

ОРИГИНАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

© Дерягина Л.Е., Хохлова Л.А., 2014
УДК 612.821

**СТРУКТУРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ СПЕКТРАЛЬНЫХ ПАТТЕРНОВ ЭЭГ
В ПРОЦЕССЕ ОВЛАДЕНИЯ ИНОЯЗЫЧНОЙ РЕЧЬЮ И ЕЕ ВЗАИМОСВЯЗЬ
С АКУСТИЧЕСКОЙ ПРОСОДИЕЙ РЕЧИ**

Л.Е. Дерягина¹, Л.А. Хохлова²

Московский государственный медико-стоматологический университет, г. Москва (1)
Северный государственный медицинский университет, г. Архангельск (2)

Статья посвящена особенностям организации спектральных паттернов ЭЭГ у студентов медицинского вуза, изучающих иностранный язык. Показано, что студенты, успешно осваивающие программу обучения, обладают большей абсолютной спектральной мощностью альфа, бета и тета ритмов левого полушария. У студентов с низким уровнем овладения иноязычной речью выявлено преимущественно правополушарное доминирование. Функциональные пробы с прослушиванием текстов на иностранном языке, как знакомом, так и ранее не изучаемом, выявили специализацию полушарий в отношении акустической просодии иностранных языков.

Ключевые слова: студенты, медицинский вуз, иностранный язык, электроэнцефалография, акустическая просодия речи.

Речь, будь то родная или иностранная, это результат согласованной деятельности многих областей головного мозга, что делает ее явлением психофизиологическим и в том числе нейрофизиологическим [5, 6, 9]. Это языковой код, то средство, при помощи которого человек мыслит и осуществляет общение с миром и другими людьми.

Приступая к изучению иностранных языков, студенты владеют всеми необходимыми рецептивными механизмами восприятия речи на родном языке. Вместе с тем, полный перенос этих умений и навыков на иностранный язык происходит далеко не всегда [1, 2, 8, 11].

Целью данного исследования было экспериментальное изучение электрофизиологических механизмов функционирования мозга в процессе формирования и реализации иноязычно-речевых способностей у студентов медицинского вуза.

Данная цель создавала основу для решения ряда задач, а именно:

1. выявления особенностей организации спектральных паттернов ЭЭГ у студентов с высоким и низким уровнем владения английским, немецким, французским и латинским языками;

2. анализа характера акустической просодии русской и иноязычной речи на 4 иностранных языках.

Материалы и методы

Исследование проводилось на базе Северного государственного медицинского университета. Общий объем выборки составил 800 человек (430 девушек и 370 юношей в возрасте от 17 до 19 лет). Все студенты прошли 2-х годичный курс языковой подготовки по одному из иностранных языков, а именно, латинскому, английскому, немецкому или французскому. Работа была одобрена Этическим комитетом университета, исследование проводилось после получения от участников информированного согласия. Студенты, отобранные в экспериментальные группы, ранее обучались в обычных го-

родских школах и на момент проведения исследования проживали в семьях.

Ранжирование экспериментальной выборки носило стадийный характер и было связано с необходимостью определения начального балла успеваемости по иностранному языку (результаты письменных и устных ответов на первых занятиях) и диагностики уже имеющихся к моменту поступления в вуз иноязычно-речевых способностей.

По баллу академической успеваемости были определены 2 противоположные группы:

1. студенты, занимающиеся на хорошо и отлично ($n=470$; 245 девушек и 225 юношей); средний балл $4,4 \pm 0,2$.

2. студенты, отстающие от графика учебного процесса и обучающиеся преимущественно на удовлетворительно ($n=330$; 185 девушек и 145 юношей); средний балл $3,2 \pm 0,1$.

Исследование биоэлектрической активности головного мозга проводилось посредством электроэнцефалографии с использованием 16-канального электроэнцефалографа «Нейрон-Спектр – 3» (Россия). Для регистрации ЭЭГ использовалась общепринятая схема наложения электродов «10-20», монополярно, 16 стандартных отведений, соответствующих международной системе (Fp1, Fp2, F3, F4, C3, C4, P3, P4, O1, O2, T6, T4, T5, T3, F7, F8) с объединенными ушными электродами в качестве общего референта. Электроэнцефалографический сигнал фильтровался в полосе пропускания 0,3-30 Гц при частоте дискретизации 250 Гц.

