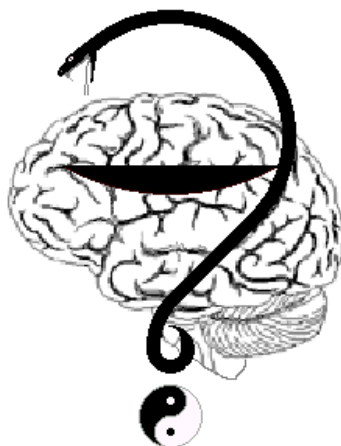


ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО ИМ. И.П. ПАВЛОВА  
ФГБУН ИНСТИТУТ ВЫСШЕЙ НЕРВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И НЕЙРОФИЗИОЛОГИИ РАН  
ГУ НИ ИНСТИТУТ НОРМАЛЬНОЙ ФИЗИОЛОГИИ ИМ. П.К. АНОХИНА РАМН  
ФГБУН ИНСТИТУТ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ БИОФИЗИКИ РАН  
ИНСТИТУТ ФИЗИОЛОГИИ И САНОКРЕАТОЛОГИИ АН МОЛДОВЫ  
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ



Одиннадцатый международный междисциплинарный  
конгресс

# НЕЙРОНАУКА ДЛЯ МЕДИЦИНЫ И ПСИХОЛОГИИ

в рамках подготовки к XXIII Съезду Российского  
Физиологического Общества им. И.П. Павлова  
(Санкт-Петербург, 2017), посвященному 100-летию создания  
этого общества  
Иваном Петровичем Павловым

Судак, Крым, Россия, 2-12 июня 2015 года

## ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ КОРРЕЛЯТЫ ПОЭТАПНОГО РЕШЕНИЯ СЛОЖНЫХ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ПРИМЕРОВ

**Айдаркин Е.К., Фомина А.С.**

Южный федеральный университет (Ростов-на-Дону, Россия) [a\\_bogun@mail.ru](mailto:a_bogun@mail.ru)

Математическая задача рассматривается как латерализованная мыслительная деятельность, связанная с упорядоченным включением ряда когнитивных процессов (Cohen et al., 2000; Kasui, Kitagak, Mori, 2000; van Harskamp, Rudge, Cipolotti, 2002; Dehaene et al., 2003; Geary et al., 2004 и др.), из которых важнейшим является рабочая память, имеющая значение при манипулировании промежуточными результатами (Passolunghi, Siegel, 2004). Нами показано привлечение разных алгоритмов при решении примеров на сложение и умножение (Aydarkin, Fomina, 2013). Целью работы было исследование психофизиологических коррелятов решения примеров в зависимости от этапа. Был проанализирован процесс решения от момента получения задания до итогового ответа. Операнды предъявлялись последовательно; участники нажимали на кнопку каждый раз после получения промежуточного результата, и в конце решения. Регистрация ЭЭГ проводилась по системе 10-20. Вычислялась спектральная мощность ритмов ЭЭГ, функция когерентности (КОГ) и амплитудно-временные характеристики связанных с событием потенциалов (ССП). Анализ динамики указанных показателей выявил однонаправленность изменений и сходную локализацию фокусов максимальной выраженности колебаний. Начальная стадия решения, отражавшаяся в ССП на каждый операнд, модулировалась последовательной активацией передней и задней систем внимания и механизмов рабочей памяти, что отражалось в смене противофаз с негативным и позитивным максимумом. Для обеих задач показан сходный зрительный ответ ввиду свойства волн ССП сохранять устойчивость при решении однотипных задач (Dong et al., 2007). Локализация компонентов ССП и фокусов ЭЭГ свидетельствует о роли начального этапа анализа цифрового стимула (Aydarkin, Bogun, 2009). В ЭЭГ формировалось четыре фокуса активности в лобной, теменной и височной зонах обоих полушарий. Максимальной выраженности асимметрии достигала непосредственно при выполнении вычислений. Локализация ряда фокусов ЭЭГ в дельта- и тета-диапазонах в правом полушарии, неспецифичном к латерализованной задаче, свидетельствует о его вспомогательной роли. Выполнение примеров на умножение сопровождается более выраженной асимметрией и значительной десинхронизацией колебаний, тогда как при сложении наблюдалось диффузное увеличение спектральной мощности в большинстве корковых зон. Сходная картина выявлена при оценке распределения когерентных связей для обоих типов задач. Вероятно, это связано с явлением перераспределения и концентрации ЭЭГ-колебаний (Шарова с соавт., 2009) при умножении, тогда как решение примеров на сложение как более простая задача, сопровождается только перераспределением активации.

