

ВЗАИМОСВЯЗЬ ОСОБЕННОСТЕЙ МОТИВАЦИОННОЙ СФЕРЫ ЧЕЛОВЕКА С ХАРАКТЕРИСТИКАМИ СВЯЗАННЫХ С СОБЫТИЕМ ЭЭГ-ПОТЕНЦИАЛОВ

Поступила 16.05.09

В группе из 70 взрослых обоого пола была исследована взаимосвязь оценок генерализованных характеристик состояния мотивационной сферы – уровней потребности в достижении и мотивации достижений (ПД и МД соответственно) у индивидуума и параметры связанных с событием ЭЭГ-потенциалов (ССП), которые регистрировались в процессе выполнения двух поведенческих тест-актов, включающих в себя моторный компонент. В рамках задачи «А» от испытуемого требовалось совершить максимально быстрое нажатие на кнопку по сигналу с предупреждением (с определением времени сенсо-моторной реакции); при этом регистрировали условную негативную волну (УНВ) и потенциал Р300. В условиях задачи «Б» требовалось отмерить определенный временной интервал, ограничивая его двумя нажатиями на кнопку. В данном случае кроме УНВ и Р300 регистрировали потенциал готовности (ПГ). Использовали ЭЭГ-отведения С3 и С4 (по системе «10–20»). Особенности мотивационной сферы диагностировали с использованием вопросников Орлова и Мехрабиана. Результаты исследования свидетельствуют о том, что ЭЭГ-маркерами высокого уровня ПД могут являться большая амплитуда раннего компонента УНВ (УНВ-О) и малые амплитуды интегральной УНВ и волны Р300 в задаче «А», а также низкая амплитуда ПГ в задаче «Б». Высокий уровень МД коррелировал со значительными амплитудами УНВ и потенциала Р300 в задаче «А», причем амплитуды этих потенциалов были более высокими в левом полушарии. Обнаруженные взаимосвязи, видимо, обусловлены тем, что характеристики ПД и МД, с одной стороны, и амплитудные параметры СПП – с другой, существенно зависят у конкретной личности от наследственных, в частности нейрохимических, факторов. Подобные особенности нейродинамической конституции индивидуума, очевидно, в значительной мере определяются спецификой организации и функционирования ряда нейротрансмиттерных (в частности, аминергических) и нейрогуморальных систем.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: мотивация достижения, вопросник Мехрабиана, потребность в достижении, вопросник Орлова, связанные с событием ЭЭГ-потенциалы (СПП).

ВВЕДЕНИЕ

Мотивация достижения (МД), как считают многие психологи и психофизиологи [1], является устойчивой характеристикой (диспозицией) личности. Она определяется как стремление индивида достичь очевидного успеха (высоких результатов) в различных видах деятельности. Полагают, что МД носит генерализованный характер и проявляется в любой ситуации, независимо от конкретного содержания последней. МД тесно связана с такой особенностью личности, как потребность в достижении (ПД); в то же время данные категории неидентичны [1]. Диф-

ференциально-психофизиологический подход к изучению мотивационной сферы требует выявления объективных физиологических коррелятов упомянутых свойств личности. Есть основания считать, что в качестве таких коррелятов могут рассматриваться особенности частотных компонентов (ритмов) текущей ЭЭГ и вызванных ЭЭГ-потенциалов (ВП).

ВП представляют собой относительно стереотипные комплексы ЭЭГ-колебаний, возникающих в ответ на поступление залпа афферентных импульсов с определенными латентными периодами (ЛП) после действия раздражителя. ВП состоят из последовательности позитивных и негативных волн, параметры которых связаны с физическими и сигнальными свойствами стимуляции. В составе ВП выделяют определенные компоненты, имеющие

¹ Таврический национальный университет им. В. И. Вернадского, Симферополь (АР Крым, Украина).
Эл. почта: psyphysiol_lab@ukr.net (И. Н. Конарева).

особое отношение к моторным и когнитивным феноменам, – связанные с событием ЭЭГ-потенциалы (ССП). ССП могут быть как в той или иной мере экзогенными (когда эти потенциалы связаны с тем или иным поведенческим феноменом, реализуемым соответственно сенсорному влиянию с сигнальным значением), так и сугубо эндогенными (например, связанными с реализацией произвольных движений) [2]. В англоязычной литературе сейчас проявляется тенденция вообще избегать термина «ВП» и рассматривать все дискретные ЭЭГ-потенциалы, связанные и с внешней стимуляцией, и с любой произвольной активностью (моторной или когнитивной), как ССП. Среди ССП, наиболее тесно связанных с психическими явлениями, чаще всего анализируются потенциал готовности (ПГ), условная негативная волна (УНВ) и потенциал P300.

Во многих работах были обнаружены связи характеристик ВП и ССП с особенностями практически всех психических функций, в частности с индивидуальными особенностями как «чисто сенсорных», так и когнитивных процессов. Взаимосвязи различных черт (диспозиций) личности и характеристик ССП продолжают подвергаться интенсивному изучению [2, 3]. В данной работе мы попытались выяснить особенности характеристик ССП у лиц с различными уровнями ПД и МД.

МЕТОДИКА

В исследовании приняло участие 70 взрослых испытуемых (возраст от 19 до 35 лет, обоюбого пола, правши). В ходе тестов регистрировали ССП в парадигмах определения времени простой сенсо-моторной реакции с предупреждением (в дальнейшем эта постановка эксперимента обозначена как задача «А») и внутреннего отсчета временных интервалов (далее – задача «Б»). Программы для регистрации ССП были разработаны программистом А. В. Сухининым (техническое задание В. Б. Павленко).

Отведение и анализ ССП осуществляли по общепринятой методике с помощью автоматизированного комплекса, состоящего из электроэнцефалографа, интерфейса и компьютера. ЭЭГ-потенциалы отводили монополярно в точках С3 и С4 (согласно международной системе «10–20»). Использовали стандартные хлор-серебряные электроды; референтным электродом служили объединенные электроды, помещенные над сосцевидными отростками. Характеристики трактов усиления обеспечи-

вали постоянную времени 10 с; частота оцифровки сигнала равнялась 100 с^{-1} .