ЭЭГ исследование проводилось по следующей схеме:

1. Проба в стандартных условиях (фоновая) т.е. в состоянии спокойного расслабленного бодрствования с закрытыми глазами в свету и звукоизолированном помещении в течение 3 минут с записью на жесткий диск компьютера

2. Проба с закрытыми глазами с предъявлением языковых отрывков на английском, немецком, французском и латинском языках. Продолжительность каждого отрывка составляла 3,5 минуты.

Запись предъявлялась в наушники симметрично в левое и правое ухо.

Электроэнцефалограммы обследуемых подвергались визуальной оценке для исключения выраженной обще-мозговой и очаговой патологии. Для последующего математического анализа отбирались свободные от артефактов фрагменты ЭЭГ длительностью 60с. (для фоновой ЭЭГ в условиях закрытых глаз) и 20с. (для функциональных проб). Фрагменты ЭЭГ разделялись на «эпохи» по 4с. и подвергались быстрому преобразованию Фурье с применением компьютерной программы «DX 4000 PRACTIC». Рассматривались следующие частотные диапазоны: тета 1 (4-6 Гц), тета 2 (6-8 Гц), альфа 1 (8-10 Гц), альфа 2 (10-13 Гц), бета 1 (13-20 Гц), бета 2 (20-30 Гц). Расшифровку результатов электроэнцефалографии проводили при оценке амплитудно-частотных характеристик, вычислении спектра мощности сигнала и построении топокартограмм головного мозга с помощью цветного представления. При анализе спектральной мощности симметричных отведений левого и правого полушария оценивали степень асимметрии между этими участками по каждому ритму и по каждой конкретной частоте. Степень взаимосвязи разных областей коры и доминантность полушарий определяли с помощью показателей когерентности.

Математическая обработка материала производилась статистическими методами с помощью стандартных компьютерных программ Statistika 7.0, Stat Plus 2009, Microsoft Excel. Все данные проверялись на соответствие закону нормального распределения. Проводилось вычисление средних величин и стандартного отклонения, оценка достоверности различий с помощью параметрических и непараметрических критериев, а так же оценка связи между различными типами параметров с помощью корреляционного и факторного анализа. Данные, подчиняющиеся законам нормального распределения были проанализированы на достоверность с помощью критерия Стьюдента при уровне значимости 95% ($p < 0,05$),

данные на которых соответствие нормальному распределению доказать не удалось, анализировались с помощью теста Манна-Уитни и Критерия Вилкоксона Изучение корреляций между переменными проводилось с использованием коэффициента Пирсона.

Результаты и их обсуждение

Анализ средне-групповых показателей абсолютной спектральной мощности основных частотных диапазонов фоновой ЭЭГ выявил статистически достоверные

различия в полушарном доминировании у студентов обследуемых групп. Группу хорошо успевающих составили студенты с большей абсолютной спектральной мощностью альфа, бета и тета ритмов левого полушария, что наиболее ярко проявлялось в лобных, окципитальных, париетальных и темпоральных отведениях. В группе плохо успевающих студентов нейрофизиологические особенности сводились к преобладанию правополушарной активности (табл. 1).

Таблица 1

Абсолютные значения спектральной мощности альфа диапазона в фоновой пробе (мкВ²)

отведения	спектральная мощность		t	df	Sig. (2-tailed)
	группа хорошо успевающих (n=100)	группа плохо успевающих (n=100)			
	M±SD	M±SD			
F1	25,3±2,97	17,0±1,33		189	
F2	11,5±1,23	26,2±2,03*	3,604	189	.002
F3	43,2±3,97*	27,8±2,11	3,940	189	.004
F4	22,9±2,33	41,2±3,11*	6,175	189	.001
F7	23,1±2,87	11,4±1,12		189	
F8	16,0±1,23	29,3±2,01		189	
C3	52,3±3,99*	19,4±1,75	5,532	189	.0001
C4	51,0±4,21	54,3±3,21		189	
P3	124,2±13,87*	78,3±5,13	6,516	189	.000
P4	87,2±9,75	101,2±8,57*	2,981	189	.009
O1	183,1±16,11*	95,4±8,47	3,554	189	.003
O2	137,0±13,35	180,5±15,23*	3,132	189	.007
T3	67,3±7,21*	22,3±1,02	5,309	189	.000
T4	28,0±1,01	53,2±3,57*	4,103	189	.01
T5	68,2±5,88*	27,2±1,55	6,092	189	.000
T6	39,2±3,78	83,1±7,59*	3,945	189	.000

Примечание: * – по t-критерию выборки статистически различимы.

