

# ИЗУЧЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ МЕЖПОЛУШАРНОЙ АСИММЕТРИИ ЭЭГ У ДЕВУШЕК 15 ЛЕТ В СПОКОЙНОМ СОСТОЯНИИ И ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ЭМОЦИОГЕННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ

*Казымов А.Г., Алиева Д.М.*

Кафедра нормальной физиологии Азербайджанского медицинского университета,  
Баку, Азербайджан

[doctorxanlar@yahoo.com](mailto:doctorxanlar@yahoo.com)

Оценивание пространственной организации корковой ЭЭГ является одним из наиболее перспективных подходов к изучению интегративной деятельности мозга человека. Особый интерес при этом представляют методы анализа совокупной согласованности одновременно нескольких или многих отведений ЭЭГ, направленные на изучение целостной организации коркового биоэлектрического поля [5].

Интегрированная деятельность мозга, лежащая в основе когнитивных процессов, базируется на сложной динамической организации отдельных структурных образований, объединенных различными по характеру функциональными связями [1,2,3,4,7].

При умственной деятельности величина разобщенности локальных биоэлектрических процессов возрастает по мере возрастания субъективной сложности выполняемого задания и достигает максимального уровня при работе, требующей активации зрительного внимания. А на фоне высокого уровня психоэмоционального напряжения обнаруживаются признаки межполушарной функциональной асимметрии ЭЭГ, которая сглаживается по мере адаптации к заданию [3,7,8,9].

Различные функциональные состояния формируются за счет множества факторов, среди которых особо следует выделить возраст, индивидуальные генетические особенности центральной нервной системы, мотивационные компоненты [10], исходя из этого, все функциональные состояния можно разделить на классы по возрастному и активационному признаку.

Все вышесказанное не оставляет сомнений в том, что изучение интегративной деятельности мозга в покое, при функциональных нагрузках, изменения межполушарной асимметрии на разных этапах развития девушек юношеского возраста, особенно в постпубертантном периоде, является одной из важных проблем современной возрастной физиологии и медицины.

Нами проведены исследования у 14 практически здоровых девушек в возрасте 15- лет. Полиграфические исследования, включающие одновременную регистрацию на 8-16 – канальном электроэнцефалографах «Медикор» и «Нейрософт» электроэнцефалограммы (ЭЭГ) в различных функциональных состояниях: спокойном, напряженном, отрицательно и положительно эмоциональном состояниях.

Спокойное состояние испытуемых записывалось после предварительной 15-20 минутной адаптации в затемненной камере, при расслабленном бодрствовании, полулёжа, с закрытыми глазами. Напряженное состояние создавали моделированием умственной нагрузки – счет в уме (решение арифметических задач различной степени сложности), или составление слов (например, пять слов по пять букв). Моделирование отрицательного эмоционального состояния осуществлялось посредством словесного

порицания. Положительное эмоциональное состояние моделировалось посредством поощрения за хорошие знания.

Регистрацию биоэлектрической активности (ЭЭГ) осуществляли монополярным способом от лобных ( $F_3$   $F_4$ ), центральных ( $C_3$   $C_4$ ) и затылочных областей ( $O_1$   $O_2$ ) обоих полушарий головного мозга, расположенных по международной схеме 10-20. Постоянная времени для записи ЭЭГ равнялась 0,3 сек при фильтрах 30, калибровочный сигнал 50 мкВ при отклонении регистратора от изолинии на 7 мм. Индифферентные электроды располагались на мочках ушей. В течение 20 сек записывали фон и в течении 40 сек - функциональное состояние. Продолжительность регистрации 180с. Спектральный анализ доминирующего ритма  $\alpha$ -диапазона проводили с помощью пакета автоматизированной обработки "Brainsys". Спектральную мощность (мкВ)  $\alpha$ -ритма рассчитывали на основе Фурье-преобразования. Эпоха анализа – 8 с. Дополнительно для каждой области регистрации ЭЭГ рассчитывали долю (в %) спектральной мощности  $\alpha$ -диапазона (7-13Гц) в суммарной мощности  $\alpha$ -ритма (по всем эпохам анализа), статистическую значимость их динамики рассматривали индивидуально.

Одновременно осуществляли параллельную запись на магнитографе NO – 62, в которую одномоментно компьютером вводились четыре четырехсекундных безартефактных отрезка записи ЭЭГ с шести исследуемых зон коры. Вычислялись процентная представленность для каждого диапазона частот (дельта, тета, альфа, бета) ритма и спектральная мощность (мкВ) исследуемых ритмов и альфа диапазона (7-13 Гц). Для амплитудно – частотного и корреляционного анализа была использована многомерная ЭЭГ, которая вводилась в ЭВМ с выхода магнитографа при режиме off-line посредством аналогово-цифрового преобразователя. Для вычисления плотности спектра мощности применена процедура Блекмана - Тьюни.