Испытуемый располагался сидя в удобном кресле в затемненной экранированной камере. Для минимизации артефактов, связанных с движениями глаз, ему предлагалось постоянно смотреть на табло, фиксируя взглядом световую точку (включенный светодиод). Контактная кнопка находилась в правой руке. Табло, представляющее собой светодиодную матрицу размером $5 \times 5 \text{ см}$, находилось на расстоянии 1.5 м на одном уровне с глазами испытуемого.

В условиях задачи «А» звуковые сигналы, на которые реагировал испытуемый, подавали через динамики, размещенные внутри камеры. Интервал между подачей пар сигналов варьировался экспериментатором случайным образом в диапазоне от 5 до 15 с. В качестве первого (предупреждающего) стимула использовали тональную посылку длительностью 100 мс с частотой заполнения 2000 Гц. Второй (императивный) стимул, требующий максимально быстрой реализации моторной реакции – нажатия на кнопку, представлял собой посылку с частотой 1000 Гц, предъявляемую случайным образом с вероятностью 0.7 через 2 с после предупреждающего стимула. Нажатие на кнопку прекращало действие императивного стимула. Об успешности выполнения задачи испытуемый узнавал соответственно сигналу обратной связи, предъявляемому на светодиодном табло. Этот сигнал длительностью 1 с включался через 1 с после начала подачи второго (императивного) сигнала. Вертикальная черта соответствовала успешному выполнению задачи с временем реакции (ВР) менее 180 мс; горизонтальная черта указывала на большие значения ВР.

В рамках задачи «Б» испытуемый должен был в произвольный момент времени нажать на кнопку и после этого начать внутренний отсчет временного интервала, соответствующего $20 \pm 3 \text{ с}$. Стартовое нажатие на кнопку обеспечивало подачу синхримпульса для накопления ССП. Когда испытуемый заканчивал отсчет правильного, по его субъективному мнению, интервала, он нажимал на кнопку вторично (финишное нажатие). Испытуемого заранее предупреждали о том, что о правильности измерения интервала он узнает по сигналу обратной связи, выдаваемому компьютером. Этот сигнал длительностью 1 с включался на табло через 2 с после финишного нажатия на кнопку. Он представлял собой знак «минус», если испытуемый отмерил слишком короткий временной интервал, знак «плюс», если он «переотмерил» указанный интервал, и вертикальную черту при правильном измере-

нии заданного интервала (с допуском $\pm 5\%$ его продолжительности). В случае предъявления сигнала, свидетельствующего о корректном выполнении задания, испытуемый должен был быстро нажать на кнопку третий раз (подтверждающее нажатие).

В условиях реализации задачи «А» в интервале между предупреждающим и пусковым сигналами развивалась УНВ, а после сигнала обратной связи – волна Р300. Для анализа использовали усредненное значение амплитуды УНВ, которое рассчитывали как среднее арифметическое текущих амплитуд, измеренных через каждые 10 мс. Аналогичным образом рассчитывали значение амплитуды волны Р300, но в качестве базового уровня принимали значение потенциала, наблюдавшееся за 200 мс до включения сигнала обратной связи. ЛП волны Р300 измеряли от момента начала подачи сигнала обратной связи до пика данной волны. В составе УНВ могли быть выделены ранний и поздний компоненты – УНВ-О и УНВ-Т [2] (см. ниже).

При реализации задачи «Б», включавшей в себя два произвольных двигательных акта, перед финишным нажатием на кнопку (как и перед стартовым) регистрировался ПГ, перед сигналом обратной связи и третьим (подтверждающим) нажатием, если оно требовалось, – УНВ, а после сигнала обратной связи – потенциал Р300. Расчет амплитудных показателей ССП проводили аналогично таковому в задаче «А».

Психологическое тестирование, позволяющее количественно оценивать уровни ПД и МД индивидуума, проводили с помощью вопросников Орлова и Мехрабиана. Испытуемые разделялись на подгруппы по уровням ПД и МД согласно обработке результатов опроса аналогично тому, как это делалось в нашей предыдущей работе [3].

Данные электрофизиологического исследования и показатели психологического тестирования количественно обрабатывали с использованием стандартных методов вариационной статистики. Для выявления взаимосвязей параметров рассчитывали коэффициенты ранговой корреляции (r) Спирмена. Межгрупповые сравнения проводили с помощью однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA). Числовые данные представлены в виде средних значений \pm ошибка среднего.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В предыдущей статье [3] мы подробно охарактеризовали нашу выборку в аспекте психологических

показателей. Средние значения амплитуд компонентов ССП, зарегистрированных в нашем исследовании, представлены в табл. 1. Подробное описание принципов измерения амплитудных характеристик ССП приведено в наших предыдущих работах. Значимых различий между исследованными показателями ССП у мужчин и женщин выявлено не было, поэтому экспериментальные данные анализировали для всей группы испытуемых.

Для установления связей между характеристиками ССП и оценками ПД и МД был проведен корреляционный анализ, по Спирмену, в пределах всей выборки. В результате обнаружилась значимая отрицательная корреляция между значениями по шкале ПД и амплитудами потенциала Р300 в задаче «А» ($r = -0.35$ при $p = 0.010$ в левом полушарии и $r = -0.37$ при $p = 0.009$ в правом полушарии). Таким образом, бóльшая амплитуда Р300 в задаче «А» в целом соответствует меньшей выраженности ПД.

