

Э. А. КОСТАНДОВ, Ю. Л. АРЗУМАНОВ

ВЛИЯНИЕ МОТИВАЦИИ НА УСЛОВНЫЙ МЕДЛЕННЫЙ ОТРИЦАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ КОРЫ ГОЛОВНОГО МОЗГА ЧЕЛОВЕКА

(Представлено академиком И. С. Бериташвили 23 VI 1971)

Условный медленный отрицательный потенциал (у.м.о.п.), впервые описанный Г. Уолтером (¹), как волна ожидания или contingent negative variation (с.п.v), регистрируется с передних областей коры мозга человека в паузе между двумя стимулами — предупреждающим и императивным. В ряде работ установлено, что амплитуда у.м.о.п. чутко отражает психологическое состояние исследуемого, его отношение к эксперименту, намерение осуществить какое-то значимое действие, состояния ожидания, готовности, внимания (²⁻⁹). Нами изучалась зависимость у.м.о.п. от мотиваций, создаваемых в эксперименте у здорового человека при помощи словесной инструкции и в условиях избегания удара электрического тока.

Методика. Исследуемые 17 здоровых человек в возрасте от 20 до 40 лет, помещались в звукозаглушенную камеру. Предъявлялись два стимула с паузой между ними 1 сек. Первый стимул (С₁) — звук, белый шум, длительностью 100 мсек. и 50 дб над порогом слышимости — подавался через телефон ТД-6 на левое ухо. Второй стимул (С₂) — вспышка слова «травя» на электролюминесцентном табло, находящемся на расстоянии 1,8 м от глаз исследуемого; длительность вспышки 500 мсек., освещенность вблизи табло 0,1 лк ± 20%.

В каждом опыте медленные потенциалы, возникающие в паузе между стимулами С₁ — С₂, регистрировались при трех условиях: 1) «низкой» мотивации, когда исследуемому давалась инструкция нажимать правой рукой на телеграфный ключ на каждый стимул С₂, но он не знал, что измеряется время его реакции; 2) «высокой» мотивации, когда исследуемому сообщалось, что время его двигательной реакции измеряется и он должен реагировать как можно быстрее; 3) в ситуации избегания удара электрического тока. Исследуемому предварительно говорили, что за каждую медленную реакцию он будет получать удар электрического тока в область запястья левой руки; перед пробой у каждого исследуемого определялся электрический болевой порог. После этого производилась регистрация потенциалов, во время которой исследуемый 2—3 раза «наказывался» болевым (пороговым) ударом тока. Во всех случаях электронным миллисекундомером измерялось скрытое время двигательной реакции на императивный стимул. В конце каждой пробы усреднялось скрытое время 50 двигательных реакций. Электрическая активность отводилась монополярно электродами Ag—AgCl. Активные электроды помещались на вертексе и затылочной области (на 2,5—3 см выше и на 2 см левее затылочного бугра); индифферентный электрод — на левый сосцевидный отросток. Потенциалы через усилитель БУ-1 с постоянной времени 1,3 сек. подавались на компьютер ART-1000. Эпоха анализа, т. е. время, в течение которого анализировалась каждая кривая, равнялась 4000 мсек. Усреднялось 50 биоэлектрических реакций на парные стимулы С₁—С₂, подаваемые ритмически один раз в 5 сек. Усредненные потенциалы фотографировались с экрана осциллографа ART-1000. При помощи планиметра измерялась площадь фигуры, образованной кривой у.м.о.п. и изолинией э.э.г. (между точками пересечения восходящей и нисходящей частей медленной волны с изолинией), и пересчитывалась с учетом калибровки (в мв·мсек). Для опреде-

ления изолинии э.э.г. усреднение биоэлектрической активности начиналось за 800 мсек. до предъявления стимула C_1 . Результаты измерений площади погенциала и времени двигательных реакций обрабатывались статистически. Всего взято в обработку 97 усредненных у.м.о.п.

