

НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ КОГНИТИВНОЙ РИГИДНОСТИ В СТРУП-ПАРАДИГМЕ

NEUROPHYSIOLOGICAL FEATURES OF COGNITIVE RIGIDITY FUNCTIONING IN THE STROOP PARADIGM

А. Н. Певнева,
кандидат психологических наук,
доцент, заведующий кафедрой общей
и социальной психологии ГрГУ
имени Янки Купалы

A. Pevneva,
Candidate of Psychological Sciences,
Associate Professor, Head of General
and Social Psychology Department, Yanka
Kupala State University of Grodno

Поступила в редакцию 06.09.2023.

Received on 06.09.2023.

В статье представлены результаты исследования нейрофизиологических особенностей проявления когнитивной ригидности в Струп-парадигме. По результату выполнения теста были выделены две группы участников эксперимента: с низким и высоким уровнем выраженности ригидности. При этом у последних время выполнения задания СЦ-карты статистически больше. Нейрофизиологические особенности при выполнении испытуемыми с низким уровнем ригидности задания СЦ-карты отличаются высокими показателями потенциалов левого и правого полушарий, у респондентов с высоким уровнем ригидности – передних и задних отделов коры, а также величины межполушарной асимметрии мощности биопотенциалов. Возможно, увеличение мощности биопотенциалов и времени выполнения задания у последних является прогрессивным этапом, который характеризуется вкладом в осуществление смены установки, поведения и обуславливает более высокую эффективность последующего решения задач (проблем). В целом, нейрофизиологические особенности проявления ригидности при решении задачи на интерференцию цветных слов характеризуются различным по характеру и неравным по значимости участием правого и левого полушарий, передних и задних отделов коры в проявлении ригидности, что позволяет ее рассматривать в виде биполярного конструкта «ригидность – гибкость».

Ключевые слова: нейрофизиологические особенности; ригидность; величина межполушарной асимметрии; мощность потенциалов.

The article presents the study results for the neurophysiological features of cognitive rigidity in the Stroop paradigm. According to the results of the Stroop test, two groups of experiment participants were distinguished: with a low and high level of rigidity. It should be noted the latter have a statistically longer time to complete the SC-card task. Neurophysiological features when respondents with a low level of rigidity perform the tasks of the SC-map are characterized by high indicators of the potentials of the left and right hemispheres, in respondents with a high level of rigidity – the anterior and posterior parts of the cortex as well as the magnitude of the interhemispheric asymmetry of the power of biopotentials. It is possible that an increase in the power of biopotentials and the task completion time for the latter is a progressive stage which is characterized by a contribution to the implementation of a change in attitude, behavior and determines a higher efficiency of the subsequent solution of tasks (problems). In general, the neurophysiological features of the manifestation of rigidity in solving the problem of interference of colour words are characterized by the different nature and unequal importance of the participation of the right and left hemispheres, the anterior and posterior cortex in the manifestation of rigidity which allows it to be considered as a bipolar construct "rigidity – flexibility".

Keywords: neurophysiological features; rigidity; the magnitude of hemispheric asymmetry; the power of potentials.

Введение. Постановка проблемы исследования когнитивной ригидности и ее особенностей проявления при решении задачи на интерференцию цветных слов с использованием нейрофизиологического метода связана с изучением внимания, интерференции, когнитивных структур, конкурирующих реакций (поведения), индивидуальных различий в выраженности ригидности, автоматического процесса обработки информации (М. Познер, С. Снайдер), а также нейроэффективности когнитивной деятельности (Р. Дж. Хайер) в когнитивно-личностном развитии.

Под когнитивной ригидностью М. Дж. Закреский понимает трудности в изменении ментальных установок, что обуславливает снижение способности к переключаемости [1, р. 208]. Медлительность и сложность переключения, т. е. перехода от одного класса явлений и предметов окружающей действительности к другому в зависимости от меняющихся условий текущей задачи, от устоявшегося предположения или идеи к нахождению более эффективного способа решения задачи, характеризует эффект Струпа

[2, р. 164–165]. Он отражает индивидуальные различия в использовании перцептивной установки, которые П. Граф и Б. Уттл, Х. Туокко называют «когнитивной гибкостью» [3, с. 390–394]. Когнитивная флексибельность Дж. П. Деннисом и Дж. С. Вандер Валом предоставлена в качестве способности к преобразованию когнитивных установок для приспособления к изменяющимся средовым стимулам [4].