В задаче «А» были также выявлены положительные корреляции между значениями по шкале МД и амплитудами Р300 ($r = 0.29$ при $p = 0.027$ в левом полушарии и $r = 0.31$ при $p = 0.019$ в правом полушарии), а также амплитудами УНВ-Т ($r = 0.33$ при $p = 0.013$) и интегральной УНВ ($r = 0.27$ при $p = 0.049$) в правом полушарии. Таким образом, бóльшие амплитуда Р300 и «негативность» УНВ (в задаче «А») соответствуют относительно высоким значениям по шкале МД вопросника.

Стараясь достичь более адекватной интерпретации результатов, мы провели однофакторный дисперсионный анализ ANOVA, разделив всех испытуемых по значениям ПД и МД на три подгруппы – с низким, средним и высоким уровнями данных показателей соответственно (табл. 2).

Дисперсионный анализ, как и корреляционный, показал наличие значимых различий между подгруппами испытуемых с низким и высоким уровнями ПД и МД по амплитуде потенциала Р300 в задаче «А» в правом и левом полушариях. Так, величина критерия F Фишера для показателя ПД составляла 7.41 для правого полушария и 7.63 – для левого ($p = 0.002$), а для показателя МД – 3.31 для левого полушария ($p = 0.050$). Остальные межгрупповые различия выраженности исследуемых признаков оказались незначимыми. Дальнейший их анализ, однако, показал существование следующих закономерностей.

Тенденция распределений амплитуд ССП была такова, что подгруппа с высоким уровнем ПД характеризовалась в рамках задачи «А» высокими амплитудами

Т а б л и ц а 1. Параметры связанных с событием ЭЭГ-потенциалов и показатели эффективности работы, зарегистрированные при выполнении испытуемыми тест-задач

Т а б л и ц я 1. Параметри пов'язаних з подією ЕЕГ-потенціалів і показники ефективності роботи, зареєстровані при виконанні випробуваними тест-завдань

Показатели	Среднее значение ± ошибка среднего	Минимум	Максимум
<i>Задача на определение времени сенсо-моторной реакции (задача «А»)</i>			
Амплитуда УНВ-Оs, мкВ	-4.09 ± 0.57	-14.48	5.84
—“— УНВ-Оd, мкВ	-2.90 ± 0.55	-14.58	6.63
—“— УНВ-Тs, мкВ	-9.27 ± 0.74	-25.21	1.94
—“— УНВ-Тd, мкВ	-8.38 ± 0.61	-21.44	3.68
—“— интегральной УНВs, мкВ	-6.94 ± 0.65	-18.83	2.77
—“— интегральной УНВd, мкВ	-6.25 ± 0.54	-16.34	4.50
Дисперсия амплитуды УНВs, мкВ	202.62 ± 16.46	46.03	553.32
—“— УНВd, мкВ	201.10 ± 16.50	37.68	425.95
Амплитуда Р300s, мкВ	27.40 ± 1.45	7.89	56.99
—“— Р300d, мкВ	25.92 ± 1.32	8.12	56.82
Латентный период Р300s, мс	350.56 ± 1.89	322.00	388.00
—“— Р300d, мс	348.56 ± 1.77	325.00	388.00
Время реакции, мс	201.33 ± 5.50	147.72	306.61
<i>Задача на внутренний отсчет временных интервалов (задача «Б»)</i>			
Амплитуда ПГs, мкВ	-4.03 ± 0.58	-17.34	7.73
—“— ПГd, мкВ	-3.41 ± 0.53	-14.77	6.49
—“— УНВs, мкВ	-1.37 ± 1.11	-25.01	24.69
—“— УНВd, мкВ	-2.21 ± 0.98	-21.95	19.42
—“— Р300s, мкВ	17.07 ± 0.68	5.29	33.75
—“— Р300d, мкВ	17.29 ± 0.67	6.06	34.44
Латентный период Р300s, мс	371.05 ± 9.64	260.00	561.00
—“— Р300d, мс	375.43 ± 8.99	281.00	582.00
Эффективность отсчета, %	49.49 ± 2.50	5.00	100.00

П р и м е ч а н и я. УНВ – условная негативная волна; УНВ-О и УНВ-Т – ранний и поздний компоненты УНВ соответственно; Р300 – потенциал Р300; ПГ – потенциал готовности. Индексами «s» и «d» указаны потенциалы, зарегистрированные в условиях отведения слева и справа соответственно.

ми УНВ-О и промежуточными значениями амплитуд УНВ-Т в обоих полушариях, меньшими амплитудами интегральной УНВ и Р300 (а также ЛП последнего потенциала) и промежуточными показателями дисперсии интегральной УНВ. В этой подгруппе в ситуации задачи «Б» наблюдались наименьшие ПГ и Р300 (и ЛП последнего), а также наибольшая степень негативности УНВ в обоих полушариях.

Подгруппа испытуемых со средним уровнем ПД в целом характеризовалась промежуточными значениями всех компонентов ССП, кроме УНВ-Т в задаче «А» и дисперсии интегральной УНВ. Амплитуда УНВ-Т была наименьшей, а дисперсия УНВ – наибольшей по сравнению с аналогичными параметрами в иных подгруппах.

Подгруппа испытуемых с высоким уровнем МД отличалась наибольшими значениями амплитуд всех типов УНВ, потенциала Р300 и его ЛП в обоих полушариях, а также промежуточными значени-

ями дисперсии УНВ в задаче «А». В задаче «Б» ПГ были выражены в средней степени, а УНВ и потенциал Р300 (а также его ЛП) были минимальными.

Подгруппа испытуемых со средним уровнем МД характеризовалась в целом промежуточными значениями параметров большинства ССП, кроме дисперсии УНВ в задаче «А» и величины ПГ в задаче «Б».

Заметим, что величина задержки сенсо-моторной реакции, которая рассматривается как показатель продуктивности работы систем, обеспечивающих моторное поведение, была наибольшей в случаях высоких оценок ПД и низкого уровня МД. Что же касается характеристик отсчета временного интервала, то эффективность отсчета (относительное количество успешных попаданий в заданный временной интервал) была наибольшей при низком уровне ПД и высоком – МД.