Все показатели, полученные в результате исследований, обрабатывались в соответствии с критериями Стьюдента-Фишера. Вычислялись среднее арифметическое, стандартное отклонение ( $\sigma$ ), ошибки среднего арифметического ( $\sigma$ ), критерий достоверности (t), уровень значимости (P). Различия считались достоверными при  $P \leq 0,05$ .

*а). Особенности процентной представленности основных ритмов.* У 15-летних здоровых девушек в напряженном состоянии, по сравнению со спокойным, было достоверное снижение выраженности альфа-ритма в правой лобной, правой центральной и в правой затылочной областях. Процент же бета-ритма увеличивался в левой центральной, тогда как в правой затылочной областях снижался. Процент тета-ритма увеличивался в левой лобной, в левой центральной и в левой и правой затылочной областях. У дельта-ритма было снижение процентной выраженности в правой лобной области (табл.1 а, б, в.).

Показатели процентной представленности, спектральной мощности, частотно-амплитудного анализа ЭЭГ у здоровых девушек 15 лет

Таблица 1а

		Спокойное				Напряженное				
		$\delta$	$\theta$	$\alpha$	$\beta$	$\delta$	$\theta$	$\alpha$	$\beta$	
F	Л	%	15,5±1,1	22, ±1,2	36,4±1,2	17,9±1,5	14,4±1,5	32,5±1,1	36,2±1,5	19,6±1,5
		P						<0,001		
	С/м	8.9±0.9	6.5±0.9	6.9±1.8	2.5±0.6	18.1±1.7	17.3±3.6	24.0±6.2	7.9±3.6	
	P1					<0,001	<0,01	<0,05		
	Ч/а	1,6±0,3	4,5±0,2	8,4±0,4	14,9±0,3	1,7±0,1	5,4±0,4	9,4±0,2	14,8±0,3	
	P2							<0,05		
Пр	%	17,2±1,3	25,6±2,2	39,5±1,9	19,4±2,2	12,5±1,3	30,5±1,4	32,4±2,1	16±2,2	
	P					<0,05		<0,05		
	С/м	9.7±1.2	4.8±0.6	4.3±0.7	1.3±0.2	21.0±2.1	13.0±2.5	23.9±5.6	4.2±1.2	



		P2			<0,05	
--	--	----	--	--	-------	--

Таблица 1в

		(+) эмоциональное				
F		$\delta$	$\theta$	$\alpha$	$\beta$	
	Л	%	10,5±1,2	28±1,3	38±1,3	15,4±1,2
		P	<0,01	<0,01		
		C/м	23.3±2.7	11.0±2.5	19.1±4.3	7.5±0.8
		P1	<0,001		<0,05	<0,001
		Ч/а	1,6±0,1	4,5±0,2	10,5±0,3	16,1±0,6
		P2			<0,001	
	Пр	%	8,8±0,7	26,6±1,1	36±1,4	18,2±1,4
		P	<0,001			
		C/м	23.3±2.2	11.6±3.2	20.9±4.6	6.3±0.8
		P1	<0,001		<0,01	<0,001
		Ч/а	1,9±0,1	4,5±0,3	10,2±0,3	16,1±0,4
		P2			<0,01	
C	Л	%	8±0,9	22±1,6	50±1,2	22,4±1,5
		P				<0,01
		C/м	29.7±4.3	16.2±2.9	33.2±3.3	5.4±0.5
		P1	<0,05	<0,05	<0,001	
		Ч/а	1,7±0,1	4,9±0,2	10,1±0,2	16,1±0,4
		P2			<0,05	
	Пр	%	8,6±0,4	18,9±1,5	54,2±1,8	20,6±1,6
		P				
		C/м	28.6±3.2	16.6±1.9	31.3±2.4	5.4±0.6
		P1	<0,001	<0,01	<0,001	
		Ч/а	1,8±0,2	5,4±0,3	10,3±0,3	15,8±0,4
		P2			<0,05	
O	Л	%	5,6±0,9	12,5±2	56±1,5	22,8±1,5
		P			<0,001	<0,001
		C/м	38.3±2.3	19.4±4.0	52.5±8.8	6.2±0.4
		P1	<0,001		<0,05	
		Ч/а	1,9±0,1	5,5±0,3	10,6±0,2	16,2±0,4
		P2	<0,05		<0,05	<0,05
	Пр	%	5±0,6	16,4±1,8	58±1,7	26,4±1,3
		P		<0,001	<0,001	<0,05
		C/м	32.3±1.8	27.4±4.1	54.2±6.9	6.9±0.5
		P1		<0,05	<0,05	
		Ч/а	1,9±0,1	5,5±	11,2±0,4	16,4±0,4
		P2				

