

**Е. В. Ларионова**

## **МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ В ИССЛЕДОВАНИИ МНЕСТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Цель данной работы — реализация дифференцированного структурно-исследования памяти путем соотнесения данных нейропсихологического исследования ее параметров с данными, полученными методом нейровизуализации по биохимическим характеристикам мозга. В исследовании приняли участие 20 женщин в возрасте от 24 до 75 лет, основная группа старше 52 лет. Данные магнитно-резонансной спектроскопии (МРС) были проанализированы по двум направлениям — возрасту испытуемых и области мозга. Анализировались следующие компоненты спектра: глутамин, глицин, глицерофосфохолин, креатин, N-ацетиласпартат/малат, метионин, N-ацетиласпартат, пролин, лактат/треонин. Найдены значимые различия, позволяющие говорить о вероятной роли правой нижнегемной коры в мнестической деятельности (выявлены многочисленные значимые корреляции параметров памяти со спектром N-ацетиласпартат в данной области). Обнаружены также связи с мнестической деятельностью спектров глицерофосфохолина и креатина в левом гиппокампе: увеличение их концентрации коррелирует с улучшением продуктивности и прочности запоминания, уменьшением количества ошибок. Обратное влияние на мнестическую деятельность, вероятно, оказывает лактат/треонин в правом гиппокампе.

*Ключевые слова:* мнестическая деятельность, нейропсихологическое обследование, магнитно-резонансная спектроскопия.

The task of this study was an analysis of the different features of memory and of their relationship with the data of magnetic resonance spectroscopy. According to the results of neuropsychological examination we identified options for detailed analysis of mnemonic activities (through forms of memorization, types of errors and others) that enhance the structural characteristics of the memory obtained by means of neuroimaging. The subjects were 20 women aged 24 to 75 years, mostly over 52 years. The magnetic resonance spectroscopy data were analyzed through the age of the subjects and areas of the brain. We analyzed the components of the spectrum: Glutamine; Glycine; Glycerophosphocholine; Creatine; N-acetyl

---

**Ларионова Екатерина Владимировна** — мл. науч. сотр. лаборатории психофизиологии Института высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН.  
*E-mail:* dosygi-bygi@rambler.ru

Работа выполнена под руководством докт. психол. наук Ж.М. Глозман.

Публикация подготовлена в рамках поддержанного РГНФ научного проекта № 13-06-00570.

aspartate/Malate; Methionine; N-acetyl aspartate; Proline; Lactate/Threonine. The significant differences were found, that indicate the possible role of the right inferior parietal cortex in mnestic activities (we identified numerous significant correlations of memory parameters with the spectrum of N-acetyl aspartate in this region). We found also the relations between the mnestic activities and the spectra Glycerophosphocholine and Creatine in the left hippocampus: an increase in their concentration correlates with improved productivity and stability of memorization, as well as a decrease of errors. Lactate, Threonine in the right hippocampus are likely to have the opposite effect on mnestic activity – the corresponding significant correlations were found.

*Key words:* mnestic activity, neuropsychological assessment, magnetic resonance spectroscopy.

Проблема памяти является по праву одной из наиболее активно разрабатываемых областей психологической науки. Многочисленные исследования изменили представления о памяти как о простом запечатлении, хранении и воспроизведении следов. К процессу запоминания и воспроизведения стали подходить как к сложному процессу переработки информации, распадающемуся на ряд этапов. Такой подход сделал необходимым тщательно изучить ее строение и детальнее проанализировать те механизмы, которые включаются как в процессы запечатления, хранения и воспроизведения следов, так и в анализ условий, в которых происходит забывание (Лурия, 1974). Это обуславливает актуальность настоящего исследования.

Нейропсихологический анализ мозговых систем, которые обеспечивают мнестическую деятельность, используется в качестве основного метода для изучения нарушений памяти при локальных поражениях мозга. Из анализа того, как страдает процесс запоминания при различных по локализации и латерализации поражениях мозга, делались основные выводы о том, какие именно аппараты мозга принимают участие в процессах запоминания и какие стороны сложной мнестической деятельности они обеспечивают (Лурия, 1973, 1974; Киященко и др., 1975; Симерницкая, 1989).

Дополнительные возможности изучения памяти дают современные методы магнитно-резонансной томографии (МРТ) и магнитно-резонансной спектроскопии (МРС), позволяющие визуализировать структуру, функции и биохимические характеристики мозга. Они являются особенно ценными при постановке диагноза пациентам с когнитивными нарушениями, так как с их помощью можно выявить органическую природу этих нарушений, получить информацию о структурных изменениях мозга.