Структурная организации фоновой электроэнцефалографии в группе студентов с высоким уровнем иноязычно-речевых способностей отмечалась достоверно большими показателями частот бета диапазона: 24-29 Гц в окципитальных и фронтальных областях левого полушария при открытых глазах и 21-25 Гц в симметричных затылочных зонах при закрытых глазах.

У студентов плохо успевающей группы преобладал «плоский тип» фоновой ЭЭГ, содержащий все диапазоны час-

тот, но с очень малой (менее 20 мкВ) амплитудой биопотенциалов. Низкоамплитудный паттерн биоэлектрической активности мозга может, на наш взгляд, может свидетельствовать о стойком повышении активирующих влияний со стороны неспецифических систем мозга, проявляющихся в высоких показателях психоэмоционального напряжения, что также подтверждается результатами других исследований [3, 7].

В результате однофакторного дисперсионного анализа (One-Way ANOVA) было

обнаружено значимое влияние биоэлектрической активности мозга на проявление компонентов иноязычно-речевых способностей ($F_{3,21}=8,4$; $p \leq 0,01$), что подтверждает гипотезу о генотипически детерминированных языковых задатках, проявляющихся в особенностях функционирования мозга и межполушарных отношений.

Проведенный многомерный регрессионный и корреляционный анализ указывает на достаточно большое количество прямых причинно-следственных связей между компонентами языковых способностей и активностью в отведениях ЭЭГ, наблюдаемой в группе хорошо успевающих (табл. 2).

Таблица 2

Структура регрессионных и корреляционных связей компонентов языкового тестирования с абсолютными значениями спектральной мощности фонового альфа ритма в стандартных отведениях

группа хорошо успевающих					группа плохо успевающих				
параметр + отведения ЭЭГ	t	df	Sig.	R Пирсона при $p \leq 0,05$	параметр + отведения ЭЭГ	t	df	Sig.	R Пирсона при $p \leq 0,05$
вербальная память - T6	2,421	189	.03	0,94	вербальная память - P3	2,292	189	.04	0,94
- F7	2,324		.04		- T4	3,313		.009	
					- F2	5,191		.001	
					- C4	4,560		.001	
лингвистические обобщения - P3	3,430	189	.007	0,95			189		
- O2	3,282		.009	-0,64					
- T4	2,627		.02	- 0,73					
ассоциативные связи - P3	2,431	189	.03	0,95	ассоциативные связи - C4	3,947	189	.004	0,63
- O1	3,446		.007	0,87					
- T4	2,602		.02	0,94					
вероятностное прогнозирование - T6	2,551	189	.003	- 0,94	вероятностное прогнозирование - F2	2,455	189	.03	0,83
- F7	2,768		.02	0,96					
- F8	2,894		.001	0,95					

Данные результаты могут расцениваться как активация более разнообразных (по сравнению с группой плохо успевающих) функциональных систем, необходимых для надлежащего функционирования психических процессов и развития иноязычно-речевых способностей.

Спектральный анализ ЭЭГ, проведенный при восприятии речи на четырех иностранных языках, выявил значимые изменения в активности диапазона β_1 и β_2 . Согласно данным когерентного и спектрального анализа корковых потенциалов следует отметить, что восприятие английской и немецкой речи в группе

хорошо успевающих вызывает большую реактивность левополушарной когерентности тета и бета ритмов между фронтальными, парietальными, темпоральными и центральными отделами с формированием «узлов» в отведениях Fp1, F7. Восприятие же речи на латинском и французском языках приводит к смещению фокусов активности в правое полушарие. Топографические особенности языковых различий связаны с «узлами» когерентных связей в отведениях F8, T4, T6.

Следует отметить, что восприятие речи на английском и немецком языках в группе хорошо успевающих имеет не толь-

ко внутрислошарные, но и межполушарные когерентные связи, что проявляется во взаимодействии фронтально-темпоральных отделов левого полушария со среднефронтальными и центрально-периегальными областями правого полушария.

Межполушарные связи при восприятии французской и латинской речи наблюдаются только между негомологичными лобными отведениями левого и правого полушария.

В работе [12] указывается, что правая лобная область участвует в размещении и координации активирующих механизмов селективного внимания. В нашем исследовании обнаруживается заметное увеличение когерентности потенциалов тета ритма в этом отведении у студентов 1 экспериментальной группы при распознавании речи на не изучаемых ранее французском и латинском языках.

