведений.

В низкочастотных участках спектра ЭЭГ средние значения  $K_{\text{ког}}$  были больше у интерналов в 70–75 % случаев от общего числа проанализированных связей. В  $\delta$ -диапазоне достоверно большие величины  $K_{\text{ког}}$  у интерналов (согласно критерию U Манна–Уитни) отмечались в левополушарных лобно-височно-центральных регионах и правополушарных центрально-париетально-височных областях, а у колебаний  $\theta$ -ритма – в симметричных лобно-центральных регионах. Корреляционные взаимосвязи оценок интернальности и значений  $K_{\text{ког}}$   $\delta$ - и  $\theta$ -осцилляций выявлялись в основном в лобных и центральных участках коры мозга; симметричные пары отведений F3–C3 и F4–C4 можно считать определяющими для характеристики когерентных связей в этих ЭЭГ-диапазонах.

Ранее мы обнаружили [8], что интерналы характеризуются в целом несколько большими спектральными мощностями  $\delta$ - и  $\theta$ -осцилляций. Имеются указания на то, что относительно повышенная мощность  $\delta$ -активности связана с успешностью когнитивной обработки информации [11], а синхронизация осцилляций  $\theta$ -ритма отражает усиление процессов внимания, кодировки новой информации и начальных этапов формирования долговременной памяти [12]. Отмечалось также, что интерналы обычно характеризуются более эффективной стратегией информационного поиска перед принятием решения, чем экстерналы [3].

В  $\alpha$ -диапазоне средние значения  $K_{\text{ког}}$  были больше у интерналов в 65 % случаев от общего числа проанализированных связей, но уровня достоверности такие различия достигали только в сайтах правого полушария Fp2–F4. Данную зону, видимо, можно считать определяющей для подобных различий, хотя средняя разница относительно невелика (12 %). У интерналов обнаруживались две

связи с высоким уровнем  $K_{\text{ког}}$  колебаний в упомянутом диапазоне в префронтально-фронтальных областях, причем это было специфично именно для  $\alpha$ -компонента. В целом же большие значения  $K_{\text{ког}}$   $\alpha$ -осцилляций у интерналов, как и  $K_{\text{ког}}$  низкочастотной составляющей ЭЭГ, были характерны для лобно-центральных пар отведений.

Выраженность  $\alpha$ -ритма, как считают [12], связана с интенсивностью взаимодействия субъекта с внешним миром и активизацией памяти. В свою очередь, местоположение ЛК рассматривается как функция обобщенных представлений личности о результатах тех или иных событий относительно множества ситуаций. Поэтому очевидно, что аспект активации долговременной (в частности, эпизодической) памяти в данном контексте является особо важным. Так, были опубликованы несколько сообщений о корреляциях между местоположением ЛК (например, в сфере здоровья) и особенностями памяти [13]. Эпизодическую память в значительной мере обеспечивает активация лобных долей коры (полей 10, по Бродману). Такая эффективная активация позволяет субъектам развивать самосознание и ориентироваться в субъективном времени, поскольку воспоминания прошлого индивидуального опыта и представления о себе в будущем могут объединяться с другой разнообразной сенсорной информацией и корректировать текущее адаптивное поведение (см. [14]).

У  $\beta$ -активности средние значения  $K_{\text{ког}}$  были больше у интерналов в 70 % случаев для субдиапазона  $\beta_1$  и в 60 % случаев для субдиапазона  $\beta_2$ . У интерналов достоверно большие (согласно критерию U Манна – Уитни) величины  $K_{\text{ког}}$   $\beta_1$ -осцилляций были характерны для левополушарной лобно-центральной области и правополушарных префронтально-фронтальных и центрально-париетальных сайтов, а для  $\beta_2$ -ритма – для симметричных фронтально-центральных регионов. Достоверные положительные и наиболее многочисленные корреляции между оценками интернальности и значениями  $K_{\text{ког}}$   $\beta_1$ -колебаний показали особую важность пары сайтов правого полушария C4–P4, а в некоторой степени – и межполушарной области F3–F4. В поддиапазоне  $\beta_2$  наиболее определяющими участками для различий когерентности, связанных с положением ЛК, можно считать регионы F3–F4 и F4–C4. Возможно, следует отметить, что большие  $K_{\text{ког}}$  в  $\alpha$ - и  $\beta$ -диапазонах наблюдаются при высоких уровнях arousal-феномена [15].