У здоровых взрослых людей для каждой анатомической области головного мозга характерна достаточно стабильная абсолютная кон-

центрация основных метаболитов — отдельных химических веществ. Протонная МРС позволяет четко визуализировать 7 пиков. Наиболее выраженными являются пики N-ацетиласпартата, холина и креатина. Также довольно четко можно обнаружить пики инозитола, лактата, глютамата и глутамина, ГАМК (Одинак, 2010).

Метод МРС применяется для диагностики, для выработки схемы лечения, для разработки оптимальной схемы биопсии, в прогностических целях, для контроля за терапевтическими процедурами. Особенно целесообразно использовать МРС для обследования при инсультах и при стадировании опухолей головного мозга. Метод также оказался полезным в диагностике и исследовании состояний депрессии (Song et al., 2012), эпилепсии (Hammen, Kuzniecky, 2012), шизофрении и биполярного аффективного расстройства (Kraguljac et al., 2012). Это дало основания полагать, что данный метод окажется полезным и для исследования мозговых основ памяти.

### **Цель, задачи, методики исследования**

*Цель* данной работы — реализация дифференцированного структурного исследования памяти путем соотнесения данных нейropsихологического исследования с данными, полученными методом нейровизуализации по биохимическим характеристикам мозга. Задачами данной работы были прежде всего: выделение качественных и количественных параметров для анализа памяти и соотнесение этих параметров с данными магнитно-резонансной спектроскопии (МРС).

*Испытуемые.* 20 женщин в возрасте от 24 до 75 лет. Основную группу составили 17 испытуемых старше 52 лет с явлениями дисциркуляторной энцефалопатии по данным МРТ, чье старение можно назвать успешным: испытуемые, даже достигшие пенсионного возраста, продолжали работать и/или вести домашнее хозяйство. Такая выборка обусловлена дополнительной задачей поиска индивидуально-возрастных особенностей и степени варибельности психологических показателей функционирования памяти и компонентов спектра в пределах нормы. В пожилом возрасте эти особенности могут быть выражены в большей степени, чем на выборке молодых испытуемых. Однако в группу были включены трое испытуемых молодого возраста (24, 24 и 32 года) с целью оценить возрастные изменения компонентов спектра и связанные с ними возможные нарушения памяти.

### **Методики**

1. Все испытуемые проходили комплексное тестирование памяти с добавлением нескольких нейropsихологических проб, не связанных напрямую с функцией памяти, но важных для понимания

механизмов мнестических нарушений, а также способствующих преодолению возникновения инертности от выполнения нескольких мнестических заданий подряд. Были использованы методики, описанные А.Р. Лурия (1969); Н.К. Киященко и др. (1975); Е.Ю. Балашовой (1995), Е.Ю. Балашовой и др. (2006), А.П. Бизюком (2005), С.Я. Рубинштейн (2010). Результаты подвергались качественной и количественной обработке по Ж.М. Глозман (1999). Исследование включало 15 проб: оценка латеральной организации функций; запоминание 10 слов; таблицы Шульте; запоминание двух групп слов и двух фраз; тест на зрительную память; оценка текущего времени; проба на ассоциативную память; проба на пространственный гнозис; семантическое кодирование при запоминании; рисунок стола и куба; пиктограмма; проба Хэда; запоминание 5 фигур; проба «субъективная минута».

Результаты проб, исследующих один и тот же вид памяти, или показатели, которые свидетельствуют об определенном типе ошибок в мнестических и немнестических пробах, объединялись в основные анализируемые показатели: продуктивность и прочность запоминания (оценивалась по Ж.М. Глозман), избирательность запоминания (оценивалась по наличию контаминаций и конфабуляций), инертность (оценивалась по наличию персевераций), пространственный фактор (оценивался по пробам, включающим пространственный компонент), модально-специфический фактор (включал в себя анализ отдельно слухоречевой, зрительной и зрительно-пространственной памяти), временной параметр (анализировались пробы, связанные с оценкой времени) и др. Наличие тех или иных ошибок принималось за единицу, отсутствие — за ноль. Для каждого из испытуемых нейропсихологические параметры рассчитывались как среднее по результатам проб, связанных с выделяемым параметром (табл. 1).

2. Для всех испытуемых имеются данные МРС, любезно предоставленные А.В. Вартановым, полученные в ходе выполнения проекта РФФИ № 09-06-12007офи\_м (руководитель А.В. Вартанов)<sup>1</sup> на основе специально разработанного А.В. Вартановым метода разделения смешанных сигналов (МРСС; *Separation method of mixed signal — SMMS*), который является ноу-хау РНЦ «Курчатовский институт», с включением метода моделирования и подгонки экспериментального амплитудного спектра системой лоренцевых и гауссовых кривых, разработчик С.С. Батова (Корецкая).

