



Study of the Arithmetic Task'S Solution of Multiplication and Division Depending from the Activity'S Success

Anna Fomina and Sofia Kotchetova

EasyChair preprints are intended for rapid dissemination of research results and are integrated with the rest of EasyChair.

October 26, 2020

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ РЕШЕНИЯ АРИФМЕТИЧЕСКИХ ПРИМЕРОВ НА
УМНОЖЕНИЕ И ДЕЛЕНИЕ ПРИ РАЗНОЙ УСПЕШНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
УДК 618.29-073.97:612.172.2.062:612.8

Фомина А.С.¹, Кочетова С.Г.².

¹Донской государственной технической университет, кафедра «Биология и общая патология», Ростов-на-Дону, Россия

²Южный федеральный университет, кафедра физиологии человека и животных, Ростов-на-Дону, Россия

Работа посвящена специфике решения арифметических примеров на умножение и деление. Алгоритм решения включал от 1 до 3 этапов. Показано комплексирование стадий при решении в 2 этапа и разделение при решении в 3. Правильный ответ связан с последовательным выполнением этапов, а неправильный - с перекрытием. Правильный ответ связан с концентрацией тета-и альфа-активности в вовлекаемых областях, а неправильный – снижением уровня синхронизации при умножении и его повышением при делении.

арифметическая задача, число операций, время решения, успешность решения, ЭЭГ.

STUDY OF THE ARITHMETIC TASK'S SOLUTION OF MULTIPLICATION AND
DIVISION DEPENDING FROM THE ACTIVITY'S SUCCESS

УДК 618.29-073.97:612.172.2.062:612.8

Anna S. Fomina¹, Sofia G. Kotchetova²

¹Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russia

²Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia

The study was devoted to the mechanisms of arithmetical task's solution for multiplication and division. Task's solution in 2 operation was accompanied by the integration, whereas task's solution in 3 operations – separation. In case of unsuccessful solution revealed higher power of the alpha band and its weak desynchronization when solving problems. For the alpha band have been shown hemispheric asymmetry, and theta-rhythm – front-back.

arithmetic task, the number of operations, solution time, successful solution, EEG.

Успешность выполнения математической деятельности является одним актуальных вопросов современной психофизиологии. Данный тип задач выступает предиктором высокоуровневых навыков расчетов и успешности обучения [3]. Успешность решения арифметических примеров связана с самопроверкой правильности решения, коррелирующей с когнитивным контролем. Этот процесс определяет увеличение точности решения, т. к. обеспечивает эффективное перераспределение ресурсов произвольного внимания и рабочей памяти [2, 3]. Важным фактором является правильность формирования и применения стратегии решения, связанная с переходом от непосредственной реализации расчетов к извлечению правильного ответа из памяти [2].

Цель работы - изучить динамику поведенческих и нейрофизиологических параметров решения примеров на умножение и деление в зависимости от успешности решения.

В исследовании приняли участие 25 человек (18 женщин, 8 мужчин, возраст 19-25 лет). Тест состоял из блоков умножения и деления двузначных чисел (по 50 примеров).

Участники нажимали на кнопку каждый раз после получения промежуточного и окончательного результатов. Предъявление стимулов проводилось с использованием программной среды «Аудиовизуальный слайдер» на расстоянии 1 м на уровне глаз. Регистрация комплекса электрофизиологических показателей проводилась с использованием многоканального электроэнцефалографа-анализатора «Энцефалан-131-03». В программной среде MATLAB анализировалось время и качество решения, количество и длительность промежуточных этапов решения, и значения спектральной мощности четырех диапазонов ЭЭГ. Достоверность различий поведенческих показателей оценивалась с применением дисперсионного анализа ANOVA при уровне значимости $p \leq 0,05$.

Выявлено, что качество решения примеров на умножение было достоверно выше, а время – ниже, в сравнении с делением. При успешном решении примеров на умножение происходило добавление новых этапов и разделение начальных, за счет чего возрастало время решения. Не успешное решение сопровождалось ростом длительности и разделением последнего этапа. Решение примеров на деление сопровождалось добавлением новых этапов, и переносом решения в конец. Можно предполагать, что при правильном ответе принятие окончательного решения происходило на начальных этапах и сопровождалось их последовательным выполнением, тогда как при неправильном принятии решения происходило на конечных этапах и сопровождалось их перекрыванием [1, 4]. Данная ситуация была характерна для деления, т. к. одной из стратегий решения является приблизительное получение итогового ответа в 1 действие. Вследствие этого задача на деление расценивалась как более сложная, т. к. участники затруднялись при подборе оптимальной стратегии [4].

У не успешно решавших участников выявлена высокая фоновая мощность альфадиапазона ЭЭГ и ее слабая десинхронизация при решении. Успешно решавшие участники характеризовались большей фоновой устойчивостью уровня активации, а не успешные – не сбалансированным уровнем активации. Основные различия были связаны с альфа-синхронизацией в задних областях и тета-синхронизацией в передних и теменных. При успешном решении происходило снижение фоновых значений спектральной мощности в тета- и альфа-частотах и их перераспределение для достижения оптимального для задачи уровня общей активации. Выделение тета-диапазона как доминирующего при решении сложных примеров наряду со снижением альфа-частот отражало основное вовлечение в данной группе кортико-гиппокампальной системы [4, 5]. При не успешном решении наряду с высокими значениями спектральной мощности в тета- и альфа-диапазонах выявлена прямая корреляция с уровнем сложности примеров. Для альфа-диапазона выраженной была межполушарная асимметрия с фокусом в правом полушарии, а для тета-диапазона – передне-задняя с фокусом в лобных областях. Это позволило предполагать вовлечение кортико-гиппокампальной, фронто-таламической и таламо-париетальной систем. Таким образом, противоположная динамика изменений альфа- и тета-частот отражала разное вовлечение кортико-гиппокампальной и фронто-таламической систем в обеспечение общей активации коры при решении задач [5]. При формировании уровня общей активации, необходимого для успешного решения примеров, происходило доминирующее вовлечение кортико-гиппокампальной системы при сбалансированной активации остальных модулирующих систем. При не успешном решении можно предполагать несбалансированную сильную активацию модулирующих систем.

1. Hinault T, Badier J, Baillet S, Lemaire P. The Sources of Sequential Modulations of Control Processes in Arithmetic Strategies // J Cogn Neurosci, 2017.- №6.-p. 476.

2. Polspoel B, Peters L, Vandermosten M, De Smedt B. Strategy over operation: neural activation in subtraction and multiplication during fact retrieval and procedural strategy use in children // *Hum Brain Mapp.* – 2017 - №5.-pp.11-19.
3. Price R, Mazocco M, Ansari D. Why mental arithmetic counts: brain activation during single digit arithmetic predicts high school math scores // *J Neurosci.* – 2013.-№1.- pp.156-63.
4. Shaki S, Fischer MH. Competing Biases in Mental Arithmetic: When Division Is More and Multiplication Is Less // *Front Hum Neurosci.* – 2017.-№1.-pp.11-37.
5. Stavros,I, Dimitriadis A, Nikolaos A, Laskaris B. Greater Repertoire and Temporal Variability of Cross-Frequency Coupling Modes in Resting-State Neuromagnetic Recordings among Children with Reading Difficulties // *Front Hum Neurosci.*-2017.-№10- p. 163.