В традиционном задании теста Струпа (Stroop color and word test) отображаются слова для разных цветов, а участников эксперимента просят назвать цвет чернил, которым написано слово. Эффект Струпа [5] (интерференции) явился открытием того, что значение слова (например, слово «желтый») препятствует способности испытуемого назвать цвет чернил (например, слово желтый, написанное красными чернилами). Задача на интерференцию цветных слов требует использования определенного перцептивного действия при подавлении «привычной реакции (установки) в пользу новой» [6, р. 52]. Она направлена на возможность личности изменять когнитивные установки при решении задач. Наряду

с этим возникает необходимость в поиске физиологических паттернов проявления когнитивной ригидности, в частности, величин межполушарной асимметрии мощности биопотенциалов, левого и правого полушарий, а также переднего и заднего отделов коры головного мозга, с целью выявления уровня энергетических процессов (затрат), которые определяют характеристики устойчивости и изменчивости ригидности, а также ее биполярности.

Данная парадигмальная позиция в изучении феномена ригидности реализуется в ракурсе психофизиологического подхода, дополняя символичный и модульный подходы в общей психологии. В рамках последнего многолетние энцефалографические исследования высвечивают представления о психофизиологических коррелятах когнитивных процессов и эффективности когнитивного научения респондентов [7, с. 328], их функциональной неоднородности коры головного мозга, которая проявляется градиентом распределения основного ритма по коре (Г. В. Залевский, Л. Р. Зенков, А. Р. Лурия, В. С. Русинов). Это послужило основанием для сравнения показателей величин межполушарной асимметрии мощности биопотенциалов у респондентов с разным уровнем выраженности ригидности в процессе решения задачи на интерференцию цветовых слов. В исследовании физиологических основ проявления ригидности А. В. Фебенчуковой установлены наиболее значимые различия на отведениях лобной части левого полушария и подтверждено предположение о том, что «амплитудные характеристики ЭЭГ – активности головного мозга могут быть фактором, порождающим наличие психологической ригидности [8, с. 191].

Целью исследования послужило изучение когнитивной ригидности и нейрофизиологических особенностей ее проявления в процессе решения задачи на интерференцию цветовых слов.

В экспериментальном исследовании приняли участие 54 добровольца (из них 20,37 % юношей) в возрасте $19,5 \pm 3,37$ лет, обучающихся на педагогическом факультете и факультете психологии Гродненского государственного университета имени Янки Купалы. Для изучения параметров когнитивной ригидности (контроля) был использован тест Струпа [5].

1. Методы сбора эмпирических и экспериментальных данных:

- психодиагностическая методика словесно-цветовой тест Струпа (классический вариант), состоящий из трех карт. С-карта включает написанные черными чернилами слова. Ц-карта содержит цветные фигуры. СЦ-карта состоит из слов, написанных цветными чернилами. Показатель ригидности (интерференции) определяется разницей между временем (мс) выполнения третьего и второго задания.

2. Метод оценки биоэлектрической активности:

- спектр мощности электроэнцефалограммы (ЭЭГ).

Оборудование. С целью записи биоэлектрической активности головного мозга применялся электроэнцефалограф-регистратор «Энцэфалан-ЭЭГР-19/26» модификации «Элит» фирмы «Медиком-МТД» (Европейский сертификат CE 538571 Британского института стандартов, BSI). В ходе исследования применялся ЖК-монитор с частотой обновления экрана 100 Гц, на котором при помощи компьютерной программы InTesting [9]

предъявлялся стимульный материал теста Струпа. Фильтрация ЭЭГ-сигнала осуществлялась между 0,5 Гц и 50 Гц. Комплексное электрическое сопротивление (импеданс электродов) на протяжении всей ЭЭГ-сессии был ниже 5 кОм. Экспериментатором при обработке записи вручную удалялись артефакты.

