

УДК 612.833.81+612.821+159.9

ПОКАЗАТЕЛИ СВЯЗАННЫХ С СОБЫТИЯМИ ЭЭГ-ПОТЕНЦИАЛОВ В ХОДЕ ОТМЕРИВАНИЯ ВРЕМЕННЫХ ИНТЕРВАЛОВ

Махин С. А., Павленко В.Б.

Введение

При изучении процессов восприятия и оценки отрезков времени одним из перспективных подходов является анализ ЭЭГ-потенциалов головного мозга. Следует учитывать, что при оценке времени у испытуемого, как правило, наблюдается изменение уровня активации и уровня внимания [1]. Объективными показателями процессов локальной активации мозга являются ЭЭГ-феномены – как текущая ЭЭГ, так и связанные с событиями ЭЭГ-потенциалы (ССП). В качестве события при этом могут рассматриваться специфические внешние либо внутренние феномены. В работах многих авторов показано, что такие СПП могут отражать функционирование отделов мозга, связанных с перцептивными процессами, процессами формирования двигательных актов, установлением осознаваемых и неосознаваемых условных связей, избирательным вниманием, а также дисфункцию подобных мозговых структур при нарушениях высших психических функций. Особое внимание в этом аспекте уделяют таким СПП, как потенциал готовности (ПГ), условная негативная волна (УНВ), предстимульная негативность (ПСН) и потенциал Р300 [2; 3; 4; 5].

В целом можно утверждать, что мощность и частота колебаний в составе ЭЭГ, а также амплитуда компонентов СПП отражены в процессах отсчета времени [1]. Кроме того, была показана связь между успешностью какой-либо поведенческой деятельности и генерацией высокоамплитудных негативных ПГ. Так, в одном из исследований испытуемые в случаях возникновения выраженных негативных ПГ затрачивали меньше времени для выполнения задания, тогда как неправильным результатам предшествовали низкоамплитудные негативные или даже позитивные ПГ [6; 7].

Тем не менее в экспериментальных работах практически не отражена связь между показателями СПП и характером отмеривания человеком заданных временных длительностей. Кроме того, не анализируются единичные потенциалы в их связи с продукцией конкретных отрезков времени.

Таким образом, целью нашего исследования стало выявление закономерностей между тенденцией отмеривания при воспроизведении временных интервалов и особенностями вышеуказанных компонентов СПП.

Материал и методы

В исследовании принял участие 61 испытуемый (22 мужчины и 39 женщин) в возрасте от 18 до 47 лет. Регистрацию и анализ ЭЭГ осуществляли с применением общепринятых методик, используя компьютеризированный комплекс для исследования ЭЭГ-активности. ЭЭГ-потенциалы отводили монополярно, в точках С3 и С4 по международной системе "10–20", что соответствует границе центральной и теменной областей коры. Для отведения ЭЭГ была выбрана стандартная полоса частот усилительного тракта (верхняя граница частотного диапазона – 70 Гц; постоянная времени, определяющая нижнюю границу, – 0,3 с). Для регистрации ССП каналы усиления были модифицированы, чтобы обеспечить постоянную времени 10 с; частота оцифровки сигнала равнялась 100 с⁻¹.

Для регистрации ССП в условиях внутреннего отсчета времени использовали программу эксперимента, которая основывалась на модификации известной экспериментальной парадигмы [8] и позволяла также анализировать параметры временного интервала. Испытуемый располагался, сидя в удобном кресле, в затемненной экранированной камере и должен был осуществить нажатие на кнопку большим пальцем правой руки в двух сериях по 30 реализаций, отмеривая каждый раз 20-секундный интервал. В первой серии испытуемый не получал информации о достоверности отмериваемых интервалов, а во второй такая информация отображалась на специальном дисплее, где загорался знак "–" в случае отмеривания менее 19 с, "+" – если длительность интервала превышала 20 с, и вертикальная черта – при попадании в промежуток от 19 до 21 с.

В исследуемой экспериментальной ситуации генерировались сразу несколько эндогенных ССП. Перед нажатием на кнопку регистрировался ПГ, перед сигналом обратной связи – ПСН, а после сигнала обратной связи – потенциал Р300. Остальные подробности методики описаны нами ранее [2].

Результаты и обсуждение

В случае первой экспериментальной серии анализ результатов предполагал сравнение показателей ПГ, ПСН и Р300 для нескольких групп испытуемых в соответствии с их тенденцией отмеривания. В первую группу вошли испытуемые, для которых средние значения воспроизведенных длительностей составляли менее 20 с. Так как в целом для выборки была характерна существенная тенденция к перотмериванию со средним значением, примерно равным 24 с, то было решено разделить оставшихся испытуемых еще на две группы: попадающих в интервал от 20 до 24 с и превышающих 24-секундный интервал.

Усредненные показатели по каждой из групп отражены в сравнительной диаграмме на рис. 1.