Результаты. В паузе между стимулами C_1 — C_2 , подаваемыми с интервалом 1 сек., у 13 исследуемых с вертекса регистрировался у.м.о.п. У 4 человек эта волна не наблюдалась, несмотря на неоднократные исследования при разных условиях («низкой» и «высокой» мотивации, в ситуации избегания «наказания»). Таким образом, не у всех людей даже при

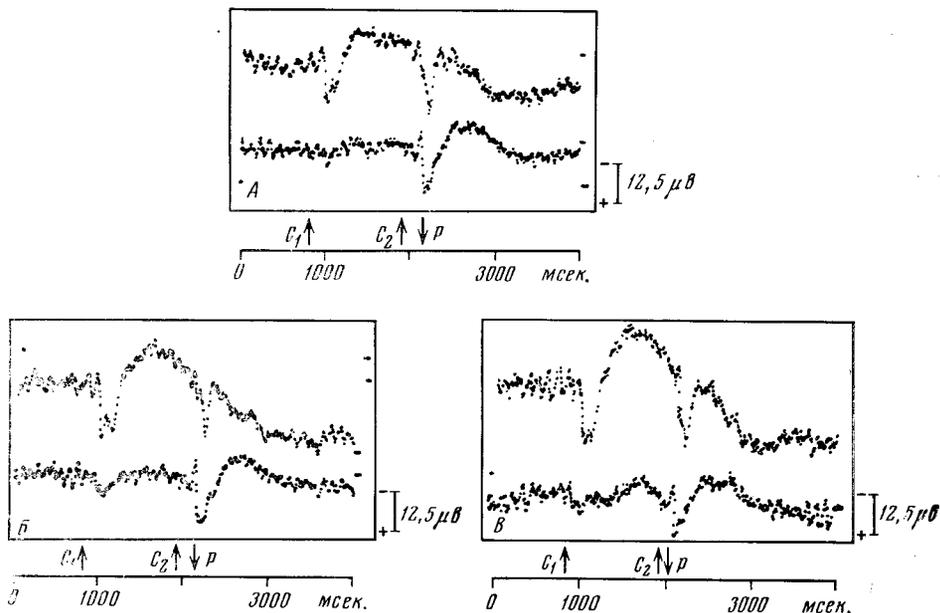


Рис. 1. Изменения у.м.о.п. при разных уровнях мотивации: А — «низкой», В — «высокой», В — ситуация избегания «наказания». Исследуемая А. Т. Верхняя кривая — вертекс, нижняя — затылочная область. Отклонение луча вверх — негативность. Момент стимуляции — стрелки вверх; C_1 — звуковой стимул; C_2 — вспышка слова «трава» на табло. Начало двигательной реакции (P) — стрелка вниз. В.р. (272 мсек. для А, 216 мсек. для В, 120 мсек. для В) — усредненное время 50 двигательных реакций. Эпоха анализа (вся кривая) 4 сек.

помощи методики усреднения удается отвести у.м.о.п. с черепа. В затылочной области у всех исследуемых у.м.о.п., как правило, не возникал.

В условиях «низкой» мотивации у 13 исследуемых с вертекса отводился у.м.о.п. с площадью волны, равной в среднем 6082 ± 676 мв·мсек ($\sigma = 4481$, среднее квадратическое отклонение). На рис. 1 А можно видеть, что медленное отрицательное колебание возникает через 400 мсек. после предъявления звукового стимула C_1 и круто обрывается через 870 мсек., что совпадает по времени с началом двигательной реакции исследуемого на зрительный стимул C_2 . Площадь этой волны равняется 7788 мв·мсек. Колебания величины у.м.о.п., регистрируемой в условиях «низкой» мотивации, были довольно значительны не только у разных лиц (от 1576 до 23 203 мв·мсек), но и у одного и того же исследуемого в разные дни. Так, например, у исследуемой Г. Ш. величина у.м.о.п. в разных опытах колебалась от 3245 до 14 956 мв·мсек. Более того, на рис. 2А и В можно видеть, что у этой же исследуемой даже в одном опыте разница в величине у.м.о.п., регистрируемой при одних и тех же условиях «низкой» мотивации может быть довольно существенной (10 683 для А, и 14 956 мв·мсек для В).

Скрытый период двигательной реакции (в.р. — время реакции) в условиях «низкой» мотивации в среднем составлял 304 ± 11 мсек ($\sigma = 74$).

