

РАЗЛИЧИЯ ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАММ ПРИ НОРМОГЕНЕЗЕ И ЭПИЛЕПСИИ

Е. А. Яценко

Целью научного исследования явилась необходимость изучения результатов сравнительного анализа корреляционных зависимостей между каналами электроэнцефалограмм головного мозга групп людей без выраженной патологии центральной нервной системы и с различными формами эпилептических расстройств. Получено, что показатели согласованности сигналов головного мозга людей с эпилептическими заболеваниями принимают экстремальные значения при сравнении с аналогичными показателями при норме.

Ключевые слова: эпилепсия, корреляционный анализ, обработка электроэнцефалограмм.

ВВЕДЕНИЕ

Рост производительности вычислительных систем позволяет создавать новые автоматизированные методики диагностирования различных патологий. Данная работа направлена на установление новых различий между записями электроэнцефалограмм головного мозга человека при нормогенезе и эпилепсии с целью создания новых автоматизированных методов диагностирования.

Метод электроэнцефалографии (ЭЭГ) играет важную роль при локализации патогенной активности головного мозга различного происхождения: травмы, сосудистые заболевания, эпилепсия, истерия и др. Многие научные коллективы заняты разработкой новых методов анализа записей ЭЭГ, в своих публикациях они освещают результаты применения различных методик [1–3]. В рамках статьи показано, что и сравнительно простой анализ корреляционных зависимостей записей каналов электроэнцефалограмм головного мозга человека может приводить к значимым результатам.

В современной медицинской практике наиболее широко применяется установка электродов по схеме 10/20, включающей 21 электрод. В зависимости от области расположения электроды обозначаются буквами: F – лобная (*frontalis*, лат.), C – центральная (*centralis*, лат.), T – височная (*temporalis*, лат.), P – теменная (*parietalis*, лат.), O – затылочная (*occipitalis*, лат.). Электроды, расположенные над правым полушарием головного мозга, обозначаются четными цифрами, над левым – нечетными. Электрическая активность может регистрироваться между парами электродов, расположенными в описанных областях, например, F8–T4, что соответствует биполярному монтажу. В работе представлен анализ данных, полученных при рефе-

рентном монтаже электродов. Референтный монтаж электродов подразумевает регистрацию электрической активности между электродом, расположенным над одной из описанных областей головного мозга, и так называемым референтом, электродом, располагающимся обычно на мочке уха.

Цель работы – изучить результаты сравнительного анализа корреляционных зависимостей между каналами электроэнцефалограмм головного мозга групп людей без выраженной патологии центральной нервной системы и с различными формами эпилептических расстройств.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для анализа корреляционных зависимостей были выбраны записи каналов ЭЭГ пациентов двух групп: здоровые и с эпилепсией. Из 19 каналов референтного монтажа проанализированы зависимости между четырьмя каналами лобной области: Fp1, Fp2, F7, F8; височной: T3, T5, T4, T6; теменной: Pz; затылочной: O1, O2. Для описания результатов предложена таблица (рис. 1), каждая ячейка которой соответствует определенному каналу. Изображение каналов в таблице близко к расположению электродов на поверхности головного мозга.

В существующей практике диагностирования посредством анализа ЭЭГ регистрация ЭЭГ покоя (фоновой электроэнцефалограммы) во многих случаях не позволяет выявить патологические изменения биоэлектрической активности головного мозга, и производится запись реактивной ЭЭГ. Применяется обязательный комплекс функциональных нагрузок и дополнительные нагрузки. К обязательным функциональным нагрузкам относится ритмическая фотостимуляция (РФС).

EEG DIFFERENCES IN NORMOGENIC AND EPILEPTIC PATIENTS

E. A. Yatsenko

The study objective is a comparative analysis of EEG channels in no-pathology and various epilepsy disorder patients. It has been found that the EEG signal correlation in epileptic patients are extreme compared to that in healthy patients.

Keywords: epilepsy, correlation analysis, EEG processing.