Для  $\gamma$ -диапазона средние значения  $K_{\text{ког}}$  были

больше у интерналов в 95 % случаев от общего проанализированного числа связей. Достоверно бóльшие величины  $K_{\text{ког}}$   $\gamma$ -осцилляций у интерналов отмечались в париетальных и задневисочных областях. Значимые корреляции между оценками интернальности и величинами  $K_{\text{ког}}$  были только положительными. Особенно многочисленными оказались связи с показателями шкалы «область достижений». Определяющими участками коры мозга для когерентности упомянутого частотного диапазона, связанной с интернальностью/экстернальностью, можно считать межполушарную область Т5–Т6, а также симметричные височные зоны Т3–Т5, Т4–Т6 и сайты теменной коры Р3–Р4. Известно, что в париетальных областях может наблюдаться высокая когерентность ЭЭГ-осцилляций из-за существенной степени конвергенции корковых связей, поступающих от различных областей коры в эти участки [10]. Полагают, что когерентные высокочастотные ЭЭГ-осцилляции в отдельных регионах мозга обеспечиваются главным образом прямыми внутрикорковыми волоконными путями [16].

Для общего спектра ЭЭГ средние значения  $K_{\text{ког}}$  были больше у интерналов в 85 % случаев, а достоверные различия обнаруживались для пар сайтов F3–F4, T5–T6 и Fp2–F4, т. е. различия по значениям  $K_{\text{ког}}$  в большей степени определялись соотношениями отведений от правого полушария. В целом правосторонняя асимметрия величин  $K_{\text{ког}}$  отмечалась рядом авторов (исключение составляли, как правило,  $K_{\text{ког}}$  для окципитальных отведений). Полагают, что данная особенность может определяться специфической анатомических межполушарных различий коры – соотношениями масс белого и серого вещества. Правое полушарие, для которого характерно несколько большее относительное количество белого вещества, соответственно, отличается бóльшей степенью внутривисочных взаимодействий регионов и обычно более высокими значениями  $K_{\text{ког}}$  [10, 15].

В заключение отметим, что индекс общей интернальности демонстрировал только положительные корреляции со значениями  $K_{\text{ког}}$  для частотных диапазонов ЭЭГ ( $\delta$ ,  $\beta$  и  $\gamma$ ) и средние величины  $K_{\text{ког}}$  были выше у интерналов в целом для всех частотных компонентов и общего спектра ЭЭГ. При этом, однако, наблюдались и определенные частные закономерности. Так, у интерналов значения  $K_{\text{ког}}$  в паре отведений O1–O2 были меньше почти для всех частотных диапазонов, кроме  $\gamma$ -ритма. Для сайтов Р4–O2 обнаруживалось то же, за исключением  $\delta$ -колебаний, а в области Т3–Т4 исключе-

ниями были  $\theta$ - и  $\gamma$ -осцилляции. Таким образом, у интерналов выявлялись некоторые реципрокные взаимодействия областей коры – противоположная картина когерентных отношений между фронтально-центральной и окципитальными областями.

Следует упомянуть, что высокий уровень когерентных связей ЭЭГ-колебаний встречался только в одной паре сайтов для  $\alpha$ -диапазона у интерналов. Количество связей  $K_{\text{ког}}$  значимого уровня было несколько бóльшим у интерналов для  $\delta$ - и  $\beta$ 1-ритмов и одинаковым с таковыми у экстерналов в области  $\theta$ -ритма. Связи  $K_{\text{ког}}$  умеренного уровня наблюдались чаще у интерналов для  $\theta$ -,  $\beta$ 2- и  $\gamma$ -диапазонов и общего спектра ЭЭГ, а у экстерналов – больше для  $\beta$ 1-осцилляций. Количество связей  $K_{\text{ког}}$  низкого уровня было бóльшим у экстерналов для всех частотных диапазонов и, соответственно, для общего спектра ЭЭГ.