Статистическая обработка полученных данных проводилась с помощью пакета Statistica 8. Использовался непараметрический ста-

---

<sup>1</sup> Автор статьи участвовал в выполнении данного гранта в качестве нейропсихолога, все данные нейропсихологического обследования получены и обработаны автором.

Таблица 1

**Основные обсуждаемые в тексте значения нейропсихологических показателей для каждого из 20 испытуемых (округленные значения)**

№ испытуемого	Продуктивность запоминания	Прочность запоминания	Инертность (как наличие ошибок по типу персевераций)	Пространственный фактор (как средний штрафной балл по пробам, связанным с пространственным компонентом)	Слухо-речевая память		Зрительная память	
	Объем памяти (количество элементов)				Объем	Модально-специфические ошибки	Объем	Модально-специфические ошибки
1	0.67	0.39	0.5	1.67	0.64	0.56	0.83	0.5
2	0.95	0.8	0	0.83	0.71	0.11	1	0
3	0.95	0.92	0	0.33	0.85	0.11	1	0.17
4	0.842	0.81	0.5	0.47	0.77	0.22	0.89	0.5
5	1	0.95	0	0	0.9	0.11	1	0
6	0.85	0.82	0	0.17	0.82	0.22	0.78	0.17
7	0.867	0.66	0.5	0.33	0.64	0.33	0.83	0.17
8	0.93	0.86	0	0.47	0.77	0.11	0.94	0
9	1	0.87	0.5	0.17	0.79	0.22	1	0
10	1	0.94	0	0	0.87	0	1	0
11	0.96	0.85	0	0.33	0.81	0	0.94	0.17
12	0.95	0.82	0	0.5	0.75	0.44	0.94	0
13	0.71	0.5	0	1.67	0.52	0.33	0.67	0.5
14	1	0.97	0	0.47	0.77	0	1	0
15	0.95	0.92	0	0.47	0.77	0	1	0
16	0.93	0.95	0	0.47	0.77	0.11	0.94	0.33
17	1	0.87	0	0	0.83	0.11	1	0.33
18	0.96	0.87	0	0.33	0.87	0	0.94	0.17
19	1	0.95	0	0	0.92	0.11	1	0
20	0.90	0.64	0	0.67	0.65	0.44	0.83	0.5

*Примечание.* Штрафной балл от 0 до 3, где 3 — максимально выраженные нарушения. Объем памяти рассчитывался путем суммирования процента запомненных элементов по пробам, связанным с выделяемым параметром. Объем=1 говорит о максимально успешном запоминании.

статистический критерий Спирмена, что обусловлено отсутствием нормального распределения выборки, а также ее немногочисленностью. Применение метода моделирования и подгонки экспериментального амплитудного спектра или спектра мощности системой лоренцевых и гауссовых кривых позволила оценить оптимальное число составляющих спектр пиков и определить их параметры (максимумы в частотной области и, следовательно, химическое вещество мозга, обладающее данным параметром ЯМР спектра).

Таблица 2

**Максимальная амплитуда фактически подобранного компонента в относительных единицах (его вклад в общий спектр). Для основных обсуждаемых в тексте спектров (округленные значения)**

№ испытуемого	Область левого гиппокампа		Правая нижнетемная кора		Правый гиппокамп	
	Glycerophosphocholine	Creatine	Creatine	N-acetyl aspartate	Glycerophosphocholine	Lactate, Threonine
1	0.25	0.36	0.44	0.48	0.47	0.21
2	0.21	0.35	0.39	0.60	0.37	0.25
3	0.21	0.35	0.60	0.81	0.40	-0.002
4	0.33	0.59	0.37	0.64	0.24	0.06
5	0.33	0.49	0.58	0.74	-0.03	-0.06
6	0.28	0.41	0.45	0.71	0.30	0.09
7	0.27	0.43	0.42	0.66	0.14	0.05
8	0.37	0.34	0.56	0.83	0.13	-0.08
9	0.30	0.51	0.48	0.86	0.57	0.05
10	0.30	0.51	0.52	0.75	0.15	0.09
11	0.28	0.34	0.55	0.90	0.23	0.05
12	0.38	0.46	0.47	0.78	0.48	0.19
13	-0.07	0.22	0.52	0.69	0.38	0.09
14	0.29	0.54	0.53	0.82	0.28	-0.07
15	0.40	0.43	0.56	0.83	-0.13	-0.02
16	0.33	0.48	0.46	0.85	-0.02	-0.02
17	0.38	0.41	0.49	0.67	0.32	-0.10
18	0.14	0.31	0.62	0.77	0.20	0.07
19	0.40	0.50	0.36	0.61	—	—
20	0.24	0.20	0.54	0.75	0.38	0.11

Сопоставление данных ЯМР спектров проводилось по двум направлениям: 1) по возрасту испытуемых (несмотря на то что основная выборка состояла из пожилых испытуемых, по некоторым спектрам были явные возрастные различия); 2) по месту регистрации ЯМР спектров; получены спектры от 4 зон мозга — левого и правого гиппокампа, субвентрикулярной области (включая мозолистое тело) и (для контроля) от области нижнетеменной коры.