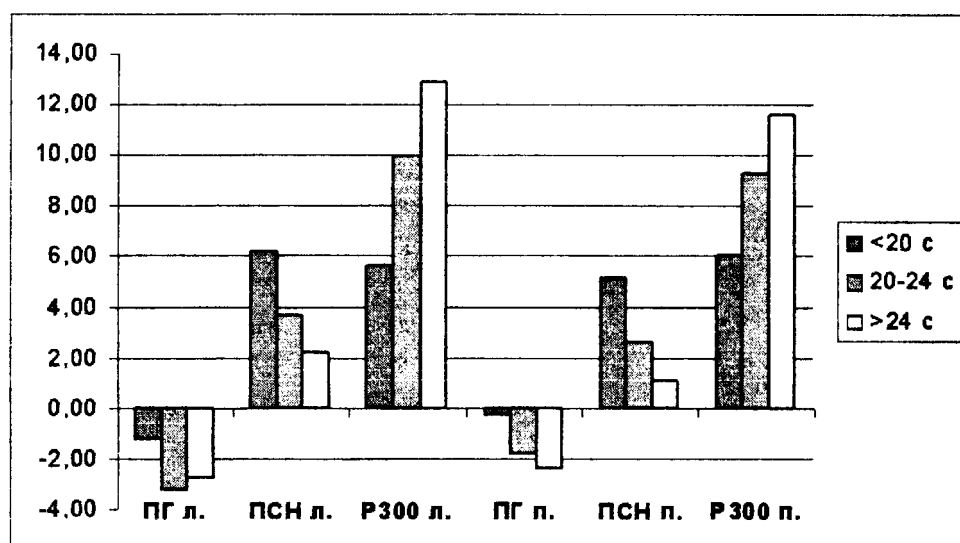


Рис. 1. Усредненные показатели амплитуды ПГ, ПСН и P300 в левом (л.) и правом (п.) полушариях для трех групп испытуемых в соответствии с тенденцией отмеривания ими временных интервалов. По оси ординат указана амплитуда компонентов ССП (мкВ).

Как видно из диаграммы, величины ПСН далеки от классических и смещены в область положительных значений. Иначе говоря, более низкие положительные показатели должны интерпретироваться как рост ПСН.

Таким образом, наличествует очевидная тенденция к росту показателей ССП согласно росту значений отмериваемых интервалов. Другими словами, для группы с показателями, лежащими выше отметки в 24 с, характерны наиболее выраженные ПГ, ПСН и P300. Некоторое исключение составляет лишь ПГ в левом полушарии. А группе с длительностью отмеренных интервалов до 20 с соответствуют наименее выраженные показатели ССП.

Для серии с информативной обратной связью такой однозначной картины получено не было. Очевидно, реализация временной саморегуляции на основании достоверного внешнего ориентира имеет более сложный и неоднозначный характер отражения в электрической активности головного мозга.

Кроме того, были проанализированы показатели интраиндивидуальной динамики ПГ для отдельных испытуемых по результатам обеих серий. И, хотя полученные данные были достаточно разнородны и не обнаружили достоверных корреляций между ПГ и длительностью продуцируемого временного интервала, в наиболее часто встречающемся виде для ПГ в левом полушарии зависимости (полученные в результате экспоненциального сглаживания) представляли собой нормальную параболу для результатов первой серии (без информативной обратной связи) и перевернутую

параболу для второй серии (с информативной обратной связью). Примеры такого рода зависимостей приведены на рис.2 а,б.