В условиях «высокой» мотивации, когда исследуемый знал, что фиксируется в.р. и он должен нажимать как можно быстрее, величина у.м.о.п. в среднем равнялась $11\,057 \pm 944$ мв·мсек ($\sigma = 5663$). Во всех пробах у всех 13 исследуемых величина у.м.о.п. была существенно больше при «высокой» мотивации, по сравнению с «низкой» ($p < 0,001$). Эту разницу можно видеть на рис. 1 и особенно наглядно на рис. 2. У исследуемой

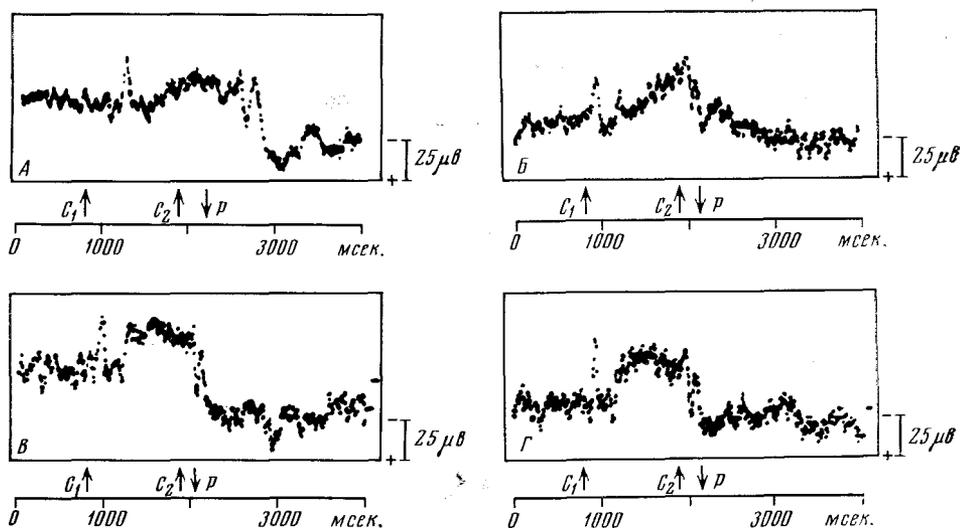


Рис. 2. Колебания величины у.м.о.п. в области вертекса в одном опыте при «низкой» мотивации (А, Б) и его увеличение после инструкции нажимать быстрее (В, Г). Исследуемая Г.Ш. В.р. (в мсек.): 265 для А, 211 для Б, 152 для В, 233 для Г. Остальные обозначения те же, что на рис. 1

Г. Ш. (рис. 2) величина у.м.о.п. увеличилась с 10 683 (рис. 2А) и 14 956 мв·мсек (рис. 2Б) при «низкой» мотивации до 19 229 (рис. 2В) и 22 078 мв·мсек (рис. 2Г) в условиях «высокой» мотивации, хотя раздражители C_1 и C_2 были во всех случаях одинаковыми. Величина у.м.о.п. при «высокой» мотивации у разных исследуемых колебалась в довольно широких пределах — от 3708 до 24 988 мв·мсек. Значительно меньшие колебания величины у.м.о.п. в условиях «высокой» мотивации наблюдались у исследуемого в одном опыте. Однако, как это можно видеть на рис. 2В и Г, разница в выраженности волны могла наблюдаться и в этом случае. В.р. в условиях «высокой» мотивации исследуемых в среднем равнялась 246 ± 10 мсек. ($\sigma = 64$). Оно было достоверно ($p < 0,001$) короче в.р. при «низкой» мотивации (304 ± 11 мсек.).

В условиях избегания «наказания», когда нужно было нажимать на ключ как можно быстрее, чтобы не получить удара электрического тока, исследовано 11 человек; всего было записано 25 усредненных у.м.о.п. В 8 случаях у исследуемых во время эксперимента развивалось тревожное состояние, страх, растерянность. В остальных 17 случаях исследуемые были сосредоточены, спокойны, реагировали быстро; в.р. было короче по сравнению с в.р. в условиях «низкой» и «высокой» мотиваций (224 ± 14 мсек.). Во всех этих пробах с вертекса отводились у.м.о.п. явно большей величины, чем при «низкой» мотивации ($p < 0,05$); в среднем величина у.м.о.п. равнялась $10\,501 \pm 1802$ мв·мсек ($\sigma = 7427$). Большая сигма показывает, что и в этих случаях колебания величины у.м.о.п. у разных людей были значительны. При статистической обработке методом сопряженных пар выявилось, что величина у.м.о.п., регистрируемого в ситуации избегания, существенно больше ($p < 0,02$) потенциала, записываемого в условиях «высокой» мотивации, когда исследуемого просили нажимать как можно быстрее. В.р. в случаях избегания было достоверно короче ($p < 0,05$), чем при «высокой» мотивации. На рис. 1 можно видеть, что

у.м.о.п. в условиях избегания больше потенциалов регистрируемых при «низкой» и «высокой» мотивациях, а также, что в зависимости от психологического состояния исследуемого может меняться не только величина, но и форма медленного колебания, поэтому измерение амплитуды волны в какой-либо ее точке может не дать точного представления о величине потенциала.