Таким образом, лица с различным местоположением ЛК характеризовались определенными различиями пространственной организации ЭЭГ; эти различия касались количества когерентных связей и их выраженности в разных зонах коры. У интерналов колебания ЭЭГ были более синхронизированы в лобно-центральных областях, и такое взаимодействие было ослаблено в затылочных регионах коры.

Указывалось, что межполушарная когерентность ЭЭГ-колебаний возрастает в онтогенезе по мере созревания *corpus callosum*, особенно в лобных областях. Изменения когерентности во фронтальных областях могут происходить в тех случаях, когда нарушаются не только регулирующие функции лобных долей и комиссуральные взаимодействия (развивается дефицит последних), но и деятельность других мозговых механизмов. Когерентность ЭЭГ-активности (в частности, межполушарная) уменьшается при разнообразных негативных психофизиологических нарушениях, например у гиперактивных детей и при дислексии (цит. по [17]).

Существует мнение, что индивидуальные различия положения ЛК могут быть связаны со специфической функционирования лобной коры и ее «исполнительных» функций, так как общий самоконтроль поведения в значительной мере базируется именно на этой основе [3]. Исполнительные функции лобной коры относятся к двум категориям. Познавательные навыки, включающие в себя активизацию процессов памяти и мышления и соответствующие процессы планирования, опираются на работу дорсолатеральной префронтальной коры. Решение задач, требующих в дополнение к осуществлению процесса познания реализации некоторого эмоци-

онального или социального контекста, связано в большей степени с активацией вентромедиальной префронтальной и орбитофронтальной коры [18]. Любая исполнительная функция, которая требует переключения внимания, решения конфликтного вопроса или выбора ответа, активизирует также структуры цингулярной дуги, которая соединяет префронтальную кору с лимбической системой [3].

Таким образом, результаты настоящих исследований показали, что ЛК, интерпретируемый как устойчивая черта личности, имеет ряд объективных нейрофизиологических коррелятов, выявляемых на основе анализа когерентности ЭЭГ-активности.

Все участники исследованной группы были подробно ознакомлены с методикой тестирования, и от них было получено информированное согласие.

І. М. Конарева<sup>1</sup>

#### ЛОКУС СУБЪЕКТИВНОГО КОНТРОЛЯ: ОСОБЛИВОСТІ КОГЕРЕНТНОСТІ ЕЕГ-АКТИВНОСТІ У СТАНІ СПОКОЮ

<sup>1</sup>Таврійський національний університет ім. В. І. Вернадського, Сімферополь (АР Крим, Україна).

#### Резюме

Досліджувалася просторова організація поточної ЕЕГ (з врахуванням коефіцієнтів когерентності –  $K_{\text{кор}}$ ) у 60 дорослих обох статей з різним місцезнаходженням локусу контролю, діагностованим з використанням опитувальника Роттера. Реєстрацію ЕЕГ (21 відведення, розташування електродів за системою «10–20») проводили в стані спокою із заплюшеними очима;  $K_{\text{кор}}$  розраховували для 20 пар відведень. При природній високій інтеріндивідуальній варіабельності в підгрупі осіб із внутрішнім локусом контролю (інтерналів) частіше зустрічалися більші значення  $K_{\text{кор}}$  для коливань усіх частотних діапазонів і загального спектра ЕЕГ, особливо в лобно-центральному відведенні. У екстерналів виявлялася більша кількість зв'язків із низькими значеннями  $K_{\text{кор}}$ , а в інтерналів – з помірними і значущими рівнями цього коефіцієнта, особливо для високочастотних ЕЕГ-ритмів. Інтерналі найбільш часто й вірогідно відрізнялися від екстерналів більшими величинами  $K_{\text{кор}}$  у парах відведень F3–C3, F4–C4 і Fp2–F4. У парах O1–O2 та P4–O2 значення  $K_{\text{кор}}$  були практично завжди меншими в інтерналів. Індекс загальної інтернальності демонстрував тільки позитивні кореляції зі значеннями  $K_{\text{кор}}$   $\delta$ -,  $\beta$ - і  $\gamma$ -осциляцій ЕЕГ.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. J. B. Rotter, "Internal versus external control of reinforcement: A case history of a variable," *Am. Psychologist*, **45**,