Таким образом, ЭЭГ-маркерами, коррелирующими с высоким уровнем ПД, можно назвать большие ам-

Т а б л и ц а 2. Среднегрупповые значения амплитудных параметров связанных с событием ЭЭГ-потенциалов (мкВ) и эффективности работы в трех подгруппах испытуемых

Т а б л и ц я 2. Середньогрупові значення амплітудних параметрів пов'язаних з подією ЕЕГ-потенціалів (мкВ) та ефективності роботи в трьох підгрупах випробуваних

Показатели	Оценка уровня потребности в достижении			Оценка уровня мотивации достижения		
	низкая <i>n</i> = 3	средняя <i>n</i> = 41	высокая <i>n</i> = 26	низкая <i>n</i> = 18	средняя <i>n</i> = 33	высокая <i>n</i> = 19
<i>Задача «А» – определение времени сенсо-моторной реакции</i>						
Амплитуда УНВ-О _s , мкВ	-1.91	-3.82	-4.63	-3.88	-3.92	-4.43
–“– УНВ-О _d , мкВ	-1.13	-2.17	-3.58	-2.43	-2.57	-4.10
–“– УНВ-Т _s , мкВ	-11.19	-8.38	-10.17	-7.32	-9.13	-10.79
–“– УНВ-Т _d , мкВ	-11.29	-8.36	-8.51	-6.37	-8.44	-10.39
–“– УНВ _s	-8.11	-7.30	-7.01	-5.94	-6.89	-8.49
–“– УНВ _d , мкВ	-8.25	-6.27	-5.93	-4.61	-6.21	-7.84
Дисперсия амплитуды УНВ _s , мкВ	188.09	201.29	191.16	174.47	231.50	191.06
–“– УНВ _d , мкВ	188.17	244.42	213.48	156.71	221.23	183.46
Амплитуда Р300* _s , мкВ	33.51	15.55	13.16	12.02	15.66	20.13
–“– Р300* _d , мкВ	30.97	13.90	11.78	11.85	14.98	15.28
Латентный период Р300 _s , мс	360.00	350.25	349.62	343.72	352.05	355.06
–“– Р300 _d , мс	360.00	347.88	347.64	346.50	346.09	353.29
Время реакции, мс	162.27	195.78	205.25	201.15	195.73	185.39
<i>Задача «Б» – внутренний отсчет временного интервала</i>						
Амплитуда ПГ _s , мкВ	-5.15	-4.14	-3.89	-3.86	-4.14	-3.94
–“– ПГ _d , мкВ	-3.66	-3.32	-3.06	-2.53	-4.91	-3.18
–“– УНВ _s , мкВ	-0.17	-0.77	-2.65	-2.06	-1.04	-0.47
–“– УНВ _d , мкВ	-1.17	-1.65	-3.15	-3.47	-1.27	-0.98
–“– Р300 _s , мкВ	18.80	17.22	16.52	18.41	16.54	15.77
–“– Р300 _d , мкВ	17.75	16.59	15.77	18.13	16.94	15.18
Латентный период Р300 _s , мс	441.50	371.27	364.94	396.20	390.00	347.85
–“– Р300 _d , мс	452.00	377.65	346.94	392.95	385.67	341.46
Эффективность отсчета, %	53.33	50.12	47.31	48.15	49.26	49.35

Примечания. Звездочкой обозначены случаи межгруппового сравнения, в которых величина критерия F Фишера свидетельствовала о значимом различии. Остальные обозначения те же, что и в табл. 1.

плитуды УНВ-О в задаче «А», сочетающиеся с малыми амплитудами интегральной УНВ и потенциала Р300 в задаче «А», а также ПГ в задаче «Б». Высоким уровням МД соответствовали хорошая выраженность УНВ и потенциала Р300 в задаче «А». При этом амплитуды данных потенциалов были более значительными в левом полушарии. Приведенные результаты свидетельствуют о нелинейности зависимостей между амплитудами ССП (в частности ПГ) и оценками по шкалам вопросников, характеризующим состояние мотивационной сферы у испытуемых.

ОБСУЖДЕНИЕ

Психологическое содержание «мотива достижения» таково, что субъекты с высокой МД успе-

ха предпочитают задачи средней или чуть выше средней трудности. Они уверены в успешном исходе задуманного, им свойственны поиск информации для формирования суждения о своих успехах, решительность в неопределенных ситуациях, склонность к разумному риску, готовность взять на себя ответственность, большая настойчивость при стремлении к цели, адекватный (средний) уровень притязаний, который повышается после успеха и снижается после неудачи. Очень легкие задачи не приносят таким индивидуумам чувства удовлетворения и ощущения настоящего успеха; при выборе же слишком трудных задач велика вероятность неуспеха. Поэтому подобные лица избегают выбора и тех, и других «крайних» задач. В случае же выбора задач средней трудности успех и неудача становятся примерно равновероятными, и решение

ситуации становится максимально зависимым от собственных усилий человека. Субъекты со склонностью к избеганию неудачи (т. е. с относительно низким уровнем МД) активно ищут информацию о возможности неудачи при достижении результата. Они берутся за решение как очень легких задач (где им гарантирован стопроцентный успех), так и очень трудных (где неудача не воспринимается как личный неуспех) [1, 4].

Интерпретация результатов, полученных в данном исследовании, как мы считаем, осложняется тем, что МД представлена в двух аспектах – как генерализованное свойство личности (диагностируемое с помощью вопросника) и целенаправленное мотивационное состояние, связанное с реализацией конкретных поставленных тест-задач. МД даже у одного и того же человека не всегда одинакова и заметно зависит от ситуации. В контексте нашей работы МД включала в себя и мотив достижения, и ситуационные факторы (вероятность достижения успеха, ценность успеха в конкретной деятельности, сложность задания и пр.) [4].

