

*М.В. Яценко, Н.З. Кайгородова*

## **Влияние индивидуально-типологических особенностей на уровень хаотичности ЭЭГ**

Изучение индивидуально-типологических особенностей человека в связи с биоритмологическими характеристиками функционирования отдельных его систем является важной задачей в теоретическом и прикладном аспектах. От ее решения зависят ответы на такие вопросы, как реакция систем организма на воздействие внешних стрессовых факторов среды в зависимости от психотипа, эффективность деятельности человека в различных условиях, подбор индивидуальных мер для эффективной адаптации человека к новым условиям его жизнедеятельности.

В литературе имеются данные о связи индивидуальной типологии с биоритмологическими особенностями функционирования систем организма как на макроуровне (суточные, недельные, месячные и другие ритмы) [1], так и микроуровне (ритмы ЭКГ, ЭЭГ) [2-4]. Большинство методов анализа ЭЭГ (спектральный, корреляционный, вариационный и др.) выявляют стационарный и нестационарный компоненты, но исследованию подвергаются только условно стационарные участки ЭЭГ, в то время как нестационарный компонент просто игнорируется. Более информативными методами в данном случае могут являться методы, учитывающие оба компонента. Известно, что для изучения природы нестационарного компонента применима теория детерминированного хаоса, как то: представление динамики ЭЭГ в фазовом пространстве; выявление доминирующей траектории – аттрактора, которая описывает эволюцию системы во времени; и расчет фрактальной размерности аттрактора, которая позволяет судить о характере нестационарности (случайная или детерминированная). Установлено, что для стационарных процессов фрактальная размерность равна нулю, а аттрактор представлен в виде точки; для периодических процессов размерность равна единице, а форма аттрактора – в виде предельного цикла; нестационарный компонент – дробной величиной, а доминирующая траектория – в виде странного аттрактора [5; 6]. Таким образом, целью данной работы явилось изучение влияния индивидуально-типологических особенностей на уровень хаотичности ЭЭГ.

Материалами для исследования явились

ЭЭГ, записанные в условиях умеренного климата на 9 испытуемых 6 раз в сутки. ЭЭГ регистрировалась униполярно с лобных и затылочных областей при закрытых глазах в положении сидя. Рассчитывался показатель суммарной активности мозга по формуле

$$\sum K_0^3 = K_{01}^3 + K_{02}^3 + K_{03}^3 + K_{04}^3,$$

где

$$K_0^3 = \frac{\text{СПР на ЗГ}}{\text{СПР на ОГ}}$$

в четырех симметричных областях.

СПР на ЗГ – скрытый период реакции на закрытие глаз;

СПР на ОГ – скрытый период реакции на открытие глаз [7].

Для количественного описания геометрии аттракторов в двухмерном фазовом пространстве использовался расчет фрактальной размерности ( $D$ ) по алгоритму

$$D = \frac{\lim \log n(e)}{\log(1/e)} \text{ при } e \rightarrow 0,$$

где  $n(e)$  – минимальное число  $N$ -мерных кубов со стороной  $e$ , необходимое для того, чтобы покрыть множество [5; 6].

Рассчитанные показатели подвергались статистической обработке (использовалось программное обеспечение Microsoft Excel 5.0) и сравнивались в зависимости от уровня экстравертированности, нейротизма. При этом психотипы определялись по опроснику Айзенка.

Мы исходили также из существующих в литературе представлений, что наиболее индивидуально стабильным, то есть генетически детерминированным, является альфа-ритм [3]. Альфа-ритм ЭЭГ в настоящей работе характеризовался наличием нестационарного компонента, то есть фрактальная размерность исследуемых параметров была равна дробной величине, а их доминирующая траектория была представлена в виде странного аттрактора. Это согласуется с литературными данными [8]. Полученные результаты свидетельствовали, что в среднем фрактальная размерность аттрактора альфа-ритма составляет  $1,4 \pm 0,09$ . При этом отсутствовали достоверные различия между пра-

вым (ПЗ) и левым затылком (ЛЗ) по показателю фрактальной размерности ЭЭГ. В то же время суточный ритм (СР) уровня хаотичности (табл. 1) хорошо был выражен лишь для левого полушария с максималь-

ным значением D в 20 часов ( $1,47 \pm 0,03$ ) и минимальным — в 16 часов дня ( $1,36 \pm 0,03$ ).

Таблица 1

Суточная динамика фрактальной размерности аттрактора ЭЭГ в симметричных затылочных областях (поле 17)

Зона	8 <sup>00</sup>	12 <sup>00</sup>	16 <sup>00</sup>	20 <sup>00</sup>	24 <sup>00</sup>	4 <sup>00</sup>
ЛЗ	$1,42 \pm 0,04$	$1,39 \pm 0,03$	$1,36 \pm 0,03^*$	$1,47 \pm 0,03^*$	$1,40 \pm 0,02$	$1,41 \pm 0,05$
ПЗ	$1,41 \pm 0,05$	$1,39 \pm 0,03$	$1,37 \pm 0,03$	$1,39 \pm 0,04$	$1,33 \pm 0,03$	$1,38 \pm 0,03$

\*Различия достоверны.

