

*Биология*

УДК 612.821.3

А. Р. АГАБАБЯН, В. Г. ГРИГОРЯН, А. Ю. СТЕПАНЯН, Н. Д. АРУТЮНЯН, Л. С. СТЕПАНЯН

**НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ МОЗГОВОГО  
ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТВОРЧЕСТВА**

В статье представлены результаты исследования изменений уровня активности ряда корковых зон головного мозга у студентов, отличающихся по показателям креативности, при составлении рассказа на основе предъявленного набора слов из разных семантических полей. Обнаружены межгрупповые различия в механизмах мозгового обеспечения творческого процесса.

**Введение.** За последние 20 лет изучение процесса творчества получило широкое распространение, так как одной из важнейших составляющих деятельности человека является элемент творчества (креативность). Как правило, носителями принципиально новых идей являются люди с высокими показателями дивергентного мышления. Поэтому для развития новых технологий возникает необходимость в повышении творческого потенциала молодых специалистов, в частности студентов, как будущих разработчиков новых направлений в науке и технике. Однако большой объем информации, получаемой во время обучения в вузе, может привести к стереотипному мышлению, что часто подавляет творческую деятельность. Увеличение объема информации приводит к повышению уровня интеллекта. А это, согласно концепции Э. Торранса [1] об «интеллектуальном пороге», может служить базой для проявления творческой продуктивности до определенного предела. Так как в период обучения преобладает установка на развитие конвергентного мышления в ущерб дивергентному, то для предотвращения падения уровня творческих способностей с увеличением информационной нагрузки особенно необходима оптимизация творческой деятельности для определенной категории студентов, имеющих низкие показатели творческих способностей при поступлении в вуз. Эта проблема требует многосторонних исследований, среди которых важное место занимает изучение мозгового обеспечения творческого процесса. Большинство современных теорий отводят ведущую роль лобным отделам коры головного мозга в реализации творческого процесса. Так, по мнению Хельмана и др. [2], для развития дивергентного мышления и способности принимать альтернативные решения необходима активация лобных долей, а процесс творческого новаторства в свою очередь требует акти-

вации связей лобных областей с височными и теменными долями, являющимися источниками информации для фронтальной коры. Усиление активности лобных долей отмечено также в работах по изучению мозговой организации творчества по данным ЭЭГ [3–7]. В исследованиях по изменению регионального мозгового кровотока при выполнении творческих задач [8, 9] подтверждается вовлечение в творческий процесс лобных долей билатерально. Однако ряд авторов [10–12] придерживается иного мнения, считая, что творческий процесс сопровождается снижением активности в лобных долях. Таким образом, вопрос мозгового обеспечения творческой деятельности находится на стадии изучения.

Исследование мозговых механизмов творческого процесса предполагает зависимость творческой деятельности от различных факторов, среди которых особое место занимают показатели креативности, согласно которым Дж. Гилфорд [13] положил начало определению различий между креативными и некреативными личностями. Знание возможных механизмов мозговой организации творческого процесса у лиц с различным уровнем творческих способностей может послужить основой как для предотвращения понижения уровня творческого мышления у студентов с высокими показателями креативности, так и для развития такового у студентов с низкими показателями креативности.

Предполагается, что у личностей с разным уровнем креативности мозговые механизмы, лежащие в основе реализации творческой деятельности, имеют свои особенности, чем и, возможно, предопределяется успешность творческого процесса. Для понимания таких механизмов мы задались целью исследовать изменения уровня активности ряда корковых зон у студентов, отличающихся по показателям креативности, при решении творческой задачи.

**Методика исследований.** В эксперименте принимали участие 36 испытуемых – студентов I и II курсов естественных факультетов ЕГУ. При изучении нейрофизиологической основы таких сложных психических функций как дивергентное мышление важное значение имеет применение психологических тестов для определения творческих способностей. В наших исследованиях применялся «Тест отдаленных ассоциаций» С. Медника (RAT), с помощью которого оценивается вербальная креативность. На основании этого теста испытуемые были разделены на две группы: в I группу вошли испытуемые с высоким показателем креативности, во II – с низким.