Результаты исследования указывают на то, что «просодическое сито» [4] начинает действовать в сложных нейродинамических структурах головного мозга. И левое, и правое полушария способны осуществлять анализ акустических параметров тональных и речевых сигналов. Однако в отношении восприятия речи на языках, имеющих специфические особенности вокалических и просодических систем, функции полушарий оказываются более специализированными.

Высокий темп французской речи, непрерывное связывание звуков в речевом потоке и высокочастотные формантные особенности французских гласных являются характеристиками, которые, на наш взгляд, формируют тот мелодический рисунок, на который реагирует правое полушарие, обеспечивающее анализ тембральных компонентов французской речи.

Более строго выдержанная ритмико-мелодическая организация английской и немецкой речи активизирует функционирование левого полушария, при этом, четкое динамическое ударение и такто-считывающий ритм данных языков способствует, по-видимому, не только акустико-фонетической, но и семантической расшифровке информации.

Выводы

1. Анализ особенностей функциональной организации спектральных составляющих ЭЭГ показал доминирование левополушарной активности в группе студентов с высоким уровнем овладения иностранным языком и правополушарной – в группе слабоуспевающих студентов.

2. Реагирование на акустические параметры иноязычной речи связано со специализацией функций полушарий.

Литература

1. Функциональная асимметрия мозга и индивидуальные психофизиологические особенности человека / Л.К. Антропова [и др.] // Медицина и образование в Сибири. – 2011. – № 3. – С. 4-5.
2. Аршавский Ю.И. О роли нейронных сетей и индивидуальных нейронов в работе мозга / Ю.И. Аршавский // Сенсорные системы. – 2011. – Т. 25, №1. – С. 3-17.
3. Афтанас Л.И. Анализ вызванной синхронизации и десинхронизации ЭЭГ при эмоциональной активации у человека: временные и топографические характеристики / Л.И. Афтанас, Н.В. Рева, А.А. Варламов // Журн. высш. нервн. деятельности. – 2003. – Т. 53, №4. – С. 485-487.
4. Блохина Л.П. Просодические характеристики речи и методы их анализа / Л.П. Блохина, Р.К. Потапова. – М., 2008. – 75 с.
5. Вартанян И.А. Восприятие речи. Вопросы функциональной асимметрии мозга / И.А. Вартанян. – СПб.: Изд-во "Наука", 2004. – 134 с.
6. Выготский Л.С. Мышление и речь / Л.С. Выготский. – М.: ЭКСМО. Пресс, 2000. – 170 с.
7. Гордеев С.А. Особенности биоэлектрической активности мозга при высоком уровне тревожности человека / С.А. Гордеев // Физиология человека. – 2007. – Т. 33, №4. – С. 11-17.
8. Конопкин О.А. Связь учебной успеваемости студентов с индивидуально-типологическими особенностями их регуляции / О.А. Конопкин, Г.С. Парыгин. – СПб.: Питер, 2006. – 233 с.

9. Леонтьев А.А. Основы психолингвистики / А.А. Леонтьев. – М., 2005. – 200 с.
10. Малешина М.С. Индивидуально типологические предпосылки овладения иностранными языками / М.С. Малешина. – М., 2005. – 115 с.
11. Системное взаимодействие кортикальных полей при реализации вербально-мнестической деятельности / М.Н. Цицерошин [и др.] // Физиология человека. – 2000. – Т. 26, № 6. – С. 21.

**STRUCTURAL ORGANIZATION OF THE SPECTRAL PATTERNS OF EEG
IN THE PROCESS OF LEARNING A FOREIGN LANGUAGE AND ITS RELATIONSHIP
WITH THE ACOUSTIC SPEECH PROSODY**

L.E. Deriagina, L.A. Khokhlova

The article is devoted to the peculiarities of the organization of spectral EEG patterns in medical school students studying the foreign language. It is shown that students successfully mastering the training program have a higher absolute spectral power of the alpha, beta, and theta rhythms of the left hemisphere. Students with a low level of knowledge of foreign language speech revealed to have mostly right hemisphere dominance. Functional tests with listening texts in a foreign language, as familiar and not previously studied, revealed the specialization of hemispheres in respect to acoustic prosody of foreign languages.

Keywords: students, medical school, foreign language, electroencephalography, acoustic speech prosody.

Дерягина Л.Е. – д.м.н., проф. Московского государственного медико-стоматологического университета, г. Москва.