Как можно видеть из таблицы 2, уровень хаотичности альфа-ритма имел индивидуально-типологические особенности. При этом достоверные различия были обнаружены между эмоционально-стабильными и нестабильными испытуемыми (соответственно,  $1,44 \pm 0,02$  и  $1,31 \pm 0,03$  — для правого полушария и  $1,44 \pm 0,02$  и  $1,37 \pm 0,03$  — для левого), т. е. в первой группе хаотичность ЭЭГ достоверно выше (табл. 2). Таким образом, уровень хаотичности зависел от уровня нейротизма испытуемых.

Таблица 2

Фрактальная размерность аттрактора ЭЭГ в зависимости от психотипов

	Экстраверт	Интроверт	Стабильный	Нестабильный
ЛЗ	$1,40 \pm 0,10$	$1,44 \pm 0,08$	$1,44 \pm 0,02$	$1,37 \pm 0,03$
ПЗ	$1,36 \pm 0,11$	$1,41 \pm 0,06$	$1,41 \pm 0,02^*$	$1,31 \pm 0,03^*$

\*Различия достоверны.

Как известно, эмоционально стабильные и нестабильные лица различаются по уровню активации коры [9]. Сравнение уровня  $\sum K_0^3$  в исследуемых группах также обнаружило достоверные различия в суммарной активации коры между стабильными и нестабильными испытуемыми. В то же время значимой корреляционной связи уровня хаотичности с показателем  $\sum K_0^3$  (табл. 3) об-

наружено не было. Можно предположить, что кортикальная активация и детерминированная нестационарность альфа-ритма отражают разные составляющие кортикальных механизмов индивидуально-типологических особенностей индивидуумов.

Таблица 3

Суммарная активация коры мозга ( $\sum K_0^3$ ) и фрактальная размерность (d) ЭЭГ правого (ПЗ) и левого (ЛЗ) полушарий у разных психотипов

ЭЭГ	Экстраверт	Интроверт	Стабильный	Нестабильный
$\sum K_0^3$	$25,8 \pm 13,8$	$47,4 \pm 34,5$	$29,2 \pm 17,1$	$40,4 \pm 33,0$
$d_{ЛЗ}$	$1,40 \pm 0,10$	$1,44 \pm 0,08$	$1,44 \pm 0,02$	$1,37 \pm 0,03$
$d_{ПЗ}$	$1,36 \pm 0,11$	$1,41 \pm 0,06$	$1,41 \pm 0,02$	$1,31 \pm 0,03$
$d_{сред}$	$1,38 \pm 0,10$	$1,43 \pm 0,07$	$1,44 \pm 0,08$	$1,35 \pm 0,095$

## Выводы

1. Динамика ЭЭГ характеризовалась в данной работе наличием хаоса, который зависел от времени суток и различался у разных психотипов.

2. Обнаружены индивидуально-типологические различия в уровне хаотичности ЭЭГ. При этом в большей степени имела значение эмоциональная стабильность-нестабильность индивидуумов.

## Литература

1. Казин Э.М. Циркадный ритм адренкортикальной активности при адаптации организма к факторам окружающей среды: Автореф. дис. ... докт. биол. наук. Л., 1982.
2. Беляева Е.Р. Индивидуальные особенности пространственной синхронизации ЭЭГ у детей младшего школьного возраста: Автореф. дис. ... канд. психол. наук. М., 1981.
3. Гавриш Н.В., Равич-Щербо И.В., Шибаровская Г.А., Шляхта Н.Ф. Индивидуальная ЭЭГ, ее онтогенетическая стабильность и генотипическая обусловленность // Мозг и психическая деятельность. М., 1984.
4. Deakin J.F.R., Exley K.A. Personality and male-female influences on the EEG alpha-rhythm // Biol. Psychol. 1979. V.8. N 4.
5. Гласс Л., Мэки М. От часов к хаосу. Ритмы жизни. М., 1991.
6. Николс Г., Пригожин И. Познание сложного. М., 1990.
7. Горшков С.И., Золина З.М., Мойкин Ю.В. Методики исследований в физиологии труда. М., 1974.
8. Dvorak I., Siska J., Wackermann J. et al. Evidence for interpretation of the EEG as a deterministic chaotic process with a low dimension // Activ. nerv. super. 1985. V.28, N 3.
9. Кулагин Б.В. Основы профессиональной психодиагностики Л., 1984.