- No. 4, 489-493 (1990).
2. B. De Brabander and C. H. Declerck, "A possible role of central dopamine metabolism associated with individual differences in locus of control," *Person. Individ. Differences*, **37**, No. 4, 735-750 (2004).
  3. C. H. Declerck, Ch. Boone, and B. De Brabander, "On feeling in control: A biological theory for individual differences in control perception," *Brain Cognit.*, **62**, No. 2, 143-176 (2006).
  4. R. K. Johnson and R. G. Meyer, "The locus of control construct in EEG alpha rhythm feedback," *Consult. Clin. Psychol.*, **42**, No. 6, 913 (1974).
  5. W. J. Goesling, C. May, D. Lavond, et al., "Relationship between internal and external locus of control and the operant conditioning of alpha through biofeedback training," *Percept. Motor Skills*, **39**, No. 3, 1339-1343 (1974).
  6. И. Г. Мосягин, *Психофизиологические закономерности адаптации военно-морских специалистов*, Автореф. ... д-ра мед. наук, Архангельск (2007).
  7. И. Н. Конарева, "Локус психологического контроля и особенности связанных с событием ЭЭГ-потенциалов", *Нейрофизиология / Neurophysiology*, **43**, № 5, 443-452 (2011).
  8. И. Н. Конарева, "Локус психологического контроля и характеристики частотных компонентов ЭЭГ", *Нейрофизиология / Neurophysiology*, **43**, № 6, 534-542 (2011).
  9. Е. Ф. Бажин, Е. А. Голькина, А. М. Эткинд, "Метод исследования уровня субъективного контроля", *Психол. журн.*, **5**, № 3, 152-162 (1984).
  10. D. M. Tucker, D. L. Roth, and T. B. Bair, "Functional connections among cortical regions: topography of EEG coherence," *Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol.*, **63**, No. 3, 242-250 (1986).
  11. Н. С. Курова, Е. А. Черемушкин, "Спектральные характеристики ЭЭГ при усложнении контекста когнитивной деятельности", *Журн. высш. нерв. деятельности*, **56**, № 2, 211-218 (2006).
  12. W. Klimesch, "EEG alpha and theta oscillations reflect cognitive and memory performance: a review and analysis," *Brain Res. Rev.*, **29**, Nos. 2/3, 169-195 (1999).
  13. F. C. J. Stevens, C. D. Kaplan, R. W. H. M. Ponds, and J. Jolles, "The importance of active lifestyles for memory performance and memory self-knowledge," *Basic Appl. Social Psychol.*, **23**, No. 2, 137-145 (2001).
  14. E. Tulving, "Episodic memory: from mind to brain," *Annu. Rev. Psychol.*, **53**, No. 1, 1-25 (2002).
  15. R. Swenson and D. M. Tucker, "Multivariate analysis of EEG coherence: stability of the metric, individual differences in patterning and response to arousal," *Biol. Psychol.*, **17**, No. 1, 59-75 (1983).
  16. R. W. Thatcher, P. J. Krause, and M. Hrybyk, "Cortico-cortical associations and EEG coherence: a two-compartmental model," *Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol.*, **64**, No. 2, 123-143 (1986).
  17. T. Koeda, M. Knyazeva, C. Njiokiktjien, et al., "The EEG in acallosal children. Coherence values in the resting state: left hemisphere compensatory mechanism?" *Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol.*, **95**, No. 6, 397-407 (1995).
  18. D. T. Stuss and B. Levine, "Adult clinical neuropsychology: lessons from studies of the frontal lobes," *Annu. Rev. Psychol.*, **53**, No. 1, 401-433 (2002).