	Fp1		Fp2	
F7	F3	Fz	F4	F8
T3	C3	Cz	C4	T4
T5	P3	Pz	P4	T6
	O1		O2	

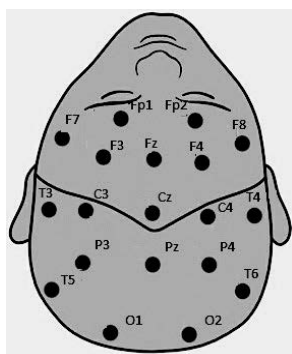


Рис. 1. Таблица каналов при референтном монтаже

С помощью стандартного фотостимулятора подаются вспышки света с энергией 0,24–0,35 Дж и длительностью 50 мкс. Частота вспышек плавно изменяется от 2 до 36 Гц с интервалами между сериями 5–7 с.

У здоровых людей наблюдается реакция усвоения ритма в диапазоне от 8 до 25 Гц, т. е. в полосе собственных частот электроэнцефалограммы. Могут иметь место гармоники или субгармоники, не выходящие за полосу собственных частот ЭЭГ. У пациентов с эпилептическими заболеваниями фотостимуляция может вызывать припадки.

К дополнительным нагрузкам относятся гипервентиляция (ГВ) – интенсивное глубокое дыхание с частотой 20 дыханий в минуту в течение трех минут или до появления эпилептической активности, которая может появиться у пациентов с соответствующим заболеванием. У здоровых людей ГВ значительных изменений на ЭЭГ не вызывает.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На рис. 2 представлены корреляции каналов в состоянии покоя (П) – первый столбец с матрицами, при фотостимуляции (Ф) – второй столбец, и вследствие воздействия гипервентиляции (Г) – третий столбец. В первой строке представлены корреляции канала Fp1 с каналами Fp2, F7, F8, T3, T5, T4, T6, Pz, O1 и O2, во второй – канала F8 с другими исследуемыми каналами, в третьей – T3.

Корреляции каналов лобной области Fp1 и F8 с соседними каналами: F7 и Fp2, в состоянии покоя для случая номрогенеза составили 0,81 и 0,92, при фотостимуляции они не на много ниже: 0,80 и 0,72, в период после ГВ легких зафиксированы наивысшие значения: 0,98 и 0,99.

Значения коэффициентов корреляции для каналов височной области, T3 и T5 в рассматриваемом случае отсутствия заболеваний составили в состоянии

	Fp1		0.90	
0.81				0.71
0.77				0.71
0.71		0.75		0.77
	0.65		0.83	

	0.71		0.92	
0.83				F8
0.56				0.93
0.74		0.71		0.82
	0.75		0.76	

	0.77		0.72	
0.68				0.56
T3				0.68
0.75		0.70		0.77
	0.66		0.82	

П

	Fp1		0.74	
0.80				0.20
0.59				0.38
0.60		0.58		0.60
	0.58		0.61	

	0.20		0.78	
0.54				F8
0.21				0.92
0.57		0.57		0.60
	0.61		0.57	

	0.59		0.58	
0.60				0.21
T3				0.45
0.70		0.56		0.67
	0.62		0.67	

Ф

	Fp1		0.99	
0.98				0.99
0.97				0.97
0.96		0.95		0.97
	0.96		0.97	

	0.99		0.99	
0.90				F8
0.98				0.99
0.98		0.97		0.99
	0.98		0.99	

	0.95		0.96	
0.95				0.97
T3				0.98
0.99		0.94		0.98
	0.95		0.97	

Г

Рис. 2. Корреляции каналов лобной, височной, теменной и затылочной областей. Норма

покоя 0,75, при фотостимуляции – 0,70 и 0,99 вследствие воздействия ГВ.

На рис. 3 представлены, как и на рис. 2, корреляции 11 каналов ЭЭГ для трех состояний испытуемого. Испытуемый в данном случае имеет заболевание фокальной височной эпилепсией с вторичногенерализованными приступами.

