

---

# ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СИСТЕМ ПОЗНАВАТЕЛЬНЫХ СПОСОБНОСТЕЙ КАК ФАКТОР ИХ ЭФФЕКТИВНОСТИ

Н.А. Никишина

Курский институт социального образования  
Филиал Российского государственного социального университета  
*Ул. К. Маркса, 53, Курск, Россия, 305029*

В работе выявлены сенсомоторные корреляты познавательных способностей у студентов с разными показателями успешности обучения. Сущность метода состояла в регистрации лево- и правополушарных реакций на световые, звуковые и кожные раздражители. Обнаружены «паттерны» динамической организации активности сенсорных зон, присущие испытуемым с высокой и низкой эффективностью аттенционных способностей.

**Ключевые слова:** время реакции, функциональная система, сенсомоторные показатели, функциональное состояние.

В современных исследованиях познавательных способностей в качестве одной из важнейших выступает проблема структуры функциональных систем (ФС). Изучение ФС на психофизиологическом и нейропсихологическом уровнях в отечественной психологии основывается на положениях А.А. Ухтомского о роли доминанты в «конstellации» уровней активности различных мозговых образований, учении П.К. Анохина о структуре функциональной системы поведенческого акта и концепции А.Р. Лурии о системной организации психических функций.

Детальная разработка представлений о структуре психологических ФС познавательных способностей и уровнях их организации, осуществляемых с преимущественной опорой на функциональные, операционные и регулирующие механизмы, принадлежит В.Д. Шадрикову и Л.В. Черемошкиной [6].

Однако, несмотря на появление новых гипотез и положений, существенно меняющих традиционные представления о механизмах познавательных способностей и структурах, их реализующих (В.Д. Шадриков, Л.В. Черемошкина, В.Н. Дружинин, М.А. Холодная и др.), продолжает сохраняться определенная разорванность между психологическим и нейробиологическим уровнями изучения данного направления. Остается практически не изученным вопрос о нейропсихологических и психофизиологических механизмах в структуре психологических ФС познавательных способностей.

Логично предположить, что результаты подобного исследования помогут углубить существующие знания о развитии познавательных способностей в онтогенезе, приблизиться к проблемам диагностики причин разной эффективности познавательных способностей с учетом не только конечного результата, но и механизмов, их обеспечивавших, выявить компоненты структуры, поддающиеся коррекции различными психологическими и нейропсихологическими методами, понять природу познавательных способностей. В связи с этим представляется це-

лесообразным поиск новых методических подходов, которые объединяли бы в рамках одного эксперимента регистрацию нейропсихологических, психофизиологических и психологических показателей функциональных систем в процессе реализации различных познавательных способностей.

Задачей настоящего исследования являлось изучение нейропсихологических и психофизиологических механизмов психологических функциональных систем attentionных способностей.

**Методы исследования.** Изучение структурной организации функциональных систем познавательных способностей предъявляет определенные требования к экспериментальным методам.

Достаточно надежными методами изучения особенностей структурной организации функциональных систем познавательных способностей являются сенсомоторные методы и в частности метод измерения времени право- и левополушарных реакции (ВР) на стимулы разной модальности — зрительные, слуховые и кожные сигналы [2; 4].

Сущность метода измерения времени реакции лево- и правополушарных реакций на зрительные, кожные и слуховые стимулы, позволяющего оценить функциональное состояние сенсорных систем, имеющих непосредственное отношение к познавательным процессам, состояла в измерении указанных реакций, адресованных отдельно в каждое из полушарий. Сигналы предъявлялись по два раза подряд. Ответная реакция осуществлялась той рукой, которая контролировалась стимулируемым полушарием.

Эксперимент состоял из двух этапов. На первом этапе «вработывания» регистрировались исходные показатели ВР. На следующем этапе, называемом «умственная нагрузка», испытуемым предъявлялась работа с корректурной таблицей Анфимова. Через каждые пять минут работы регистрировались показатели ВР.

Учитывая инертность доминантных процессов возбуждения, было сделано предположение, что сформировавшийся при тестировании познавательных способностей «паттерн» уровней активности сенсорных систем неизбежно будет накладываться на сенсомоторные характеристики, краткосрочное измерение которых вклинивалось в периоды между диагностикой эффективности познавательных способностей.

Сравнивая сенсомоторные показатели, измеряемые до нагрузки (на этапе «вработывания»), с теми, которые возникли в процессе предъявляемой умственной деятельности, можно выявить особенности структурной организации доминирующей функциональной системы.

Для изучения эффективности познавательных способностей использовалась «корректурная проба». Количество испытуемых составило 284 человека, из них 169 девушки и 115 юношей.