Испытуемым давалось задание – составить рассказ на основе набора слов из разных семантических полей, например: *увидеть, дверь, говорить, корова, забыть, звезда, думать, тетрадь, открыть, море, хохотать, дерево, разбить, исчезнуть, покушать, вешалка*. Задание было определенной сложности, для его выполнения требовалось вовлечение творческой формы мышления. Экспериментатор давал инструкцию использовать в составлении рассказа оригинальные решения. Для исследования изменения нейрофизиологических показателей коры головного мозга использовали метод регистрации вызванных потенциалов (ВП) как индикатора функционального состояния исследуемых корковых областей. Для определения изменений активности

коры производилась регистрация вызванной активности на свет до начала творческой деятельности ( $T_0$ ) и за 5 минут до окончания выполнения творческого задания ( $T_1$ ). Чтобы творческий процесс не прерывался, испытуемым давалось указание придумывать конец рассказа в уме при регистрации ВП (длительность регистрации 1,5 мин). После окончания регистрации испытуемый дописывал придуманный финал рассказа.

ВП регистрировались из 4-х симметричных областей левого ( $F_3, F_7, T_3, TPO_L$ ) и правого ( $F_4, F_8, T_4, TPO_R$ ) полушарий коры головного мозга монополярно по международной системе 10/20. Использовали стандартные электроды. Референтный электрод располагался на мочке уха. Генератором светового импульса служил фотостимулятор FTS-21, запускающийся синхронно с блока Selector анализатора-интегратора ANIEG-81. В качестве стимулов использовали световые вспышки средней интенсивности 0,4 Дж с экспозицией 50 мкс и интервалами около 3 с. ВП усреднялись по 32 реакциям на световые вспышки. Исследовали изменения негативного компонента  $N_{200}$  в диапазоне 160–200 мс. Эпоха анализа составляла 500 мс. Аналого-цифровое преобразование ВП и обработка параметров производились программами EPREC и EPPROC. Полученные данные подвергались статобработке с использованием t-критерия Стьюдента.

**Результаты и обсуждение.** Статистический анализ полученных данных показал, что у I группы испытуемых амплитуда компонента  $N_{200}$  претерпевала определенные изменения в процессе творческой деятельности (табл. 1). Увеличение амплитуды отмечалось в отведениях  $F_3$  и  $F_4$ , в левом полушарии достоверно ( $p \leq 0,05$ ), а в правом – на уровне тенденции.

Таблица 1

*Изменения величины амплитуды компонента  $N_{200}$  (в мкВ) зрительных ВП исследуемых областей коры больших полушарий у испытуемых I группы*

	$F_3$	$F_4$	$F_7$	$F_8$	$T_3$	$T_4$	$TPO_L$	$TPO_R$
$T_0$	4,14±1,57	2,86±0,85	3,98±1,77	3,27±1,46	1,51±0,46	1,69±0,67	3,90±1,26	4,25±2,36
$T_1$	5,49±1,55	3,30±1,10	5,39±1,33	3,24±1,49	1,55±0,66	1,73±1,03	4,16±1,96	5,40±2,57
p	$p \leq 0,05$		$p \leq 0,05$					$p \leq 0,05$

В отведении  $F_7$  амплитуда компонента  $N_{200}$  увеличивалась достоверно ( $p \leq 0,05$ ), а в  $F_8$  в процессе выполнения творческого задания она почти не претерпевала изменений. В височных областях ( $T_3, T_4$ ), а также в отведении  $TPO_L$  достоверных изменений амплитуды компонента  $N_{200}$  не наблюдалось. Выполнение творческого задания приводило к увеличению амплитуды исследуемого компонента на 1,15 мкВ ( $p \leq 0,05$ ) в отведении  $TPO_R$ .