Корреляции каналов лобной области Fp1 и F8 с соседними каналами F7 и Fp2 в состоянии покоя для данного случая патологии составили 0,99; при фотостимуляции – 0,96 и 0,94; в период после ГВ легких зафиксированы наивысшие значения 0,73 и 0,77.

Значения коэффициентов корреляции для каналов височной области T3 и T5 в рассматриваемом случае составили в состоянии покоя – 0,75, при фотостимуляции – 0,88 и 0,55 вследствие воздействия ГВ.

Приведенные значения отображают общую тенденцию, выявленную при обработке многих ЭЭГ здоровых людей (рис. 2): значения корреляций между каналами ЭЭГ вследствие воздействия фотостимуляции снижаются, а после ГВ достигают максимальных величин. Для случаев эпилептических заболеваний, например, рис. 3, различия коэффициентов корреляции в состоянии покоя и фотостимуляции не имеют столь

выраженных различий, для отдельных пар каналов регистрируется даже незначительное повышение показателя согласованности при воздействии вспышками света. Ярким отличием в результатах расчетов корреляций для каналов ЭЭГ людей, больных эпилепсией, от здоровых является резкий спад коэффициентов вследствие ГВ.

В работе оценивались связность каналов области локализации патогенной активности, как, например, (рис. 3, третья строка) корреляции канала левой височной области – T3 для случая височной эпилепсии. Сопоставление значений коэффициентов с аналогичными для случая нормы (рис. 2, третья строка) приводит к сделанным ранее выводам и отображает общую тенденцию, выявленную в данном исследовании.

На рис. 4 представлены значения коэффициента корреляции канала левой височной области (T3) с другими каналами при наличии и отсутствии функциональных нагрузок для случаев нормы и височной эпилепсии. Предложенный график иллюстрирует основные закономерности, выявленные в ходе исследования. Воздействие функциональных нагрузок отличается для случаев нормогенеза и эпилепсии. Значения коэффициентов корреляций между каналами записей

	Fp1		0.99	
0.99				0.99
0.99				0.85
0.98		0.98		0.08
	0.97		0.69	
	0.99		0.99	
0.99				F8
0.99				0.87
0.98		0.71		0.10
	0.97		0.70	
	0.99		0.98	
0.99				0.99
T3				0.86
0.75		0.99		0.09
	0.98		0.70	
П				
	Fp1		0.93	
0.96				0.95
0.92				0.87
0.86		0.93		0.84
	0.91		0.89	
	0.95		0.94	
0.95				F8
0.92				0.90
0.86		0.93		0.87
	0.91		0.89	
	0.92		0.88	
0.95				0.92
T3				0.84
0.88		0.95		0.83
	0.96		0.89	
Ф				
	Fp1		0.84	
0.73				0.71
0.44				0.70
0.59		0.66		0.67
	0.32		0.60	
	0.71		0.77	
0.51				F8
0.30				0.58
0.46		0.59		0.52
	0.33		0.45	
	0.44		0.29	
0.42				0.30
T3				0.44
0.55		0.30		0.41
	0.20		0.40	
Г				

Рис. 3. Корреляции каналов лобной, височной, теменной и затылочной областей. Фокальная височная эпилепсия с вторичногенерализованными приступами