Комплекс ССП, регистрируемых в нашем исследовании в центральных отведениях С3 и С4, отражает активность нейронных сетей специфической и неспецифической таламо-кортикальных систем мозга. Как полагает Басар [5], электрическая активность в области вертекса имеет обобщенный, глобальный характер, причем системы, ответственные за генерацию тета- и альфа-ритмов ЭЭГ, вносят примерно одинаковый вклад в генерируемые ССП. Подтверждением этого можно считать обнаруженную ранее существенную положительную корреляционную связь между спектральными мощностями тета- и альфа-ритмов ($r = 0.640$ при $p = 0.0$ в обоих полушариях). Иными словами, можно считать, что указанные компоненты изменяются однонаправленно [2].

Анализируя полученные нами данные, следует сопоставить их с немногочисленными более или менее аналогичными результатами других исследователей (использовавших, кстати, весьма разнообразные экспериментальные парадигмы).

Отметим, что функциональная роль компонентов когнитивных ССП довольно часто соотносится с тем или иным уровнем общей активации мозга и, соответственно, с текущим состоянием мотивационной сферы субъекта. Так, амплитуда ПГ зависит от количества моторных программ, используемых данным субъектом, и физических параметров конкретного двигательного феномена. Согласно точ-

ке зрения Кочубея [6], развитие ПГ соответствует психологическому состоянию достаточно высокой направленности на достижение цели, интенции, готовности действовать. Вклад в генерацию ПГ вносит как мысленное, так и реальное воспроизведение движения. По-видимому, у субъектов с низким уровнем ПД преобладает влияние воображаемого воспроизведения движения, и в связи с этим ПГ выражен достаточно хорошо. У субъектов же с высоким уровнем МД существенно влияние реальной подготовки к выполнению движения, и ПГ также может быть высокоамплитудным. Эффективность работы, критерием которой в рамках наших тестов выступали время реакции и правильность отсчета временного интервала в задачах «А» и «Б» соответственно, была максимальной при низком уровне ПД и высоком уровне МД (табл. 2). Эмпсон [7] указывал, что в условиях предоставления вознаграждения (в условиях его тестов – денежного) амплитуда ПГ была почти вдвое больше, чем в случае его отсутствия. Эти различия он, однако, объяснял не уровнем мотивации, а величиной затрачиваемых физических усилий.

УНВ представляет собой медленный негативный сдвиг ЭЭГ-потенциала, отражающий процессы антиципации и подготовки к действию. Этот ССП используется многими авторами как показатель, характеризующий особенности различных психических феноменов, в том числе ожидания и внимания. Обычно величина УНВ отражает степень вовлечения испытуемого в деятельность, связанную со стимулом [8].

В последние годы широкое признание в литературе получила концепция, рассматривающая УНВ не как следствие некоего унитарного процесса, а как потенциал, который состоит из двух независимых компонентов, имеющих различную форму, топографию и функциональную роль. Первый из них, получивший название О-волны, интерпретируется как кортикальный компонент ориентировочной реакции. Он возникает во фронтальной области в ответ на предъявление предупреждающего сигнала. Второй компонент, получивший название Т-волны, связывают с подготовкой к моторному ответу. Он представляет собой нарастающий в предвосхищении императивного сигнала отрицательный сдвиг потенциала, который начинает развиваться над прецентральной областью за 0.5–1.0 с до сигнала [9]. Ранний компонент УНВ зависит от таких характеристик стимула, как интенсивность, длительность и модальность. Поздний компонент УНВ

меньшей степени связан с упомянутыми характеристиками, причем по пространственному распределению он сходен с ПГ [10].

Результаты нашего исследования свидетельствуют о том, что амплитуда УНВ-О оказалась более чувствительной к уровню мотивации, чем амплитуда УНВ-Т. Это может быть обусловлено тем, что УНВ-Т в большей степени отражает процессы обработки информации на кортикальном и субкортикальном уровнях и процесс принятия решения, чем процессы, связанные собственно с реализацией движения [9]. Интегральная УНВ в рамках задачи «А» была «более негативной» при низком уровне ПД и высоком уровне МД, и этой же ситуации соответствовало наименьшее время сенсо-моторной реакции. Известно, что время реакции положительно и значимо коррелирует с величиной «негативности» УНВ [2]. В задаче «Б» высокой эффективности работы (правильности отмеривания интервала) соответствовала наименьшая «негативность» УНВ, что согласуется с функциональным контекстом данной тест-задачи [2].

Потенциал Р300, как известно, представляет собой положительное колебание с ЛП максимума от 250 до 600 мс относительно стимула, обуславливающего развитие этого ВП. Считается, что Р300 отражает изменение состояния сферы внимания, связанное с ориентировочной реакцией [8]. Джонсон [11] считает, что основной детерминантой амплитуды Р300 является смысловое значение стимула, включающее в себя параметры его сложности и мотивационную ценность. Амплитуда Р300 тем больше, чем сложнее сам стимул и экспериментальное задание и чем больше когнитивных операций требует от испытуемого «стимульная» ситуация. Иваницкий [12] также связывает развитие Р300 с анализом и осознанием биологической значимости стимула. В нашем исследовании амплитуда Р300 в задаче «А» была наибольшей при низком уровне ПД и высоком уровне МД (т. е. в условиях явного преобладания МД), а в задаче «Б» – при низких уровнях ПД и МД (т. е. в ситуации преобладания стремления к избеганию неудачи).

Ангелов и сотр. [13], регистрируя Р300 в ситуации «оценки индивидуальных способностей» по результатам выполнения теста на время реакции, выявил увеличение амплитуды Р300 у 19 из 21 испытуемого. Этот феномен объяснили тем, что возрастание уровня мотивации может приводить к изменениям субъективных представлений о вероятности появления стимулов, связанной, в свою

очередь, с характеристиками Р300.