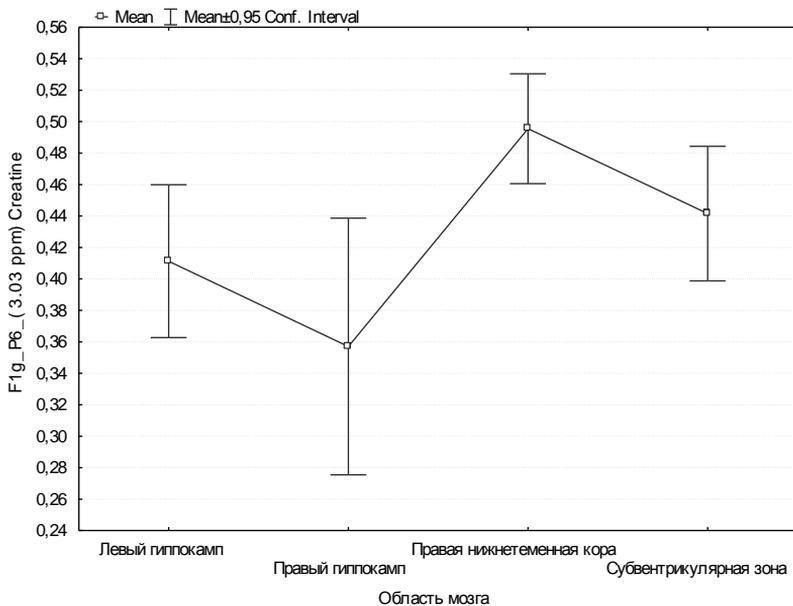
Полученные данные (часть данных представлена в табл. 2) — рассчитанные коэффициенты по каждому компоненту для каждого экспериментального спектра — позволили далее провести сравнение по области локализации спектров и по возрасту испытуемых для каждой области отдельно. Результаты применения U-критерия Манна—Уитни для сопоставления спектров из разных областей мозга позволили обнаружить значимые изменения. Полученные данные стали основой для дальнейшего анализа связей между ними и параметрами, выделенными в результате нейропсихологического обследования.

## Результаты и обсуждение

1. Начнем с тех значений спектров, которые оказались значимы по *возрасту испытуемых*: Glutamine (Gln) в левом гиппокампе; Methionine (Met) в правом гиппокампе; Gln, Glycine (Gly), N-acetyl aspartate/Malate (NAA/Ma) в правой нижнетеменной коре; Proline (Pro) в субвентрикулярной области. При этом все полученные корреляции отрицательные, т.е. с увеличением возраста выраженность показателей спектров уменьшается. Это может быть связано с тем, что Gln, Gly выполняют нейромедиаторную функцию, а с возрастом снижается содержание в ЦНС всех нейромедиаторов. Тем не менее по этим спектрам значимых корреляций с нейропсихологическими показателями не обнаружено, а так как целью настоящего исследования было прежде всего соотнесение значений спектров с данными нейропсихологического обследования, то полученные различия спектров по возрасту испытуемых подробного обсуждения не требуют.

2. Значимые различия по *месту регистрации ЯМР спектров*. По каждому из этих спектров были сопоставлены корреляции с выделенными в результате нейропсихологического обследования параметрами. Предполагалось, что значимость различий между показателями спектров в разных зонах мозга может быть связана с выделенными параметрами: при наличии такой связи по какому-либо параметру в одной области мозга имелась бы значимая положительная корреляция, а в другой — отрицательная либо однонаправленные значимые корреляции, которые позволили бы связать данные показатели. Однако двух одновременно выраженных значимых корреляций при сравнении спектров, различных по месту регистрации, обнаружено

не было. Обращают на себя внимание показатели спектра Creatine (Cr): его концентрация в правой нижнетеменной коре значимо больше концентраций в правом и левом гиппокампе (рисунок).