Использовалась международная схема фиксации электродов 10-20. Электроды O2-A2, O1-A1, Oz-A2 соответствовали зоне затылка; P4-A2, P3-A1, C4-A2, C3-A1, Pz-A1, Cz-A2, CP3-A1, CPz-A1, CP4-A2 – теменной зоне; F4-A2, F3-A1, Fp2-A2, Fp1-A1, F8-A2, F7-A1, Fz-A1, Fpz-A2, Fcz-A1, FT8-A2 – лобной; T6-A2, T5-A1, T4-A2, T3-A1 – височной; FC3-A1, FC4-A2 – лобно-теменной; TP7-A1, TP8-A2 – височно-теменной зоне. Электрод заземления располагался на лбу, а референтные электроды – на левой и правой мочках уха. Двухминутная запись ЭЭГ в состоянии покоя (глаза закрыты, глаза открыты) не выявила эпилептиформных и эпилептических графических элементов. ЭЭГ-регистратор был синхронизирован с компьютерной программой InTesting, запускающей последовательное предъявление стимульного материала теста Струпа. Респонденту предлагалось как можно быстрее и безошибочно прочесть слова (С-карта), назвать цвет фигуры (Ц-карта), цвет чернил, которыми написаны слова (СЦ-карта). Фиксировалось время выполнения каждой пробы. Далее вычислялись нейрофизиологические показатели спектра мощности ЭЭГ у респондентов с разной мерой выраженности ригидности, в частности, величины межполушарной асимметрии мозга (МПА) мощности потенциалов ($Fp1-F2+F3-F4+F7-F8+T3-T4+T5-T6+C3-C4+P3-P4+O1-O2$); МПА передних отделов коры ($Fp1-F2+F3-F4+F7-F8+T3-T4+T5-T6$); МПА задних отделов коры ($C3-C4+P3-P4+O1-O2$); мощности потенциалов в левом ($Fp1+F3+F7+T3+T5+C3+P3+O1$)/8 и правом полушариях ($F2+F4+F8+T4+T6+C4+P4+O2$)/8 головного мозга [10]. Показатель ВМПА представляет усредненную абсолютную величину межполушарной асимметрии мощности биопотенциалов, вычисленную для всех диапазонов частот – дельта-ритма (δ -ритм), тета-ритма (θ -ритм), альфа-ритма (α -ритм) и бета ритма (β -ритм). Расчет показателей величина МПА осуществлялся без учета знака.

Основная часть. Для выявления нейрофизиологических особенностей ригидности как биполярного конструкта сопоставим два массива данных: (1) временные различия выполнения теста Струпа респондентами с разным уровнем выраженности ригидности; (2) различия биоэлектрической активности КГМ.

I. Различия по времени выполнения теста Струпа

Респонденты с разным уровнем выраженности ригидности были распределены на две группы по результату определения медианы ($Me = 376,46$): с высоким ($G_1 = 27$) и низким ($G_2 = 27$) уровнем выраженности ригидности ($U = 0,0000$ при $p = 0,0000$). Наряду с этим выявлены различия в средних значениях во времени выполнения СЦ-карты между респондентами G_1 и G_2 (таблица 1) При этом респонденты G_1 достоверно ($U = 144,5$ при $p = 0,0001$) отличаются более высоким показателем времени, использованного на название цвета чернил, которым написаны слова (СЦ-карта).

Таблиця 1 – Средние значения психологических параметров теста Струпа

Параметры	Средние значения (медиана) времени (мс)		U-критерий Манна – Уитни
	Γ_1 (n=27)	Γ_2 (n=27)	
С-карта	749,77 (682,92)	773,37 (698,85)	310,0 (0,34)
Ц-карта	900,88 (872,13)	992,63 (977,64)	852,0 (0,05)
ЦС-карта	1422,54 (1369,23)	1211,91 (1174,77)	144,5 (0,0001)
Показатель ригидности	521,66 (490,36)	219,28 (238,16)	0,0000 (0,0000)

Вместе с тем достоверных различий по времени выполнения С-карты и Ц-карты респондентами обеих групп выявлено не было. *Это свидетельствует об автоматизированном характере процесса чтения слов у респондентов обеих групп, с одной стороны, и об отсутствии воздействия высокого уровня выраженности ригидности на автоматизированные действия – с другой. В целом основания, указывающие на негативный характер проявления ригидности личности, не нашли своего подтверждения при выполнении первых двух проб теста Струпа.*