Воробьева [14] отмечала, что у обследуемых с преобладанием мотивации избегания неудачи амплитуда потенциала Р300 была значимо выше (особенно во фронтальных и центральных отведениях), чем у тех, у кого преобладала мотивация стремления к успеху. У нас в экспериментальной парадигме отсчета временных интервалов (задача «Б») результаты были аналогичными, но в парадигме определения времени реакции (задача «А») соотношение оказалось обратным. Эти различия подчеркивают то обстоятельство, что функциональные корреляты ССП в разных экспериментальных ситуациях могут существенно отличаться друг от друга, и при анализе результатов, полученных другими исследователями, необходимо тщательно знакомиться с использованными экспериментальными парадигмами.

Заметим, что разные авторы по-разному интерпретируют соотношение стремления к успеху и стремления к избеганию неудачи. Одни (например, Аткинсон) считают, что это – взаимоисключающие полюса в пределах шкалы МД; если человек ориентирован на успех, то он не испытывает страха перед неудачей (и наоборот, если он ориентирован на избегание неудачи, то у него слабо выражено стремление к успеху). Другие же авторы доказывают, что отчетливо выраженное стремление к успеху вполне может сочетаться с не менее сильным страхом неудачи, особенно если она связана для субъекта с какими-либо тяжелыми последствиями [4].

Связь мотивации с выраженностью ССП может базироваться на общих нейрофизиологических механизмах и морфологических структурах, ответственных за генерацию этих феноменов. Прежде всего, данная связь основывается на функционировании лимбической системы. Так, генез ПГ связывают с активностью медиальной коры, значительная часть которой (поясная извилина) входит в состав лимбической системы и в силу прямых связей с гиппокампом и диэнцефальными структурами рассматривается как подсистема мотивационной системы мозга [15]. Дополнительным источником генерации ПГ являются медиальные отделы лобных долей, расположенные ростральнее поясной извилины (область 6). Активацию этой зоны (только у человека, поскольку у животных она практически отсутствует) в период преднастройки к действию связывают с актуализацией социальных мотивов личности [16], генез же УНВ – с деполяризацией апикальных дендритов пирамидных клеток поверхностных сло-

ев лобной коры. Существенную роль в генерации УНВ приписывают мезенцефальной ретикулярной формации [17]. Наряду с ней в генерации данного ССП важную роль играют длинные и короткие корково-подкорковые внутрислоушарные связи между ассоциативной гранулярной теменно-височно-затылочной и префронтальной зонами [18]. Генез Р300 в значительной степени соотносят с активностью медиального ядра перегородки и септо-гиппокампальной холинергической системы, а также височных долей коры и собственно гиппокампа [19].

В наших тестах в задаче «А» амплитуда ССП обычно была выше в левом полушарии. С одной стороны, это обусловлено тем обстоятельством, что сенсо-моторная реакция, как было упомянуто ранее, регистрировалась у правой [2]. С другой стороны, подобное превышение может быть связано с актуализацией МД в условиях использования преимущественно «левополушарных» аналитических стратегий.

Воробьева установила [14], что особенности активации процессов логического мышления и планирования при актуализации МД имеют в значительной степени наследственно обусловленную природу. Оценка динамики показателя наследуемости амплитудно-временных характеристик Р300 свидетельствовала о том, что в случае актуализации МД вклад факторов генотипа в фенотипическую вариативность уменьшается. При этом наблюдается рост оценок наследуемости амплитудно-временных показателей Р300 фронтоцентральных отведений от левого полушария.

Было выявлено [14], что оценка степени наследуемости времени сложной аудио-моторной реакции на предъявление значимого стимула в ситуации без актуализации МД у обследуемых составляла около 35 %. В случаях же актуализации МД значение коэффициента наследуемости оказалось значительно меньшим – 11 %, тогда как в условиях актуализации мотивации избегания неудачи оценка наследуемости была наибольшей – около 54 %.

Заметим, что использованные экспериментальные парадигмы различались по «психофизиологическому содержанию» ССП. Так, в задаче «А» выраженная негативная интегральная УНВ наблюдалась у эмоционально устойчивых испытуемых с низким уровнем тревожности [2]. Эта особенность может быть связана с «моторной» установкой, задаваемой испытуемому инструкцией в контексте указанной задачи. Согласно данным литературы, у здоровых испытуемых напряжение произвольного

внимания при выполнении подобного задания обуславливает повышение локальной активности различных мозговых структур в зависимости от характера выполняемой деятельности. Это выражается в модификациях поздних компонентов ССП (увеличении их амплитуды и уменьшении ЛП) [20].

В рамках же экспериментальной задачи «Б» более высокая выраженность УНВ наблюдалась у высокоэмоциональных испытуемых [2]. Введение в эксперимент специального сигнала обратной связи, информирующего испытуемого об успешности/неуспехе выполненной реакции, обуславливает генерацию УНВ-подобной волны в пределах интервала между императивным сигналом и сигналом обратной связи [9]; такое колебание состоит из постимперативной и престаимпульной негативностей. По всей вероятности, именно престаимпульная негативность была более выражена у испытуемых с высоким уровнем тревожности [2].

Основу мотивационного напряжения составляют эмоции, которые в значительной степени определяют целенаправленный характер поведения человека. Зависимость между уровнями мотивации и активации эмоциональной сферы является нелинейной: вначале мотивация возрастает параллельно с активацией, а затем при более высоких уровнях эмоциональной активации мотивация снижается. Гнездицкий [21] в ходе интерпретации психофизиологических коррелятов ВП также привлекает понятие активации, описывая эти потенциалы как отражение «энергетической» функции сенсорных систем, направленной на поддержание состояния структур мозга на определенном уровне, который необходим для обработки поступающей афферентной информации.