Статистические распределения концентрации Creatine в зависимости от области регистрации спектра

Cr в левом гиппокампе значимо коррелирует с прочностью запоминания ( $r=0.54$  при  $p<0.05$ ), пространственным показателем ( $r=-0.50$  при  $p<0.05$ ) и с различными видами памяти (со слухоречевой и со зрительной  $r=0.48$  при  $p<0.05$ ): при увеличении концентрации Cr в левом гиппокампе наблюдается улучшение прочности запоминания, лучшие показатели пространственного фактора (меньше пространственных ошибок и т.д.), увеличение объема слухоречевой и зрительной памяти. В правом гиппокампе значимых корреляций с концентрацией Cr не обнаружено, хотя есть небольшие тенденции к значимости. Тем не менее полученные результаты позволяют делать выводы о большей связи концентрации Cr с мнестической деятельностью именно в левом гиппокампе. Концентрация Cr в правой нижнетеменной коре значимо больше, чем в правом и левом гиппокампах и коррелирует с параметром инертности ( $r=-0.58$ ,  $p<0.05$ ) и с временным параметром — оценкой времени обследования ( $r=-0.60$ ,  $p<0.05$ ): у испытуемых с большим содержанием Cr в правой нижнетеменной коре наблюдается меньше персевераций, меньше переоценок времени обследования. Таким образом, можно в целом говорить о

положительном влиянии концентрации Сг в левом гиппокампе на мнестическую деятельность.

Есть данные, косвенно согласующиеся с полученными результатами. А.Г. Труфанов (2009) изучал метаболические изменения мозга при ишемическом инсульте и показал, что в первые сутки заболевания концентрация Сг в зоне ядра инсульта и ишемической полутени уменьшается и изменение этой концентрации отражает степень выраженности неврологического дефицита: происходит достоверное нарастание неврологического дефицита. Другие исследователи (Salo et al., 2007) изучали связь нарушений внимания и снижения концентрации НАА и Сг в передней поясной коре у лиц, злоупотребляющих метамфетамином. Есть также сведения об использовании Сг при черепно-мозговой травме: у пациентов, получавших Сг, наблюдалось более заметное улучшение когнитивных функций, навыков самообслуживания и общения по сравнению с контрольной группой (Sakellaris, 2006).

3. Нами получены многочисленные значимые корреляции спектра НАА в правой нижнетеменной коре (чем выше его концентрация, тем показатели памяти лучше) с такими показателями памяти, как продуктивность и прочность запоминания ( $r=0.68$ ,  $p<0.05$ ), пространственный фактор ( $r=-0.51$ ,  $p<0.05$ ), видами памяти ( $r=-0.54$ ,  $p<0.05$ ). При этом концентрация НАА в правой нижнетеменной коре значимо больше, чем в правом и левом гиппокампе, что позволяет предположить позитивное влияние данного вещества на память, а также вероятную роль правой нижнетеменной коры в мнестической деятельности, так как получены также корреляции некоторых других спектров в этой области с различными параметрами памяти.

Снижение концентрации НАА показано для различного рода патологических очагов в мозге: А.Г. Труфановым (2009) — в зоне ядра инсульта и ишемической полутени, А.В. Поздняковым и др. (2009) — в зоне некроза глиальных опухолей. И даже выявлено отсутствие этого спектра в зоне очага злокачественной опухоли (Труфанов и др., 2005; Окользин, 2007). В уже опубликованной работе (Kozlovskiy et al., 2012) по материалу данного гранта также проводился анализ корреляций спектров с данными компьютерного тестирования рабочей памяти и была показана возможная значимость спектра НАА в гиппокампах обоих полушарий и субвентрикулярной области для рабочей памяти (оценивалось количество правильных ответов и время реакции).

4. В левом гиппокампе получены значимые корреляции концентрации Glycerophosphocholine (GPC) с такими показателями памяти, как продуктивность ( $r=0.51$ ,  $p<0.05$ ), прочность запоминания ( $r=0.52$ ,  $p<0.05$ ), пространственным фактором ( $r=-0.59$ ,  $p<0.05$ ), объемом слухоречевой и зрительной памяти ( $r=0.52$  и  $0.60$  соответственно,  $p<0.05$ ). Вероятно, это вещество положительно влияет на мнестическую деятельность.

ческую деятельность: продуктивность и прочность улучшаются, количество ошибок уменьшается. Однако при увеличении концентрации GPC в правом гиппокампе значимо увеличивается количество ошибок в слухоречевой памяти ( $r=0.55$ ,  $p<0.05$ ).

Холин-содержащие фосфолипиды используются в качестве маркеров мембранных поломок, которые являются характерной чертой дегенерации нейронов при острых (инсульт) и хронических (старческое слабоумие) неврологических расстройствах (Klein, 2000). У пациентов с болезнью Альцгеймера обнаружено повышение GPC в мозге. Однако неясно, являются ли эти маркеры причиной или следствием нейродегенеративных процессов. Пациенты с первым эпизодом шизофрении, как правило, имеют повышенный распад фосфолипидных мембран, в то время как эти показатели у хронических больных были противоречивыми. Дж. Миллер и коллеги (Miller et al., 2012) сообщают, что через 10 месяцев после первого эпизода шизофрении концентрация GPC повысилась в передней части поясной извилины по сравнению с контрольной группой. Однако через 52 месяца концентрация GPC была снижена в передней части поясной извилины, но увеличена в задней поясной и в левой верхней височной извилинах. Авторы трактуют подобные результаты как постепенное включение головного мозга в патологический процесс, когда сначала наблюдается увеличение, а затем уменьшение метаболитов фосфолипидных мембран (ibid). Учитывая, что в настоящем исследовании разница концентрации данного спектра в правом и левом гиппокампе статистически не значима, но при этом получены противоположные корреляции с параметрами памяти, сложно сделать однозначные выводы о связи GPC с мнестической деятельностью.