II. Различия биоэлектрической активности КГМ

Установленные различия в средних значениях во времени выполнения СЦ-карты между респондентами Γ_1 и Γ_2 послужили основанием для дальнейшего исследования нейрофизиологических показателей (величины межполушарной асимметрии мощности биопотенциалов). Психофизиологические показатели величины межполушарной асимметрии (МПА) мощности потенциалов, МПА передних отделов коры, МПА задних отделов коры, мощности потенциалов в левом и правом полушариях респондентов с выраженным уровнем ригидности были сопоставлены с аналогичными показателями респондентов с низким уровнем проявления ригидности.

При сравнительном анализе показатели величины МПА мощности биопотенциалов передних и задних отделов коры выше (0,82 мкВ² и 0,57 мкВ²) у респондентов Γ_1 с высоким уровнем выраженности ригидности по сравнению с респондентами Γ_2 (0,18 мкВ² и 0,65 мкВ²) с низким уровнем проявления ригидности (рисунок 1).

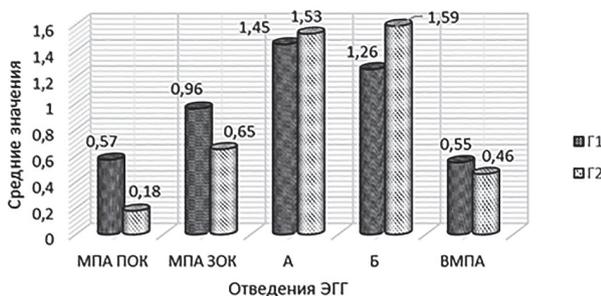


Рисунок 1 – Средние значения спектра мощности (мкВ²) ЭЭГ СЦ-карты теста Струпа. Примечание: МПА ПОК – межполушарная асимметрия передних отделов коры, МПА ЗОК – межполушарная асимметрия задних отделов коры, А – мощность в левом полушарии, Б – мощность в правом полушарии, ВМПА – величина межполушарной асимметрии

Средние значения МПА левого и правого полушарий мощности биопотенциалов у испытуемых

двух групп также имеют различия. У испытуемых Γ_2 с низким уровнем выраженности ригидности показатели в правом и левом полушариях выше (1,53 мкВ² и 1,59 мкВ²), по сравнению с респондентами Γ_1 (1,45 мкВ² и 1,26 мкВ²) с высоким уровнем проявления ригидности. Однако у респондентов Γ_1 выявлено большее значение ($U = 144,5$ при $p = 0,0001$) времени выполнения СЦ-карты ($m = 1422,54$ мс) по сравнению с респондентами Γ_2 ($m = 1211,91$ мс). При биполярном продольном отведении у последних (Γ_1) значение локализации ригидности больше в левом (1,45 мкВ²) полушарии по сравнению с правым (1,26 мкВ²). У респондентов Γ_2 локализация низкого уровня выраженности ригидности (гибкости) отмечается в левом полушарии (1,59 мкВ²) против правого (1,53 мкВ²).

Среднее значение величины общего показателя мощности МПА больше у респондентов Γ_1 с высоким уровнем выраженности ригидности (0,55 мкВ²) по сравнению с респондентами Γ_2 с низким уровнем выраженности ригидности (0,42 мкВ²).

Показатели величины МПА мощности биопотенциалов у респондентов с разным уровнем выраженности ригидности при выполнении СЦ-карты теста Струпа локализуются в различных участках головного мозга.

Обсуждение результатов исследования

В работе сопоставлялись две группы респондентов с разным уровнем выраженности ригидности, который определялся при делении полученных значений ригидности посредством значения сигмы. Анализ результатов показал, что выполнение респондентами с разным уровнем выраженности ригидности заданий теста Струпа, включающих чтение слов (С-карта) и название цвета (Ц-карта), не различаются. *Возможно, дальнейшие перспективы исследования связаны с разработкой стандартных норм теста Струпа на репрезентативной выборке.* Противоположные результаты были получены при выполнении респондентами двух групп СЦ-карты. Преобладание высокого уровня выраженности ригидности у респондентов (Γ_1) предполагает большую трату времени на название цвета чернил, которым написано слово, чем при низком уровне выраженности ригидности респондентов Γ_2 . Полученный результат свидетельствует об автоматизированном процессе, который совершается ненамеренно. Комбинированный стимул, где слово не конгруэнтно цвету чернил, обуславливает конфликт между двумя задачами – назвать цвет чернил, которым написано слово. При этом чтение слов является более мощным автоматическим процессом, и стоит «выше называния цвета и протекает без намерения испытуемых» [11, с. 107].