Примечание.:F-лобное, С-центральное, О-затылочное; %- процентной представленности, С/м- спектральной мощности, Ч/а-частотно-амплитудного анализа. статистически значимая разница с показателями: P,P1,P2- в спокойном состоянии

При отрицательно-эмоциональном состоянии, по сравнению со спокойным, отмечалось достоверное снижение процента альфа - ритма в левой и правой лобной областях. В левой и правой затылочной областях также наблюдалось снижение выраженности процента. Процент бета- ритма увеличивался в левой затылочной области. Процент же тета-ритма увеличился в левой лобной, в левой и правой центральной и затылочной областях. У дельта-ритма отмечалось снижение процента в правой лобной и в левой центральной областях.

При положительно-эмоциональном состоянии, по сравнению со спокойным, отмечалось снижение процента альфа-ритма в левой и правой затылочной, процент бета-ритма увеличивался в левой центральной, в левой и правой затылочной областях,

процент же тета ритма увеличивался в левой лобной и в правой затылочной областях. У дельта-ритма было снижение в левой и правой лобной области соответственно.

Таким образом, у 15-ти летних здоровых девушек в процентной представленности в напряженном и эмоционально-отрицательном состоянии отмечено снижение альфа- и увеличение тета-ритма во всех исследуемых зонах.

*б) Спектральная мощность ЭЭГ- показателей.* У 15-летних девушек в напряженном состоянии, по сравнению со спокойным, отмечалось достоверное увеличение мощности альфа-ритма в левой и правой лобной и центральной областях. Наблюдалось увеличение мощности бета-ритма в правой лобной области, а тета-ритма - в левой и правой лобной и центральной областях, соответственно. Увеличение представленности мощности дельта-ритма отмечалось в левой и правой лобной, центральной и левой затылочной областях.

При отрицательном эмоциональном состоянии у 15-ти летних девушек, по сравнению со спокойным, отмечалось увеличение спектральной мощности альфа-ритма левой и правой лобной и центральной областях, у бета-ритма также отмечалось увеличение его мощности в правой лобной области. Более того, у тета-ритма также было отмечено увеличение мощности в левой и правой лобной и центральной областях. Увеличение же мощности дельта-ритма отмечалось в левой и правой лобной, левой центральной и левой затылочной областях.

При эмоционально-положительном состоянии, по сравнению со спокойным состоянием, отмечалось увеличение спектральной мощности альфа-ритма в левой и правой лобной, центральной и затылочной областях. Мощность бета-ритма также увеличивалась в левой и правой лобной области. Отмечалось увеличение мощности тета-ритма в левой и правой центральной и правой затылочной областях. Дельта-ритм же выражался увеличением спектральной мощности в левой и правой лобной, центральной и левой затылочной областях.

Таким образом, отмечено увеличение спектральной мощности дельта-, тета-, альфа- ритмов в напряженном и эмоционально-отрицательном состоянии в лобной и центральной области, в то же время как увеличение бета-ритма в напряженном состоянии отмечено лишь в лобной области.

*в) Частотно-амплитудный анализ ЭЭГ.* В частотной характеристике отмечено увеличение альфа-ритма левой лобной области. При эмоционально-отрицательном состоянии увеличение частоты альфа-ритма отмечалось в левой и правой затылочной областях, тета-ритма - в правой центральной, дельта-ритма - в левой затылочной областях. В эмоционально-положительном состоянии увеличение альфа-ритма отмечалось в левой и правой лобной и центральной, бета-ритма - в затылочной, а дельта-ритма - в левой затылочной областях.