5. В правом гиппокампе также можно предположить отрицательное влияние на мнестическую деятельность со стороны Lactate/Threonine (Lac/Thr): получены корреляции с продуктивностью ( $r=-0.46$ ,  $p<0.05$ ), прочностью ( $r=-0.57$ ,  $p<0.05$ ), пространственным фактором ( $r=-0.52$ ,  $p<0.05$ ), т.е. с увеличением содержания этого вещества продуктивность и прочность снижаются, количество ошибок увеличивается, пространственный параметр ухудшается. При этом в левом гиппокампе по тому же спектру нет ни одной значимой корреляции, соответственно влияние этого вещества на память, вероятно, связано именно с его концентрацией в правом гиппокампе, хотя наибольшая концентрация Lac/Thr представлена в субвентрикулярной области мозга, однако различия не значимы по критерию Манна—Уитни.

Отрицательная роль Lac показана А.Г. Труфановым (2009): увеличение концентрации данного вещества в зоне ядра инсульта и ишемической полутени связано с нарастанием неврологического дефицита. Наличие патологического пика лактата отражает процессы анаэробного гликолиза, возникающего в зоне перифокального отека,

в узле опухоли (Труфанов и др., 2005). Между ишемическими нарушениями имеется значимая корреляция с Lac: они более выражены при увеличении концентрации Lac (Фокин и др., 2009). По результатам анализа литературы сложно установить какую-либо связь Thr с когнитивными процессами, возможно, полученные корреляции в большей мере связаны с вкладом Lac в данный спектр.

Стоит подчеркнуть, что многочисленные корреляции были получены именно в области гиппокампа, что еще раз подтверждает его роль в процессах памяти. Однако в данной работе также показана вероятная роль правой нижнетеменной коры в мнестической деятельности.

Сложно делать однозначные выводы о связи рассмотренных спектров именно с мнестической деятельностью, так как уже имеющиеся данные показывают, что они связаны с более общими процессами и функциями, например предполагается наличие связи с когнитивными нарушениями (Ross, 1997). Тем более что один спектр коррелирует сразу с несколькими параметрами памяти, а часто и с другими факторами, выделенными в данной работе (нейродинамический, пространственный). Таким образом, вернее будет говорить о том, что концентрация какого-либо вещества в целом положительно влияет на ряд функций, в том числе и на мнестическую деятельность.

## **Выводы**

Данные МРС показали, что с увеличением возраста выраженность показателей биохимических спектров уменьшается: Gln — в левом гиппокампе; Met — в правом гиппокампе; Gln, Gly, NAA/Ma — в правой нижнетеменной коре; Pro — в субвентрикулярной области. В зависимости от области мозга показатели некоторых спектров также были значимо различными. Данные МРС говорят о вероятной роли правой нижнетеменной коры в мнестической деятельности (выявлены многочисленные значимые корреляции параметров памяти со спектром NAA). Обнаружены связи с мнестической деятельностью по спектрам GPC и Cr в левом гиппокампе: увеличение их концентрации коррелирует с улучшением продуктивности и прочности запоминания, уменьшением количества ошибок, однако выводы о роли GPC довольно противоречивы. Обратное влияние на мнестическую деятельность оказывает Lac/Thr в правом гиппокампе. Вероятно, эти биохимические показатели связаны не только с процессами памяти, а с более общими процессами и влияют на различные психические функции.