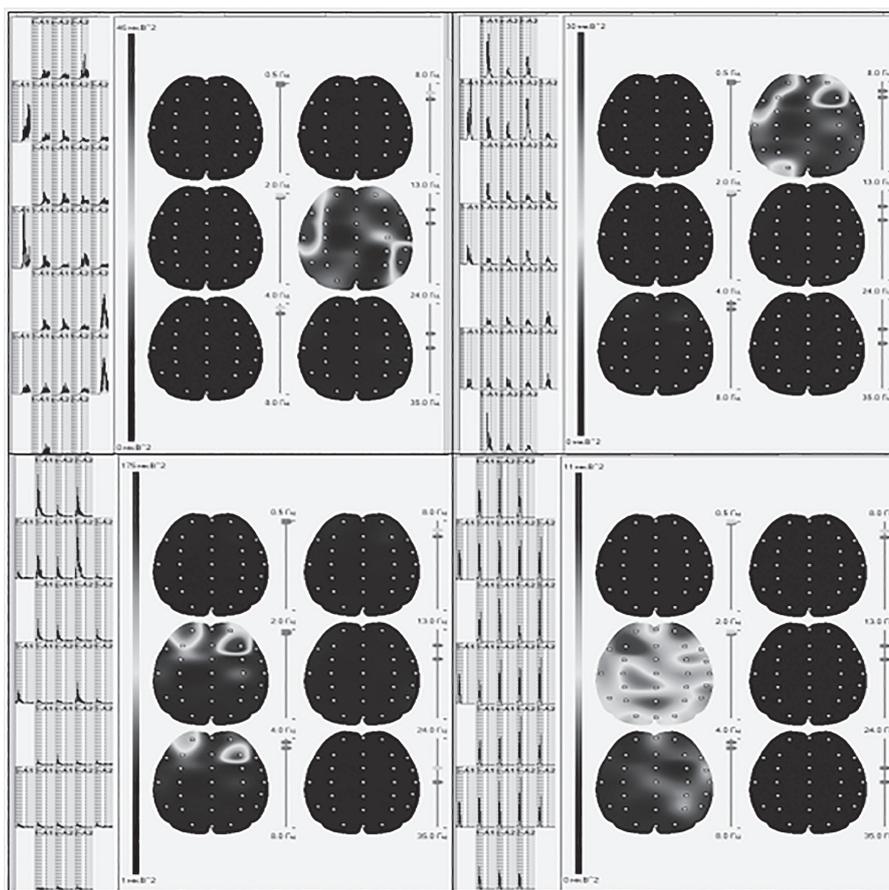


Рисунок 2 – Зоны локализации ригидности при выполнении теста Струпа

Сравнительный анализ психофизиологических показателей величины межполушарной асимметрии (МПА) мощности потенциалов, МПА передних и задних отделов коры, мощности потенциалов в левом и правом полушариях респондентов с разным уровнем выраженности ригидности позволил выявить их особенности (рисунок 2). Показатели мощности потенциалов МПА передних и задних отделов коры были больше у респондентов с высоким уровнем ригидности, что соответствует более высокому уровню энергетических процессов в тканях мозга. При низком уровне выраженности ригидности у респондентов, показатели МПА мощности потенциалов левого и правого полушарий выше, по сравнению с респондентами с высоким уровнем ригидности.

Более высокие значения величины МПА мощности потенциалов левого и правого полушарий у респондентов Γ_2 с низким уровнем выраженности ригидности, по-видимому, обусловлены меньшим количеством времени, затраченного на выполнение СЦ-карты, т. е. на название цвета чернил, которым написано слово. При уменьшении времени, используемого на выполнение нерелевантного задания, повышается активность головного мозга у лиц с низким уровнем выраженности ригидности.