Итак, в условиях повышенной мотивации, когда исследуемый должен был быстрее реагировать на императивный стимул, явно увеличивался отрицательный медленный потенциал и сокращалось в.р. Можно было бы думать о существовании обратных соотношений между этими двумя величинами, обусловленных тем, что у.м.о.п. отражает состояние возбудимости двигательных отделов неокортекса. Такое мнение недавно было высказано⁽¹⁰⁾. Однако корреляционный анализ изменений величины у.м.о.п. и в.р., регистрируемых в условиях «высокой» мотивации, не выявил зависимости между этими двумя функциями ($r = -0,17$).

Отсутствие корреляции между у.м.о.п. и в.р. на императивный стимул дает основание считать, что регистрируемая в наших опытах медленная отрицательная волна не является, по крайней мере в основном, суммой премоторного и моторного потенциалов или потенциалов моторной «готовности»⁽¹¹⁾, которые предшествуют и сопровождают двигательные реакции и возникают в передних «моторных» областях неокортекса. Можно предположить, что сокращение в.р. и увеличение у.м.о.п. вызваны одной причиной — усилением активации неокортекса, связанной с оживлением тонической ориентировочной реакции на инструкцию нажимать быстрее или с отрицательной эмоциональной реакцией при ситуации избегания «наказания». Однако физиологическим коррелятом ориентировочной реакции в вызванной активности коры является не отрицательное колебание, а положительное с латентным периодом около 300 мсек.⁽¹²⁾ С эмоциональной реакцией также связано увеличение поздней положительной, а не отрицательной волны⁽¹³⁾. Все это не позволяет считать изменения у.м.о.п. обусловленными активацией коры, сопровождающей ориентировочный рефлекс или эмоциональную реакцию.

Очевидно у.м.о.п. отражает отношение исследуемого к внешнему воздействию, его намерение осуществить субъективно значимую реакцию, сложное психологическое состояние готовности к выполнению определенного действия. В наших опытах подобное мотивационное состояние вызывалось инструкцией экспериментатора нажимать как можно быстрее или же процедурой, во время которой исследуемый должен был реагировать быстро, чтобы избежать «наказания» (мотивация избегания). В условиях избегания величина у.м.о.п. была достоверно больше, чем при инструкции экспериментатора реагировать быстро, а в последних случаях явно больше, чем при «низкой» мотивации. Это обстоятельство позволяет считать, что величина условного медленного отрицательного потенциала, регистрируемого в области вертекса, находится в прямой зависимости от степени мотивации исследуемого.

Центральный научно-исследовательский
институт судебной психиатрии
им. В. П. Сербского
Москва

Поступило
14 VI 1971

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ W. G. Walter, R. Cooper et al., *Nature*, **203**, 380 (1964). ² Г. Уолтер, *Живой мозг*, М., 1966, стр. 184. ³ B. R. Cant, R. G. Bickford, *Electroencephalogr. and Clin. Neurophysiol.*, **23**, 6, 294 (1967). ⁴ M. W. Donald, *Nature*, **227**, 1057 (1970). ⁵ D. A. Irwin, J. R. Knott et al., *Electroencephalogr. and Clin. Neurophysiol.*, **21**, 6, 533 (1966). ⁶ M. D. Low, A. C. Coats et al., *Neuropsychologia*, **5**, 379 (1967). ⁷ M. D. Low, J. W. McSherry, *Electroencephalogr. and Clin. Neurophysiol.*, **25**, 3, 203 (1968). ⁸ J. J. Tecce, N. M. Scheff, *Science*, **164**, 3877, 331 (1969). ⁹ M. Waszak, W. D. Obrist, *Electroencephalogr. and Clin. Neurophysiol.*, **27**, 2, 113 (1969). ¹⁰ D. W. McAdam, D. M. Seales, *ibid.*, **27**, 1, 73 (1969). ¹¹ L. Deecke, P. Scheid, H. H. Kornhuber, *Exp. Brain Res.*, **7**, 158 (1969). ¹² W. Ritter, H. G. Vaughan, L. D. Costa, *Electroencephalogr. and Clin. Neurophysiol.*, **25**, 6, 550 (1968). ¹³ Э. А. Костандов, Ю. Л. Арзуманов, *ДАН*, **199**, № 2 (1971).