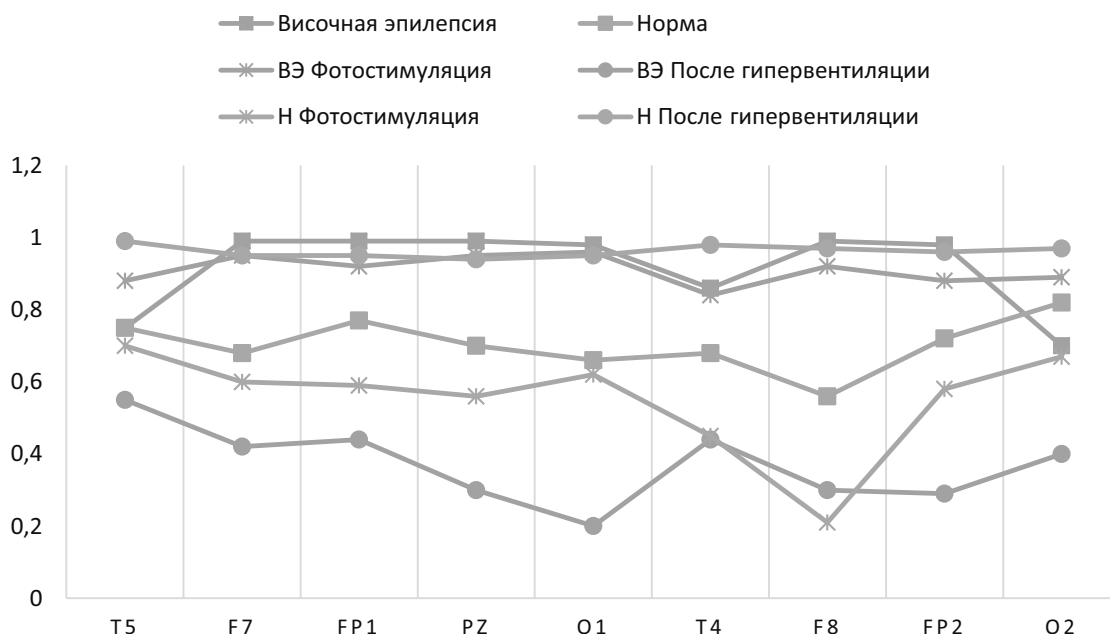


Рис. 4. Зависимость коэффициента корреляции канала левой височной области (Т3) с другими каналами при наличии и отсутствии функциональных нагрузок для случаев нормы и височной эпилепсии

ЭЭГ здоровых испытуемых повышаются вследствие ГВ легких, в то время как у испытуемых второй группы наблюдается противоположная динамика при тех же условиях эксперимента.

Рис. 4 иллюстрирует еще одну выявленную закономерность.

Показатели согласованности сигналов головного мозга людей с эпилептическими заболеваниями принимают экстремальные значения при сравнении с аналогичными показателями при норме. Наибольшие значения коэффициентов получены при обработ-

ке экспериментальных данных группы с заболеваниями в состоянии покоя, также наименьшие значения коэффициентов корреляции получены для данной группы, но уже последствия ГВ легких.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сравнительный анализ корреляционных зависимостей между каналами электроэнцефалограмм головного мозга групп людей без выраженной патологии и с различными формами эпилептических расстройств может использоваться в практической медицине.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дмитриева Л. А., Зорина Д. ., Куперин Ю. А., Чепилко С. С. Анализ сигналов ЭЭГ методом локальных показателей разбегания на реконструированных аттракторах с использованием разложений на эмпирические моды // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. № 1. С. 9–15.
2. Гавриленко А. В., Еловой С. Г., Яценко Е. А. Термодинамическая оценка электроэнцефалограмм человека // Вестник кибернетики. 2015. № 3. С. 198–202.

3. Гавриленко Т. В., Яценко Е. А., Девицын И. Н., Быковских Д. А. Применение вейвлет-преобразований и метода фазовых плоскостей в обработке электроэнцефалограмм головного мозга человека с целью определения патогенеза // Вестник СурГУ. 2013. Вып. 2. С. 81–83.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

Яценко Елена Александровна – к. т. н., старший преподаватель кафедры автоматизированных систем обработки информации и управления Политехнического института, Сургутский государственный университет; e-mail: elisia@yandex.ru.

ABOUT THE AUTHOR

Yatsenko Elena Aleksandrovna – PhD (Engineering), Senior Lecturer, Department of Automated Data Processing and Control Systems, Polytechnic Institute, Surgut State University; e-mail: elisia@yandex.ru.