Анализируя полученные данные, следует отметить, что для испытуемых было характерным наличие функциональной асимметрии альфа- активности в лобных отведениях с доминированием левого полушария. Обнаруженные нарушения биоэлектрической активности характеризовались изменением выраженности и максимальной частоты ритмов, что указывает на нарушение иерархии функционирования активирующих систем. Это, прежде всего, проявлялось в снижении спектральной мощности альфа- ритма в задних отделах мозга, в меньшей степени снижалась мощность бета – ритма. Одновременно с этим обнаружено достоверное повышение процентной выраженности медленноволновой активности. Учитывая, что отсутствовала явно выраженная альфа-активность в лобных и центральных отведениях обоих полушарий, можно говорить о таламо-кортикальном контруправлении и повышении влияния со стороны специфической лимбической системы. Нами подтверждено существование при отрицательных эмоциональных состояниях в

области мозга повышенной активности в правом лобном отведении, на которое указывают и другие авторы [6,7]. Вместе с тем мы не обнаружили достоверной межполушарной асимметрии показателей мощности альфа- ритма в затылочных отделах. Наши исследования показали снижение региональных различий между передними и задними отделами мозга. По-видимому, изменения ЭЭГ при напряженном состоянии скорее имеют более диффузный характер и не могут быть локализованы в определенной области коры. По нашим данным различные функциональные состояния характеризуются уменьшением межполушарной асимметрии лобных отделов мозга по спектральной мощности основных ритмов ЭЭГ, а также снижением региональных различий между передними и задними отделами каждого полушария. Учитывая существенную роль лобных долей в интеллектуальных и эмоциональных проявлениях, можно предположить, что нарушение этих процессов при различных функциональных состояниях может быть связано с нарушением функции лобных долей.

В целом, полученные данные подтверждают модель, предложенную другими авторами [4] об активации правого полушария при отрицательно эмоциональном состоянии. Полученные нами данные, указанные в таблице, свидетельствуют о достоверном снижении процентной выраженности альфа-ритма, увеличении бета-ритма и особенно тета-ритма во всех изучаемых отведениях, что соответствует с результатами, приведенными в ряде других работ [12]. Это может говорить об инвариантности ЭЭГ-проявлений отрицательного эмоционального состояния, связанной с подростковым возрастом девушек, а также увеличение амплитуды и спектральной мощности тета-ритма на положительные эмоциональные состояния. Учитывая, что генез тета-ритма связан с лимбическими структурами мозга, можно предположить, что даже после положительного эмоционального состояния исследуемых сохраняются нарушения в функциональном состоянии лимбических структур.

#### **ВЫВОДЫ:**

1. Исследования изменений ЭЭГ при различных функциональных состояниях у девушек 15 лет показали, что они связаны с достоверным изменением спектральной мощности дельта- и тета- активности и снижением альфа – и бета-активности. Наряду с этим отмечалось уменьшение региональных различий между передними и задними отделами мозга.
2. Установлены изменения межполушарных отношений у девушек подросткового возраста при различных функциональных состояниях. Снижение мощности ЭЭГ ритмов правого полушария относительно левого показывает возрастание активности правого полушария, что наиболее выражено в лобных долях мозга.

#### **Литература:**

1. Адрианов О.С. О принципах организации интегративной деятельности мозга. М: Медицина, 1976, 280 с.
2. Анохин П.К. Очерки по физиологии функциональных систем. М.: Медицина, 1975, 447 с.
3. Аллахвердиев А.Р. Онтогенетические особенности функционирования неспецифических систем мозга детей в норме и при неврозах: Автореф. дис. докт. мед. наук. М., 1988, 38 с.
4. Барвинок А.И., Рожков В.П. Особенности межцентральной координации корковых электрических процессов при умственной деятельности // Физиология человека, 1992, т.18, №3, с. 5-16

5. Каплан А.Я., Финкелькурц Ал. А., Финкелькурц А.А., Ермолаев В.А. Топографическая вариативность спектральных паттернов ЭЭГ // Физиология человека, 1999, т.25, №2, с.21-29.
6. Мазаева Н.А., Сиряченко Т.М., Суетина О.А. Возрастные особенности непсихотических форм психогений, вызванных повседневными стрессами. // Журн. неврол. и психиатр., 2004, №6, с.14-20
7. Мамедов А.К. Корреляционные показатели электроэнцефалограмм головного мозга при эмоциональном стрессе. Баку: Азернешр, 1979, 89 с.
8. Рябчикова Н.А., Подъячева Е.В., Шульговский В.В. Взаимосвязь межполушарной асимметрии ЭЭГ-активации с эффективностью вероятностно-прогностической деятельности человека / Матер. XVIII съезда физиолог. общества им. И.П.Павлова, Казань, 2001, с.212-213
9. Стрелец В.Б. Меж- и внутриполушарные нарушения при некоторых видах мозговой патологии // Журн. высш. нерв. деятельности. 1993. Т.43 Вып.27. С.262.
10. Koukkou M., Buttman H. Electroenzephalographische studien der filormationsverar beitung bei akuten und chemaligen schizophhrenen patient // Neurotikern und psichiasch Cesunden. Berline, 1984, p. 35-40