В целом значения ВМПА мощности биопотенциалов были выше у респондентов Γ_1 с высоким уровнем проявления ригидности, что свидетельствует о более высоком уровне энергетических процессов в тканях мозга, вызванных затруднениями при решении нерелевантного задания (СЦ-карта) теста Струпа. Респонденты с низким уровнем

выраженности ригидности (гибкости) имели низкие значения активации структур головного мозга.

Тем самым отметим, что локализация высокого уровня проявления ригидности отмечается в левом полушарии, низкого (гибкости) – в правом, что свидетельствует о ригидности как биполлярном конструкте – «ригидность – гибкость».

Выводы:

1. Испытуемые с достоверно высоким уровнем проявления ригидности затрачивают больше времени на выполнение нерелевантного задания, чем испытуемые с низким уровнем ее выраженности. Достоверных различий во времени чтения слов и названия цвета в заданиях теста Струпа у респондентов с разным уровнем выраженности ригидности не обнаружено.
2. Значения величин межполушарной асимметрии мощности биопотенциалов, а также передних и правых отделов коры, более высокие у респондентов с высоким уровнем выраженности ригидности, по сравнению с респондентами с низким уровнем выраженности ригидности. У последних более высокие значения энергетические процессы достигают в левом и правом полушариях при решении нерелевантной задачи (СЦ-карта теста Струпа).
3. Различные величины энергетических процессов в двух полушариях мозга, передних и задних отделов коры при решении нерелевантной задачи теста Струпа респондентами с разным уровнем выраженности ригидности, но с разницей затраченного времени, позволяет рас-

смаатривать данный феномен в виде биполярного конструкта «ригидность – гибкость».

- Увеличение мощности биопотенциалов и времени выполнения задания, связанного с трудностью перехода от вербальных функций к сенсорно-перцептивным в силу низкой степени их автоматизации, возможно, является прогрессивным переходом (этапом), который характеризуется вкладом в осуществление смены установки (поведения) и обуславливающим более высокую эффективность последующего решения задач (проблем).

ЛИТЕРАТУРА

- Zakreski, M. J. When Emotional Intensity and Cognitive Rigidity Collide: What Can Counselors and Teachers Do? // M. J. Zakreski // *Gifted Child Today*. – 2018. – Vol. 41, iss. 4. – P. 208–216. <https://doi.org/10.1177/1076217518786984>
- MacLeod, C. M. Half a century of research on the Stroop effect: an integrative review / C. M. MacLeod // *Psychological bulletin*. – 1991. – Vol. 109, iss. 2. – 163–203. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.109.2.163>
- Graf, P. Color- and picture-word Stroop tests: performance changes in old age / P. Graf, B. Uttl, H. Tuokko // *Journal of clinical and experimental neuropsychology*. 1995. – Vol. 17, iss. 3. – P. 390–415. <https://doi.org/10.1080/01688639508405132>
- Dennis J. P. The Cognitive flexibility inventory: instrument development and estimates of reliability and validity / J. P. Dennis, J. S. Vander Wal // *Cognitive therapy and research*. 2010. – Vol. 34. – iss. 3. – P. 241–253.
- Stroop, J. R. Studies of interference in serial verbal reactions / J. R. Stroop // *Journal of experimental psychology*. – 1935. – Vol. 18, iss. 6. – P. 643–662.
- Spreen, O. A compendium of neuropsychological tests: Administration, norms, and commentary / O. Spreen, E. Strauss. – Oxford University Press, 1991. – 736 p.
- Лобанов, А. П. Вербальный интеллект и его психофизиологические корреляты / А. П. Лобанов, Н. В. Дроздова, А. А. Морозов // *Цифровая гуманитаристика и технологии в образовании (DHTE 2021) : сб. статей II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. 11–12 ноября 2021 г. / под ред. В. В. Рубцова, М. Г. Сороковой, Н. П. Радчиковой. – М. : Издательство ФГБОУ ВО МГППУ, 2021. – С. 326–342.*
- Фебенчукова, А. В. «Физиологические основы психологической ригидности: психосинергетический аспект» / А. В. Фебенчукова // *Мир науки, культуры, образования*. – 2010. – iss. 4-1. – P. 190–191.
- Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ InTesting, RU № 2016661340 / Е. В. Волкова, М. Н. Нилопец. – Оpubl. 06.10.2016.
- Зверева, З. Ф. Характеристика величины межполушарной асимметрии мощности биопотенциалов ЭЭГ: автореф. дис. ... д-ра мед. наук : 14.00.16 / З. Ф. Зверева ; Рос. акад. мед. Наук, НИИ общей патологии и патофизиологии. – М., 2004. – 46 с.
- Solso, R. Когнитивная психология / Р. Солсо – Изд.6-е. – СПб. : Питер, 2006. – 589 с.