При математической обработке полученных данных применялись методы вариационного, корреляционного и регрессионного анализа, а также способы непараметрического анализа (критерий  $\chi^2$ ,  $U$ -критерий Манна—Уитни).

## Анализ результатов

**Сенсомоторные показатели структурной организации функциональных систем познавательных способностей.** В результате анализа полученных данных были выделены сенсомоторные показатели, являющиеся компонентами структурной организации функциональных систем изучаемых познавательных способностей, в пользу чего говорят следующие аргументы. В качестве первого сенсомоторного коррелята познавательных способностей был выделен усредненный показатель скорости лево- и правополушарных реакций и степень их асимметрии до и после умственной нагрузки (табл. 1), как интегральные показатели уровней возбудимости соответствующих гемисфер.

Вторым показателем являются внутрислоушарные соотношения активности сенсорных центров. Известно, что в силу ряда физиологических факторов соотношение показателей ВР обычно имеет следующий характер:  $ВР_{звук} < ВР_{кож} < ВР_{свет}$  [1].

Особое значение имеет характер межполушарных соотношений реактивности изучаемых анализаторов, который в наибольшей степени указывает на структурную организацию функциональной системы изучаемой деятельности. Модальность самой активной сенсорной системы рассматривалась нами как показатель «ведущего» анализатора.

К сенсомоторным показателям познавательных способностей нами была отнесена величина сопоставления индивидуальных особенностей реагирования на первое и второе предъявление сигналов. Известно, что величина реакции на первое предъявление стимула связана с динамичностью нервных процессов, легкостью и быстротой процессов переключения внимания или, иначе говоря, «перепрограммированием» поведения, что сопровождается некоторым замедлением ВР. Таким образом, есть серьезные основания рассматривать ВР на первое предъявление сигналов как показатель функциональных возможностей конвекситальных «программирующих» механизмов префронтальных отделов коры. В то же время установлено, что в подавляющем большинстве случаев после предупредительного сигнала повторное его предъявление вызывает значительное ускорение ответных реакций [1; 2]. С точки зрения современных представлений об организации мозговых функций степень ускорения реакций на повторную стимуляцию можно рассматривать как критерий состояния медиобазальных механизмов «экстренной» активации корковых зон.

Важным показателем структурной организации функциональных систем познавательных способностей является также характер активации регистрируемых показателей после умственной нагрузки, связанный с особенностями перераспределения уровня активности афферентных структур. При этом имеет значение общее ускорение сенсомоторных реакций, степень которого говорит о «мобилизационном» потенциале коры или, иначе говоря, «нейрофизиологической цене» усилий, затраченных на умственную деятельность.

**Структурная организация функциональных систем attentionных способностей.** Установлено, что на всех этапах эксперимента и во всех сопоставлении

ях (табл.) студентам с более высокой эффективностью аттенционных способностей присуща значительно большая скорость всех регистрируемых сенсомоторных реакций ( $p < 0,05$ ), т.е. изначально более высокий уровень активированности сенсорных центров.

Таблица

**Показатели лево- и правополушарных реакций ( $M \pm m$ )  
в течение эксперимента у студентов 18–19 лет с разной эффективностью  
аттенционных способностей**

Мо- даль- ность раз- дражи- теля	Левополушарные реакции						Правополушарные реакции					
	свет		вибрация		звук		свет		вибрация		звук	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Группа с высокой эффективностью аттенционных способностей												
Этап «врабаты- вания»	237,1± ±16,78	211± ±19,95	227,2± ±17,28	240,1± ±17,02	254,2± ±18,22	250,6± ±19,76	293,1± ±20,76	253,3± ±19,22	217,7± ±21,16	210,1± ±18,41	198,7± ±19,1	240± ±19,26
Этап «умств. нагр.»	234± ±15,39	224,2± ±16,22	188± ±18,46	183± ±19,51	181,6± ±18,66	177,2± ±17,97	233,2± ±17,97	199,6± ±16,98	212,2± ±16,3	212,3± ±15,28	182± ±19,47	182,4± ±18,93
Группа с низкой эффективностью аттенционных способностей												
Этап «врабаты- вания»	390,1± ±20,02	332,8± ±18,15	371,5± ±18,56	288,2± ±18,27	350,8± ±20,59	295,3± ±18,04	353,8± ±19,72	331,3± ±19,17	335,3± ±21,89	326,3± ±20,79	340,9± ±21,65	314,7± ±22,28
Этап «умств. нагр.»	318,8± ±19,19	244,2± ±17,6	277,1± ±17,2	264,6± ±17,46	266± ±19,26	265± ±18,69	313,9± ±18,94	262,8± ±18,65	272,6± ±20,52	244,3± ±19,47	260,6± ±20,11	249,6± ±21,78

Так, на первом этапе опыта (до нагрузки) у студентов-отличников усредненные величины левополушарных и правополушарных реакций равнялись  $230,5 \pm \pm 14,7$  мсек и  $238 \pm 11,8$  мсек. Для слабоуспевающих студентов эти показатели составляли  $370,8 \pm 12,5$  мсек и  $343,3 \pm 15,1$  мсек.