Грей [22] выделил три гипотетические нейронные системы мозга, в существенной степени отвечающие за поведенческую активность и эмоциональность индивидуума. Можно предположить, что в состоянии мотивационной сферы особый вклад вносят две нейромедиаторные системы. Норadrenergические (НА-) волокна, исходящие из *locus coeruleus*, и серотонинергические (СТ-) волокна, поступающие из медиальных ядер шва и иннервирующие септогиппокампальную систему, входят в систему «торможения поведения», которая запускается условными стимулами, связанными с наказанием, прекращением или пропуском предъявления вознаграждения, а также новыми стимулами. Дофаминергические (ДА-) волокна, которые восходят из среднего мозга и иннервируют базальные ганглии, входят в систему «приближающего поведения». Она

активируется стимулами, связанными с поощрением или прекращением/пропуском наказания. Предполагив, что условные положительные (подкрепляющие) стимулы активируют эту систему в соответствии со степенью их пространственно-временной близости к безусловному стимулу («цели»), получаем интегральную систему, способную в принципе направлять организм к целям, которых ему нужно добиться для успешного выживания [22].

В настоящее время считается установленным, что системой подкрепления (формирующей эмоционально положительное состояние) является ДА-система мозга. Активация СТ-системы обуславливает развитие эмоционально отрицательных состояний [23].

При наблюдении поведения крыс в ящике Скиннера [24] уровень НА в префронтальной коре увеличивался не только в сериях тестов с вознаграждением (как и уровень ДА), но и в сериях без пищевого подкрепления. Это свидетельствует о специфической роли НА в реакциях с предсказанием вознаграждения. Передача НА-сигналов в каудомедиальные участки *nucl. accumbens*, которые вовлечены в организацию реакций, связанных с реализацией побуждения и вознаграждения, намного менее ограничена в пространственном и временном аспектах, чем в других богатых НА мозговых регионах. Уменьшение уровней НА и/или СТ в *nucl. accumbens* может впоследствии вызвать увеличение уровня ДА [25].

Согласно результатам исследования Дубини и соавт. [26], НА и СТ играют различную роль в мотивации социального поведения (такая мотивация определялась с помощью вопросника, который был разработан для оценки действия антидепрессантов). У пациентов с депрессией введение ингибитора НА приводило к повышению среднего значения по шкале адаптации (Social Adaptation Self-evaluation Scale – SASS) и самооценок мотивации, энергичности и положительного самовосприятия в большей степени, чем воздействие ингибитора СТ. По мнению Шульца [27], ДА-проекция от среднего мозга в стриатум и лобную кору опосредуют поведенческие реакции, связанные с вознаграждением, кодируя несоответствие предсказания вознаграждения и его реального предъявления. Информация об ошибке предсказания является очень мощным сигналом, вызывающим поисковое поведение и направляющим его.

Установлено, что химическая чувствительность нейронов латерального гипоталамуса к ДА и НА

различна на разных стадиях пищевого поведения животных. Мозг голодных животных более чувствителен к ДА, а потребляющих пищу – к НА [28].

С другой стороны, накапливается все больше и больше указаний на то, что моноаминергические системы вносят значительный вклад и в формирование ССП. Полагают, что основной нейрхимический механизм, ответственный за генерацию негативных компонентов ССП, – это активация ДА- и адренергических центров, которая приводит к торможению ГАМК-эргических структур, оказывающих тормозное влияние на холинергические церебральные нейронные системы. Функциональное выключение аминергических центров влечет за собой «взрыв» ГАМК-эргического торможения, что проявляется на поверхности коры в виде позитивных отклонений ЭЭГ-потенциалов [29]. Например, введение клонидина существенно влияет на амплитуду и ЛП волны P300 [30].

Таким образом, в ходе интерпретации корреляций между рассматриваемыми феноменами (ССП, МД и ПД) должны учитываться множество факторов и их взаимодействие, часто скрытое от прямого наблюдения. Особо важным аспектом является то, что уровни ПД и МД не находятся в простой прямой связи, а соотносятся нелинейно. Это подчеркивается результатами нашей работы.

І. М. Конарева¹

ВЗАЄМОЗВ'ЯЗОК ОСОБЛИВОСТЕЙ МОТИВАЦІЙНОЇ СФЕРИ ЛЮДИНИ З ХАРАКТЕРИСТИКАМИ ПОВ'ЯЗАНИХ З ПОДІЄЮ БЕГ-ПОТЕНЦІАЛІВ

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

Резюме

У групі із 70 дорослих обох статей було досліджено взаємозв'язок оцінок генералізованих характеристик стану мотиваційної сфери – рівнів потреби в досягненні та мотивації досягнень (ПД і МД відповідно) в індивідуума та параметри пов'язаних з подією БЕГ-потенціалів (ППП), зареєстрованих у перебігу виконання двох поведінкових тест-актів, які включали в себе моторний компонент. У межах завдання «А» від випробуваного вимагалось здійснити максимально швидке натискання на кнопку за сигналом з попередженням (з визначенням часу сенсо-моторної реакції); при цьому реєстрували умовну негативну хвилю (УНХ) і потенціал P300. В умовах завдання «Б» вимагалось відміряти певний часовий інтервал, обмежуючи його двома натисканнями на кнопку. У даному випадку крім УНХ і P300 реєстрували по-