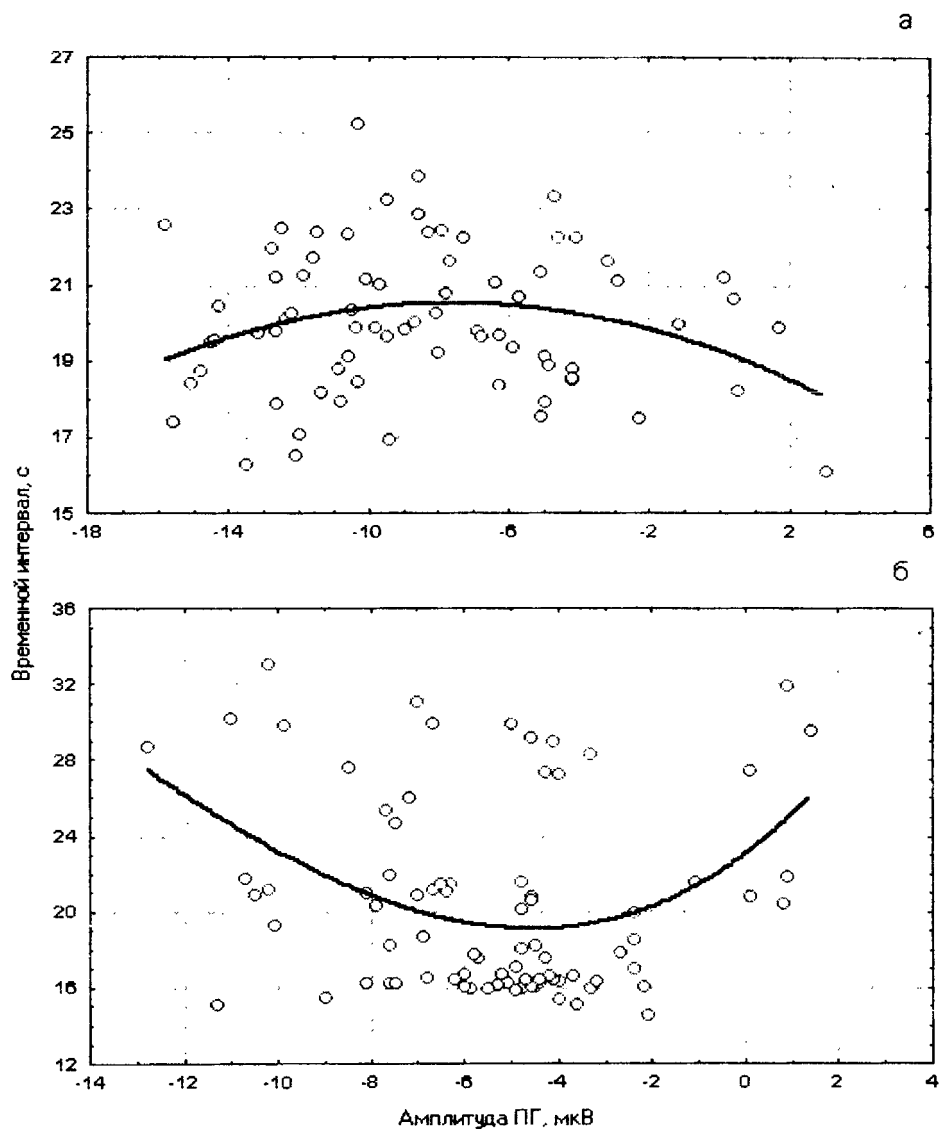


Рис. 2. а, б. График зависимости (экспоненциальное сглаживание) между амплитудой ПГ и величиной отмериваемого интервала для серии с обратной связью (а) и для серии без обратной связи (б).

Исходя из вышеприведенных графиков, можно говорить о тенденции, согласно которой средние показатели ПГ (амплитуда в диапазоне от -2 до -8 мкВ) являются оптимальными для успешной реализации задачи на отмеривание временных интервалов. В то же время слишком низкая (заходящая в область положительных значений) и наоборот, слишком высокая амплитуда ПГ сопровождается искажением субъективной длительности в сторону увеличения для серии без информативной обратной связи и уменьшения – для серии с информативной обратной связью, что опять-таки подтверждает тезис об отличии механизмов реализации временной продукции для двух экспериментальных серий.

Выводы

1. Для испытуемых, склонных переотмеривать временные интервала порядка 20 с, характерны более высокие амплитудные показатели ПГ, ПСН и Р300. Соответственно у “недоотмеривающих” амплитуда компонентов ССП ниже.

2. Динамика ПГ в ходе отмеривания длительности порядка 20 с различна для серий с информативной и неинформативной обратной связью. Средним показателям ПГ соответствует приближенное к объективному отмеривание временных интервалов, в то время как крайним значениям амплитуды ПГ соответствует “недоотмеривание” при наличии информативной обратной связи и “переотмеривание” – при ее отсутствии.

Список литературы

1. Суворов Н.Ф., Таиров О.П. Психофизиологические механизмы избирательного внимания. – Л.: Наука, 1985. – 287 с.
2. Павленко В.Б., Конарева И.Н. Индивидуальные личностные особенности связанных с событиями ЭЭГ-потенциалов, регистрируемых в экспериментальной ситуации с отчетом временных интервалов // *Нейрофизиология / Neurophysiology*. – 2000. – №1 (32). – С. 48 – 55.
3. Шагас Ч. Вызванные потенциалы в норме и патологии. – М.: Мир, 1975. – 232 с.
4. Birbaumer N., Elbert T., Canavan A. et al. Slow potentials of the cerebral cortex and behaviour // *Physiological reviews*. – 1990. – №1 (70). – С.1 – 41.
5. Brunia C.H.M., van Boxtel G.J.M. Wait and see // *International Journal of Psychophysiology*. – 2001. – №43. – P.59 – 75.
6. Freude G. The Bereitschaftspotential on the basis of single trial analysis // *Proc. 4th Conf. Int. Organ. Psychophysiol. “Psychophysiology”88*. – Prague, 1988. – P.84.
7. Freude G., Ullsperger P. The Bereitschaftspotential in a single trial analysis // *J. Psychophysiol.* – 1989. – №3 (3). – P.302 – 305.
8. Damen E.J.P. and Brunia C.H.M. Changes in heart rate and slow brain potentials related to motor preparation and stimulus anticipation in a time estimation task // *Psychophysiology*. – 1987. – №6 (24). – P.700 – 713.

Поступила в редакцию 3.04.2003.