Таблица 2

*Изменения величины амплитуды компонента  $N_{200}$  (в мкВ) зрительных ВП исследуемых областей коры больших полушарий у испытуемых II группы*

	$F_3$	$F_4$	$F_7$	$F_8$	$T_3$	$T_4$	$TPO_L$	$TPO_R$
$T_0$	4,30±2,18	3,39±1,43	5,38±0,93	3,16±0,76	2,53±1,34	1,83±0,89	2,39±0,94	5,12±2,59
$T_1$	6,52±1,69	5,27±1,61	7,18±1,34	4,49±1,37	2,24±0,91	3,64±1,72	3,03±1,05	6,66±2,94
p	$p \leq 0,05$	$p \leq 0,05$	$p \leq 0,01$	$p \leq 0,05$		$p \leq 0,05$		$p \leq 0,05$

У испытуемых II группы (табл. 2) в зонах  $F_3$  и  $F_4$  амплитуда компонента  $N_{200}$  после выполнения творческого задания достоверно увеличивалась почти на  $2\text{мкВ}$ . В отведениях  $F_7$  и  $F_8$  также наблюдалось увеличение амплитуды  $N_{200}$ , причем в левом полушарии почти на  $1,8\text{мкВ}$  ( $p \leq 0,01$ ), а в правом – на  $1,33$  ( $p \leq 0,05$ ). В височных областях достоверные изменения наблюдались только в  $T_4$ . В височно-теменно-затылочных отведениях (ТРО) амплитуда волны  $N_{200}$  увеличивалась как в левом, так и в правом полушарии ( $p \leq 0,05$ ).

Таким образом, статистический анализ изменений амплитудных значений исследуемого компонента выявил, что при решении творческой задачи у испытуемых с высоким показателем креативности отмечается усиление активности в зонах  $F_3$ ,  $F_4$ ,  $F_7$  и ТРО<sub>R</sub>, в то время как у испытуемых с низким показателем корковая активность увеличивается во всех исследуемых областях. Различия в корковых механизмах реализации творческой деятельности в зависимости от уровня творческого потенциала отмечены в исследованиях [9, 14]. Увеличение амплитудных значений компонента  $N_{200}$  во фронтальных отведениях левого полушария и височно-теменно-затылочном отведении правого полушария у испытуемых I группы свидетельствует об усилении активности этих областей в процессе решения творческой задачи. Активация лобных областей, по нашему мнению, вызвана сложностью предъявленного нами задания, которое требует извлечения специальных знаний из памяти, хранителями которых в настоящее время считаются теменная и височная области [2]. Наши данные согласуются с данными [15], полученными методом позитронно-эмиссионной томографии при исследовании мозговой организации творчества. В наших исследованиях также наблюдается активация височно-теменно-затылочной области правого полушария. Некоторые авторы [7, 16, 17] объясняют это тем, что эта область участвует в процессе интеграции смысла слов, объединенных в лексическую конструкцию. Вовлеченность правого полушария в творческий процесс показана в [18]. У испытуемых II группы отмечается увеличение амплитуды компонента  $N_{200}$  во всех исследуемых областях. Подобное синхронное увеличение активности в передних и задних отделах мозга можно рассматривать как общее повышение уровня активности коры без доминирования какой-либо из исследуемых областей.

Таким образом, обнаруженная нами межгрупповая разница является свидетельством того, что у испытуемых I и II групп используются различные механизмы для реализации творческого процесса. У лиц с высокими показателями креативности используется механизм повышения активности тех корковых областей, которые играют ведущую роль в высших мыслительных процессах, в то время как у лиц с низкими показателями креативности выполнение творческого задания реализуется через общее повышение активности корковых областей без ведущей роли структуры, играющей главную роль в обеспечении дивергентного мышления. Однако, по мнению И. Карлсона с соавторами [9], при дивергентном мышлении у высокотворческих индивидов наблюдается двусторонняя лобная активация, в то время как у низкокративных индивидов имеет место одностороннее усиление активности лобной области, что не совпадает с нашими данными.

### Выводы.

1. У испытуемых с высокими творческими способностями решение творческой задачи приводит к увеличению амплитудных значений компонента  $N_{200}$  в лобных отведениях левого полушария и височно-теменно-затылочной зоне правого полушария. Это свидетельствует о том, что лица с высокими показателями креативности для обеспечения дивергентного мышления используют механизм повышения активности определенных корковых областей.

2. У испытуемых с низкими творческими способностями при решении творческой задачи отмечается увеличение амплитуды компонента  $N_{200}$  во всех исследуемых областях, свидетельствующее об общем повышении активности коры без доминирования определенной корковой структуры, играющей ведущую роль в творческом процессе.