тенціал готовності (ПГ). Використовували ЕЕГ-відведення С3 і С4 (за системою «10–20»). Особливості мотиваційної сфери діагностували з використанням питальників Орлова та Мехрабіана. Результати дослідження свідчать про те, що ЕЕГ-маркерами високого рівня ПД можуть бути велика амплітуда раннього компонента УНХ (УНХ-О) і малі амплітуди інтегральної УНХ і хвилі Р300 у завданні «А», а також низька амплітуда ПГ у завданні «Б». Високий рівень МД корелював зі значними амплітудами УНХ і потенціалу Р300 у завданні «А», причому амплітуди цих потенціалів були вищими в лівій півкулі. Виявлені взаємозв'язки, видимо, зумовлені тим, що характеристики ПД і МД, з одного боку, та амплітудні параметри ППП – з другого, істотно залежать у конкретної особистості від спадкових, зокрема нейрохімічних, чинників. Подібні особливості нейродинамічної конституції індивідуума, очевидно, у значній мірі визначаються специфікою організації та функціонування низки нейротрансмітерних (зокрема, амінергічних) і нейрогуморальних систем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Е. П. Ильин, *Мотивация и мотивы*, Питер, СПб. (2002).
2. И. Н. Конарева, *Индивидуальные особенности связанных с событием ЭЭГ-потенциалов человека*, Дис. ... канд. биол. наук, Симферополь (2001).
3. И. Н. Конарева, "Взаимосвязь особенностей мотивационной сферы личности и характеристик текущей ЭЭГ", *Нейрофизиология / Neurophysiology*, **41**, № 1, 61-69 (2009).
4. Х. Хекхаузен, *Мотивация и деятельность*, Питер, СПб. (2003).
5. E. Basar, *Brain Function and Oscillations, Part I: Brain Oscillations. Principles and Approaches*, Springer-Verlag, Berlin (1998).
6. Б. И. Кочубей, *Психофизиология личности (физиологические подходы к изучению активного субъекта)*, ВИНТИ, Москва (1990).
7. J. A. C. Empson, "Response force, motivation, and the EEG readiness potential," *Psychophysiology*, **23**, No. 4, 433-434 (1986).
8. Ч. Шагас, *Вызванные потенциалы в норме и патологии*, Москва, Мир (1975).
9. И. Е. Кануников, "Условная негативная волна (CNV) как электрофизиологический показатель психической деятельности", *Сообщ. П «Психофизиологическая значимость и нейрогенез CNV»*, *Физиология человека*, **6**, № 3, 520-530 (1980).
10. Н. Ф. Суворов, О. П. Таиров, *Психофизиологические механизмы избирательного внимания*, Наука, Ленинград (1985).
11. R. Johnson, "A triarchic model of P300 amplitude," *Psychophysiology*, **23**, No. 4, 367-384 (1986).
12. А. М. Иваницкий, *Мозговые механизмы оценки сигналов*, Медицина, Москва (1976).
13. A. Angelov, D. Philipova, V. Silyamova, et al., "Motivation and P3-wave of event-related potentials," in: *Psychophysiology '88: Proc. 4th Conf. Int. Organ. Psychophysiol. (Prague, Sept. 12-17, 1988)*, Praha (1988), p. 13.
14. Е. В. Воробьева, *Интеллект и мотивация достижения: психофизиологические и психогенетические предикторы*, КРЕДО, Москва (2006).
15. L. Deecke, T. Bashore, C. H. M. Brunia, et al., "Movement-associated potentials and motor control: report of the EPIC VI Motor Panel," *Ann. New York Acad. Sci.*, **425**, 398-428 (1984).
16. C. F. Pieper, S. Goldring, A. B. Jenny, and J. P. McMahon, "Comparative study of cerebral cortical potentials associated with voluntary movements in monkey and man," *Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol.*, **48**, No. 3, 266-292 (1980).
17. C. Morocutti, F. Fattapposta, F. Dierelli, et al., "Event-related potentials and autonomic functions," *Funct. Neurol.*, **2**, No. 4, 517-521 (1987).
18. R. Zappoli, A. Versari, G. Arnetoli, et al., "Cognitive event-related potentials and reaction time in presenil subjects with initial mild cognitive decline or probable Alzheimer-type dementia," *Ital. J. Neurol. Sci.*, **11**, No. 2, 113-130 (1990).
19. R. T. Knight, D. Scabini, D. L. Woods, and C. C. Clayworth, "Contributions of temporal-parietal junction to the human auditory P300," *Brain Res.*, **502**, No. 1, 109-116 (1989).
20. Л. Д. Демина, А. Д. Владимиров, Е. Д. Хомская, "Изучение произвольного внимания методом вызванных потенциалов в клинике локальных поражений головного мозга", в кн.: *Проблемы нейропсихологии*, Наука, Москва (1977), с. 165-202.
21. В. В. Гнездицкий, *Вызванные потенциалы мозга в клинической практике*, Таганрог. радиотехн. ун-т, Таганрог (1997).
22. Д. Грей, *Нейропсихология темперамента*, <http://pedlib.ru/Books/3/0029>.
23. А. С. Базян, "Взаимодействие медиаторных и модуляторных систем головного мозга и их возможная роль в формировании психофизиологических и психопатологических состояний", *Успехи физиол. наук*, **32**, 3-22 (2001).
24. S. Mingote, J. P. C. de Bruin, and M. G. P. Feenstra, "Noradrenaline and dopamine efflux in the prefrontal cortex in relation to appetitive classical conditioning," *J. Neurosci.*, **24**, No. 10, 2475-2480 (2004).
25. T. Junchao, O. Homykiewicz, Y. Furukawa, and S. J. Kish, "Marked dissociation between high noradrenaline versus low noradrenaline transporter levels in human nucleus accumbens," *J. Neurochem.*, **102**, No. 5, 1691-1702 (2007).
26. A. Dubini, M. Bosc, and V. Polin, "Do noradrenaline and serotonin differentially affect social motivation and behavior?" *Eur. Neuropsychopharmacol.*, No. 7, Suppl. 1, 49-73 (1997), <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>.
27. W. Schultz, "The reward signal of midbrain dopamine neurons," *News Physiol. Sci.*, **14**, No. 6, 249-255 (1999).
28. E. V. Borisova and M. Filipp, "Pentagastrin modulation of sensitivity of neurons of the lateral hypothalamus to noradrenaline and dopamine," *Neurosci. Behav. Physiol.*, **20**, No. 6, 514-520 (1990).
29. N. Birbaumer, T. Elbert, A. Canavan, and B. Rockstroh, "Slow potentials of the cerebral cortex and behavior," *Physiol. Rev.*, **70**, No. 1, 1-41 (1990).
30. D. Swick, J. A. Pineda, and S. L. Foote, "Effects of systemic clonidine on auditory event-related potentials in squirrel monkeys," *Brain Res. Bull.*, **33**, No. 1, 79-86 (1994).