## STUDY OF PSYCHOPHYSIOLOGIC CORRELATES OF STEPWISE ARITHMETIC TASK'S SOLUTION

**Eugeny K. Aydarkin, Anna S. Fomina**

Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia, [a\\_bogun@mail.ru](mailto:a_bogun@mail.ru)

Mathematical task is considered as mental activities ordered by number of cognitive processes' inclusion (Cohen et al., 2000; Kasui, Kitagak, Mori, 2000; van Harskamp, Rudge, Cipolotti, 2002; Dehaene et al., 2003; Geary et al., 2004 и др.), the most important of which is the working memory as a important part of the intermediate result's manipulation (Passolunghi, Siegel, 2004). The involvement of different solving algorithms for addition and multiplication was shown in our last study when examples (Aydarkin, Fomina, 2013). The aim of that study was the research of psychophysiological correlates of task's solutions depending on the stage. The solution process from the moment of the task's until to the final result was analyzed. Operands were represented sequentially as follows: the first operand – kind of the operation – the second operand. The subjects received the following instruction: the "mouse" manipulator button must be pressed each time after the obtainment of an intermediate result during the solving of each task and after the obtainment of the final result. The electroencephalogram (EEG) was recorded in accordance with the International 10-20 system. The average spectral power of EEG (SP EEG) the average coherence values (COH) and ERP's components were analyzed using the MATLAB/ Analysis of these indicators revealed the change unidirectionality and a similar localization of the main foci of rhythm expression. The first solution stage which was reflected in ERPs for each operand depended by sequential the anterior and posterior systems attention's activation and working memory's mechanisms. It was reflected in the opposite phase's change of negative and positive maximum oscillations. The similar visual ERP for both tasks showed the ERP's stability when solving uniform tasks (Dong et al., 2007). Localization of ERP components and EEG foci demonstrated the first stage's role of digital stimuli's analysis (Aydarkin, Bogun, 2009). Four EEG foci were formed in all frequencies in frontal, central, parietal and temporal areas. The maximum asymmetry was shown directly from the task's solution. The location of few EEG foci in delta- and theta-bands in the right hemisphere (non-specific to lateralizing tasks) was indicated its auxiliary role. The multiplication task's solution was accompanied by the more pronounced asymmetry and significant oscillation's desynchronization, and the addition task's solution was accompanied by the diffuse spectral power's increasing in the most cortical areas. Similar pattern was revealed when the distribution of the coherence links for both types of tasks were estimated. Probably it was due of redistribution and concentration of EEG oscillations (Sharova et al., 2009) in multiplication and the activity's redistribution only in addition.

## ВОСПРОИЗВОДИМОСТЬ РУЧНОЙ СЕГМЕНТАЦИИ ПОДКОРКОВЫХ ЯДЕР МЕЖДУ ОПЕРАТОРАМИ НА ОСНОВАНИИ КАРТ МАКРОМОЛЕКУЛЯРНОЙ ПРОТОННОЙ ФРАКЦИИ

**Айтмагамбетова Г.С., Крутенкова Е.П., Ходанович М.Ю., Ярных В.Л.**

Национальный Томский государственный университет, Томск, Россия; [gusia1@mail.ru](mailto:gusia1@mail.ru)

Ручная сегментация подкорковых структур на МРТ-изображениях является сложной задачей, и ее решение значительно варьирует от оператора к оператору. Картирование макромолекулярной протонной

фракции (МПФ) – новый метод количественной МРТ, сочетающий высокий контраст между белым и серым веществом и количественную информацию о содержании миелина в ткани мозга. Цель настоящего исследования – оценка влияния фактора конкретного оператора на точность ручного измерения МПФ в подкорковых ядрах у здоровых испытуемых и пациентов с рассеянным склерозом (РС). Трехмерные МПФ карты были получены от 30 пациентов с РС (19 пациентов с рецидивирующей-ремитирующей формой, 11 со вторично-прогрессивной) и 14 здоровых добровольцев. Три структуры подкоркового серого вещества (хвостатое ядро, скорлупа и бледный шар) очерчивались вручную на МПФ картах с помощью приложения Image-J двумя операторами вслепую без информации о диагнозе и клинических данных. Значения МПФ для каждой структуры вычислялись как средние внутри контура, взвешенные по площади контура и далее усреднялись между полушариями. Парные значения МПФ, полученные двумя операторами сравнивались с помощью непараметрического критерия Вилкоксона, корреляции оценивались с помощью коэффициента ранговой корреляции Спирмена. Средние значения МПФ, полученные двумя операторами для хвостатого ядра и скорлупы статистически значимо отличались; однако для бледного шара различий не выявлено. В то же время абсолютные значения МПФ полученные двумя операторами достаточно близки: 6.95 % для оператора 1 и 7.02 % для оператора 2 в хвостатом ядре; 7.37% для оператора 1 и 7.23% для оператора 2 в скорлупе; и 9.83% для оператора 1 and 9.84% для оператора 2 в бледном шаре. Выявлена сильная корреляция между двумя операторами со следующими коэффициентами корреляции: 0.83 в хвостатом ядре, 0.90 в скорлупе и 0.95 в бледном шаре. Результаты показали неполную согласованность данных, полученных разными наблюдателями при ручном измерении МПФ, для некоторых подкорковых структур. Возможно, это связано с размерами структур и относительным контрастом окружающих тканей. Ввиду этого обстоятельства, объединение данных полученных вручную различными операторами является нежелательным в клинических исследованиях. Предпочтительным подходом является выполнение всех измерений одним оператором или группой операторов.

*Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект №14-45-00040) и Программы повышения конкурентоспособности ТГУ.*

#### **INTER-OPERATOR REPRODUCIBILITY OF MANUAL SEGMENTATION OF SUBCORTICAL GRAY MATTER NUCLEI BASED ON MACROMOLECULAR PROTON FRACTION MAPS**

**Aitmagambetova G.S., Krutenkova E.P., Khodanovich M.Yu., Yarnykh V.L.**  
National Tomsk state University, Tomsk, Russia; [gusia1@mail.ru](mailto:gusia1@mail.ru)

Manual segmentation of subcortical structures on magnetic resonance images is a difficult task typically subjected to high operator-dependent variability. Macromolecular proton fraction (MPF) mapping is a new quantitative MRI method that combines high visual contrast between white and gray matter and quantitative information about the myelin content in neural tissues. The goal of this study was to estimate the impact of the individual operator factor on the accuracy of manual MPF measurements in subcortical gray matter structures in healthy subjects and multiple sclerosis (MS) patients. 3D MPF maps were obtained from 30 MS patients (19 relapsing remitting MS and 11 secondary progressive MS) and 14 healthy volunteers. Three deep gray matter structures (caudate nucleus, putamen, and globus pallidus) were outlined manually on MPF maps using Image-J software by two operators blinded to the presence of the disease and clinical data. Mean MPF values in each structure were calculated as average measurements within contours weighted by the contour area and then averaged between hemispheres. Mean MPF values were compared between operators using non-parametric Wilcoxon match pairs test. Correlations between measurements obtained by two operators were assessed by Spearman rank correlation coefficient. Mean MPF values in the caudate nucleus and putamen significantly differed between two operators ( $p < 0.05$ ), while no significant difference was found for the globus pallidus. At the same time, absolute MPF values obtained by the two operators were quite close: 6.95 % for operator 1 and 7.02 % for operator 2 in the caudate nucleus; 7.37% for operator 1 and 7.23% for operator 2 in the putamen; and 9.83% for operator 1 and 9.84% for operator 2 in the globus pallidus. Measurements obtained by the two operators were strongly correlated with Spearman correlation coefficients of 0.83 in the caudate nucleus, 0.90 in the putamen, and 0.95 in the globus pallidus ( $p < 0.05$ ).

Our data indicate that inter-observer agreement in manual MPF measurements is imperfect for some subcortical structures. This finding is probably associated with their size and contrast relative to surrounding tissues. In a clinical research setting, this circumstance precludes pooling data manually measured by different operators. Instead, all measurements should be performed by the same operator or group of operators.

*This research is supported by the Russian Scientific Foundation (project №14-45-00040) and the Tomsk State University Competitiveness Improvement Program.*

#### **НЕЙРОНАЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ ГОЛОВНОГО МОЗГА ЛПС-СТИМУЛИРОВАННЫХ ЛАБОРАТОРНЫХ МЫШЕЙ ПРИ ВОСПРИЯТИИ ОЛЬФАКТОРНЫХ СИГНАЛОВ**

**Акулов А.Е.<sup>1,2</sup>, Ромашенко А.В.<sup>1,3</sup>, Шевелев О.Б.<sup>1</sup>, Петровский Д.В.<sup>1</sup>, Мошкин М.П.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт цитологии и генетики СО РАН, Новосибирск, Россия; [akulov\\_ae@nds.ru](mailto:akulov_ae@nds.ru) <sup>2</sup>Томский государственный университет, Томск, Россия; <sup>3</sup>

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Конструкторско-технологический институт вычислительной техники СО РАН.

В данной работе с помощью метода функциональной магнитно-резонансной томографии (фМРТ) мы исследовали влияние активации неспецифического звена иммунной системы на нейрональную активность при восприятии и дифференцировки нескольких запаховых стимулов мышами линии CD1 SPF-статуса. Запахи играют ключевую роль в жизни грызунов, и это проявляется не только в поиске пищевых ресурсов или избегании хищников, но и во взаимодействии животных между собой. В ряде работ было продемонстрировано изменение поведенческих реакций больных животных на запахи хищников и конспецификов.