Результаты исследования позволяют предположить задействованность различных биохимических веществ в процессах памяти и возможность выявлять с их помощью тот аспект мнестической активности, который нарушается в большей степени.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

**Балашова Е.Ю.** Пространственный фактор в процессах памяти при нормальном и патологическом старении // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 14. Психология. 1995. № 2. С. 71—74. [Balashova, E.Ju. (1995). Prostranstvennyj faktor v processah pamjati pri normal'nom i patologicheskom starenii. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Serija 14. Psihologija*, 2, 71—74]

**Балашова Е.Ю., Вартанов А.В., Портнова Г.В.** Феномен «когнитивного захватывания» при оценивании временных интервалов // Психологический журнал. 2006. Т. 27. № 1. С. 67—80. [Balashova, E.Ju., Vartanov, A.V., Portnova, G.V. (2006). Fenomen «kognitivnogo zahvatyvanija» pri ocenivanii vremennyh intervalov. *Psihologicheskij zhurnal*, 27, 1, 67—80]

**Бизюк А.П.** Компендиум методов нейропсихологического исследования: Метод. пособие. СПб.: Речь, 2005. [Bizjuk, A.P. (2005). *Kompendium metodov nejropsihologicheskogo issledovanija: Metodicheskoe posobie*. S.-Peterburg: Rech']

**Глозман Ж.М.** Количественная оценка данных нейропсихологического обследования. М.: Теревинф, 1999. [Glozman, Zh.M. (1999). *Kolichestvennaja ocenka dannyh nejropsihologicheskogo obsledovanija*. Moskva: Terevinf]

**Киященко Н.К., Булгакова Е.Н., Фоминых В.П.** О модально-специфических особенностях памяти при локальных поражениях мозга // Психологические исследования / Под ред. А.Н. Леонтьева. М.: Изд-во МГУ, 1975. Вып. 5. С. 102—108. [Kijashhenko, N.K., Bulgakova, E.N., Fominyh, V.P. (1975). O modal'no-specificheskikh osobennostjeh pamjati pri lokal'nyh porazhenijah mozga. In: A.N. Leont'ev (Red), *Psihologicheskie issledovanija*, 5 (ss. 102—108). Moskva: Izd-vo Mosk. un-ta]

**Лурия А.Р.** Высшие корковые функции человека и их нарушения при локальных поражениях мозга. М.: Изд-во МГУ, 1969. [Lurija, A.R. (1969). *Vysshie korkovye funkcii cheloveka i ih narushenija pri lokal'nyh porazhenijah mozga*. Moskva: Izd-vo Mosk. un-ta]

**Лурия А.Р.** Основы нейропсихологии. М.: Изд-во МГУ, 1973. [Lurija, A.R. (1973). *Osnovy nejropsihologii*. Moskva: Izd-vo Mosk. un-ta]

**Лурия А.Р.** Нейропсихология памяти. Нарушения памяти при локальных поражениях мозга. М.: Педагогика, 1974. [Lurija, A.R. (1974). *Nejropsihologija pamjati. Narushenija pamjati pri lokal'nyh porazhenijah mozga*. Moskva: Pedagogika]

**Одинак М.М.** Возможности и опыт применения функциональных методов нейровизуализации в эпилептологии // Эпилепсия и пароксизмальные состояния. 2010. Т. 2. № 3. С. 45—50. [Odinak, M.M. (2010). *Vozmozhnosti i opyt primeneniya funkcional'nyh metodov nejrovizualizacii v jepileptologii. Jepilepsija i paroksizmal'nye sostojanija*, 2, 3, 45—50]

**Окользин А.В.** Возможности магнитно-резонансной спектроскопии по водороду в характеристике опухолей головного мозга: Автореф. дисс. ... канд. мед. наук. СПб., 2007. [Okol'zin, A.V. (2007). *Vozmozhnosti magnitno-rezonansnoj spektroskopii po vodorodu v harakteristike opuholej golovnogo mozga*: Avtoref. diss. ... kand. med. nauk. S.-Peterburg]

**Поздняков А.В., Карташев А.В., Виноградов В.М.** Динамическая нейровизуализация больших злокачественными глиомами ГМ по данным МРТ и +Н МРС в процессе комбинированной химиолучевой терапии // Мат-лы конф. «Невский радиологический форум» (Санкт-Петербург, 6—9 апреля 2009 г.) / Под

ред. В.И. Амосова. СПб.: Изд-во СПбГМУ, 2009. С. 420—421. [**Pozdnjakov, A.V., Kartashev, A.V., Vinogradov, V.M.** (2009). Dinamicheskaja nejrovizualizacija boľnyh zlokachestvennymi gliomami GM po dannym MRT i +N MRS v processe kombinirovannoj himioluchevoj terapii. In: V.I. Amosov (Red), *Materialy konferencii «Nevskij radiologičeskij forum»* (Sankt-Peterburg, 6—9 aprēlja 2009 g.) (ss. 420—421). S.-Peterburg: Izd-vo SPbGMU]

**Рубинштейн С.Я.** Экспериментальные методики патопсихологии и опыт применения их в клинике. Практическое руководство. М.: Апрель-Пресс, 2010. [**Rubinshtejn, S.Ja.** (2010). *Jeksperimental'nye metodiki patopsihologii i opyt primenenija ih v klinike: Praktičeskoe rukovodstvo*. Moskva: Aprel'-Press]