Кафедра физиологии человека и животных

Поступила 03.03.2005

### ЛИТЕРАТУРА

1. Torrance E.P. Creativity and learning. 1965, p. 663–679.
2. Heilman K.M., Nadeau S.E., Beversdorf D.O. – Neurocase, 2003, v. 95, p. 369–379.
3. Бехтерева Н.П., Старченко М.Г., Ключарев В.А. и др. – Физиология человека, 2000, т. 26, № 5, с. 12.
4. Orme-Johnson D.W., Haynes C.T. – Int. J. Neurosci., 1981, v. 13, № 4, p. 211.
5. Petsche H., Lacroix D., Lindner K. et al. – Int. J. Psychophysiol., 1992, v. 12, № 1, p. 31.
6. Molle M., Marshall L., Lutzenberger W. et al. – Neurosci. Lett., 1996, v. 12, № 1, p. 61.
7. Petsche H., Kaplan S., von Stein A., Filz O. – Int. J. Psychophysiol., 1997, v. 26, № 3, p. 77.
8. Бехтерева Н.П., Даныко С.Г., Старченко М.Г. и др. – Физиология человека, 2001, т. 27, № 4, с. 6–14.
9. Carlsson I., Wendt P., Risberg J. – Neuropsychologia, 2000, № 38, p. 873.
10. Martindale C., Hines D. – Biological Psychology, 1975, № 3, p. 91.
11. Martindale C. – J. of Altered states of consciousness, 1977, № 3, p. 69.
12. Handbook of creativity. Ed. Sternberg R. Cambridge: University Press, 1999, 490 p.
13. Guilford Y.P. The nature of human intelligence. N.-Y.: Mc-Gaw Hill, 1967.
14. Jausovec N., Jausovec K. – Int. J. Psychophysiol., 2000, v. 36, № 1, p. 73.
15. Старченко М.Г., Бехтерева Н.П., Пахомов С.В., Медведев С.В. – Физиология человека, 2003, т. 29, № 5, с. 151–152.
16. Иваницкий Г.А., Николаев А.Р., Иваницкий А.М. – Физиология человека, 2002, т. 28, № 1, с. 5–11.
17. Razoumnikova O. – Cogn. Brain. Research. 2000, v. 10, № 1, p. 11.
18. Faust M., Lavidor M. – Brain Res.Cogn.Brain Res., 2003, v. 17, № 3, p. 585–597.

Հ. Ռ. ԱՂԱԲԱԲԶԱՆ, Վ. Հ. ԳՐԻԳՈՐՅԱՆ, Ա.ՅՄ. ՍՏԵՓԱՆՅԱՆ, Ն. Դ. ՀԱՐՈՒԹՅՈՒՆՅԱՆ,  
Լ. Ս. ՍՏԵՓԱՆՅԱՆ

ՍՏԵՂԾԱԳՈՐԾԱԿԱՆ ԳՈՐԾԸՆԹԱՅԻ ՈՒՂԵՂԱՅԻՆ ԱՊԱՀՈՎՄԱՆ  
ՆՅԱՐԴԱՑԻՉԻՈՒՆԳԻԱԿԱՆ ՄԵԽԱՆԻՉՄՆԵՐԸ

### Ամփոփում

Հոդվածում ներկայացված են տարրեր սեմանտիկ դաշտերին պատկանող բառերով տեքստ կազմելու ժամանակ ստեղծագործական ունակու-

թյուններով տարբերվող ուսանողների գլխուղեղի որոշ շրջանների ակտիվության մակարդակի փոփոխությունների հետազոտության արդյունքները: Այդ փոփոխությունների դինամիկայում հայտնաբերված են միջխմբային տարբերություններ, ինչը խոսում է փորձարկվողների ստեղծագործական գործընթացի ապահովման զանազան մեխանիզմների առկայության մասին:

H. R. AGHABABIAN, V. H. GRIGORYAN, A. Yu. STEPANYAN, N. D. HARUTYUNYAN,  
L. S. STEPANYAN

## NEUROPHYSIOLOGICAL MECHANISMS OF CREATIVE ACTIVITY

### Summary

The results of research of dynamic changes in a number of cortical zones activity at the students with different creativity parameters, during composing a story on the base of the presented words from different semantic fields are submitted. The intergroup difference in dynamic changes of level cortex activity in the examinees with different level of creative abilities was found out, that testifies the presence of various mechanisms of creative process maintenance.