Полученные результаты могут использоваться специалистами в области психологии, психофизиологии и нейропсихологии для диагностики когнитивной ригидности, сопоставления данных с психологическими показателями личностных опросников, с целью построения наиболее эффективных коррекционно-развивающих программ с учетом межполушарной асимметрии мозга. Нейрофизиологические корреляты когнитивных процессов (в данном случае ригидности) представляют собой значительный шаг к доказательной психологии образования и психолого-педагогической практике.

REFERENCES

- Zakreski, M. J. When Emotional Intensity and Cognitive Rigidity Collide: What Can Counselors and Teachers Do? // M. J. Zakreski // *Gifted Child Today*. – 2018. – Vol. 41, iss. 4. – P. 208–216. <https://doi.org/10.1177/1076217518786984>
- MacLeod, C. M. Half a century of research on the Stroop effect: an integrative review / C. M. MacLeod // *Psychological bulletin*. – 1991. – Vol. 109, iss. 2. – 163–203. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.109.2.163>
- Graf, P. Color- and picture-word Stroop tests: performance changes in old age / P. Graf, B. Uttl, H. Tuokko // *Journal of clinical and experimental neuropsychology*. 1995. – Vol. 17, iss. 3. – P. 390–415. <https://doi.org/10.1080/01688639508405132>
- Dennis J. P. The Cognitive flexibility inventory: instrument development and estimates of reliability and validity / J. P. Dennis, J. S. Vander Wal // *Cognitive therapy and research*. 2010. – Vol. 34. – iss. 3. – P. 241–253.
- Stroop, J. R. Studies of interference in serial verbal reactions / J. R. Stroop // *Journal of experimental psychology*. – 1935. – Vol. 18, iss. 6. – R. 643–662.
- Spreen, O. A compendium of neuropsychological tests: Administration, norms, and commentary / O. Spreen, E. Strauss. – Oxford University Press, 1991. – 736 p.
- Lobanov, A. P. Verbal'nyj intellekt i ego psihofiziologicheskie korrelyaty / A. P. Lobanov, N. V. Drozdova, A. A. Morozov // *Cifrovaya gumanitaristika i tekhnologii v obrazovanii (DHTE 2021) : sb. statej II Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii s mezhdunarodnym uchastiem. 11–12 noyabrya 2021 g. / pod red. V. V. Rubcova, M. G. Sorokovoj, N. P. Radchikovoj. – M. : Izdatel'stvo FGBOU VO MGPPU, 2021. – S. 326–342.*
- Febenchukova, A. V. «Fiziologicheskie osnovy psihologicheskoy rigidnosti: psihosinergeticheskij aspekt» / A. V. Febenchukova // *Mir nauki, kul'tury, obrazovaniya*. – 2010. – iss. 4-1. – R. 190–191.
- Svidetel'stvo o gosudarstvennoj registracii programmy dlya EVM InTesting, RU № 2016661340 / E. V. Volkova, M. N. Nilopez. – Opubl. 06.10.2016.
- Zvereva, Z. F. Harakteristika velichiny mezhpolutsharnoj asimmetrii moshchnosti biopotencialov EEG: avtoref. dis. ... d-ra med. nauk : 14.00.16 / Z. F. Zvereva ; Ros. akad. med. Nauk, NII obshchej patologii i patofiziologii. – M., 2004. – 46 s.
- Solso, R. Kognitivnaya psihologiya / R. Solso – Izd.6-e. – SPb. : Piter, 2006. – 589 s.