**Симерницкая Э.Г.** Нейропсихологическая диагностика нарушений памяти при поражениях мозолистого тела // Новые методы нейропсихологического исследования / Под ред. Е.Д. Хомской и др. М.: Ин-т психологии АН СССР, 1989. С. 159—175. [**Simernickaja, Je.G.** (1989). Nejrropsihologičeskaja diagnostika narusenij pamjati pri poraženijah mozolistogo tela. In: E.D. Homskaja i dr. (Red), *Novye metody nejrropsihologičeskogo issledovanija* (ss. 159—175). Moskva: In-t psihologii AN SSSR]

**Труфанов Г.Е., Фокин В.А.** Применение 1H МР-спектроскопии в лучевой диагностике опухолей головного мозга // Мат-лы конф. «Невский радиологический форум» (Санкт-Петербург, 9—12 апреля 2005 г.). СПб.: ИД СПбМАПО, 2005. С. 195—196. [**Trufanov, G.E., Fokin, V.A.** (2005). Primenenie 1N MR-spektroskopii v lučevoj diagnostike opuholej golovnogo mozga. In: *Materialy konferencii «Nevskij radiologičeskij forum»* (Sankt-Peterburg, 9—12 aprēlja 2005 g.) (ss. 195—196). S.-Peterburg: ID SPbMAPO]

**Труфанов А.Г.** Магнитно-резонансная спектроскопия в диагностике метаболических изменений ГМ при ишемическом инсульте: Автореф. дисс. ... канд. мед. наук. СПб., 2009. [**Trufanov, A.G.** (2009). *Magnitno-rezonansnaja spektroskopija v diagnostike metabolicheskikh izmenenij GM pri ishemicheskom insul'te*: Avtoref. diss. ... kand. med. nauk. S.-Peterburg]

**Фокин В.А., Труфанов А.Г., Резванцев М.В.** МР-спектроскопия по водороду в острой стадии ишемического инсульта // Мат-лы конф. «Невский радиологический форум» (Санкт-Петербург, 6—9 апреля 2009 г.) / Под ред. В.И. Амосова. СПб.: Изд-во СПбГМУ, 2009. С. 566—567. [**Fokin V.A., Trufanov A.G., Rezvancev M.V.** (2009). MR-spektroskopija po vodorodu v ostrejshej stadii ishemičeskogo insul'ta. In: V.I. Amosov (Red), *Materialy konferencii «Nevskij radiologičeskij forum»* (Sankt-Peterburg, 6—9 aprēlja 2009 g.) (ss. 566—567). S.-Peterburg: Izd-vo SPbGMU]

**Hammen, T., Kuzniecky, R.** (2012). Magnetic resonance spectroscopy in epilepsy. *Handbook of Clinical Neurology*, 107, 399—408.

**Klein, J.** (2000). Membrane breakdown in acute and chronic neurodegeneration: focus on choline-containing phospholipids. *Journal of Neural Transmission*, 107, 8—9, 1027—1063.

**Kozlovskiy, S., Vartanov, A., Pyasik, M., Polikanova, I.** (2012). Working memory and N-acetylaspartate level in hippocampus, parietal cortex and subventricular zone. *International Journal of Psychology*, 47, 584.

**Kraguljac, N.V., Reid, M., White, D., ..., Lahti, A.C.** (2012). Neurometabolites in schizophrenia and bipolar disorder: A systematic review and meta-analysis. *Psychiatry Research*, 203, 2—3, 111—125.

**Miller, J., Drost, D.J., Jensen, ..., Williamson, P.** (2012). Progressive membrane phospholipid changes in first episode schizophrenia with high field magnetic resonance spectroscopy. *Psychiatry Research*, 201, 1, 25—33.

**Ross, B.D., Bluml, S., Cowan, R. et al.** (1997). In vivo magnetic resonance spectroscopy of human brain: The biophysical basis of dementia. *Biophysical Chemistry*, 68, 1—3, 161—172

**Sakellaris, G.** (2006). Prevention of complications related to traumatic brain injury in children and adolescents with creative administration: An open label randomized pilot study. *Trauma*, 61, 2, 322—329

**Salo, R., Nordahl, T.E., Natsuaki, Y., ..., Buonocore, M.H.** (2007). Attentional control and brain metabolite levels in methamphetamine abusers. *Biological Psychiatry*, 61, 11, 1272—1280.

**Song, Z., Huang, P., Qiu, L., ..., Xie, P.** (2012). Decreased occipital GABA concentrations in patients with first-episode major depressive disorder: A magnetic resonance spectroscopy study. *Sheng Wu Yi Xue Gong Cheng Xue Za Zhi [Journal of biomedical engineering (Chinese)]*, 29, 2, 233—236.

Поступила в редакцию  
29.10.12