Предъявление умственной нагрузки сопровождается активацией сенсомоторных показателей, которая выше у студентов с более низкой успеваемостью. Это указывает на большую «нейрофизиологическую цену» усилий, затраченных данными студентами на выполнение умственной нагрузки.

Высокая эффективность аттенционных способностей чаще сопровождалась активацией левополушарных сенсорных образований. Активация или повышение активности лишь правополушарных центров наблюдались у студентов с низкой эффективностью аттенционных способностей. Прогностически наиболее неблагоприятным является вариант, когда отсутствует ускорение регистрируемых реакций или даже их угнетение.

При отдельной регистрации полушарных реакций в условиях предъявления умственной нагрузки их соотношение у студентов с высокой эффективностью ат-

тенционных способностей имело обычный характер:  $ВР_{звук} < ВР_{кож} < ВР_{свет}$ , т.е. ведущей сенсорной системой у них всегда оставался слуховой анализатор. У студентов с низкой эффективностью attentionных способностей это соотношение нарушалось.

Особое значение приобретает характер межполушарных соотношений реактивности изучаемых анализаторов, который в наибольшей степени указывает на структурную организацию функциональной системы изучаемой деятельности. У студентов с более высокой эффективностью attentionных процессов в правом полушарии наблюдалось ускорение реакций на свет и торможение ответов на кожные стимулы. Среди левополушарных — ускорялись реакции на кожные и особенно на звуковые раздражители, и тормозились реакции на зрительные стимулы.

С точки зрения рациональности системной организации изучаемых функций картина наступивших изменений активности корковых центров представлялась целесообразной. Работа с корректурными таблицами, связанная с узнаванием отдельных знаков (а не слов), требовала повышения активности правополушарных зрительных центров. Столь же логично повышение активности левополушарной сенсомоторной зоны, вследствие постоянного зачеркивания нужных знаков правой рукой. И наконец можно предположить, что в силу необходимости удержания в памяти словесной инструкции и ее постоянного проговаривания повышалась активность левополушарных зон слухоречевой памяти [3]. У студентов с низкой эффективностью attentionных способностей на этом этапе эксперимента черты межполушарной асимметрии изучаемых зон, по сравнению с предыдущей группой, носили диаметрально противоположный характер. В правом полушарии отмечалась более высокая активность слуховых и кожных зон, а в левом — зрительных.

Таким образом, существуют принципиальные различия в структурной организации функциональных систем высокоэффективных и низкоэффективных attentionных способностей. Структурная организация функциональных систем эффективных attentionных способностей характеризуется:

- высоким уровнем активированности нервной системы;
- левополушарной степенью асимметрии;
- доминированием активности зрительной системы в правом полушарии, слуховых и кожных афферентных образований — в левом.

У студентов с низкими attentionными способностями, напротив, в правом полушарии отмечалась более высокая активность слуховых и кожных афферентных образований.

**Выводы.** Познавательные способности разного вида, уровня развития и эффективности реализуются функциональными системами, структурную организацию которых можно регистрировать с помощью следующих сенсомоторных показателей:

- усредненной величины полушарных реакций как уровня активированности каждого полушария в отдельности;

- внутриполушарного соотношения активности зрительных, слуховых и кожных сенсорных зон;
- характера активации на умственную нагрузку;
- степени межполушарной асимметрии зрительных, слуховых и кожных сенсорных зон;
- модальности самой активной сенсорной системы как показателя «ведущего» анализатора;
- степени активации на умственную нагрузку, как показателя «нейрофизиологической цены» затраченных усилий;
- различий реакций на первое и повторное предъявление сигнала одной и той же модальности, как показателя соотношения программирующих и активирующих механизмов фронтальных зон.

Существуют принципиальные различия в структурной организации функциональных систем высокоэффективных и низкоэффективных познавательных способностей. Структурная организация функциональных систем эффективных attentionных способностей характеризуется:

- высоким уровнем активированности нервной системы;
- левополушарной степенью асимметрии;
- доминированием активности зрительной системы в правом полушарии, слуховых и кожных афферентных образований — в левом.

У студентов с низкими attentionными способностями, напротив, в правом полушарии отмечалась более высокая активность слуховых и кожных афферентных образований.

Исследования функциональных систем различных познавательных способностей дают основания полагать, что их продуктивность определяется двумя факторами: энергетическим (выражающимся в уровне активированности ЦНС) и архитектурным (т.е. способностью к формированию функциональных систем с оптимальной структурной организацией).

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] *Бойко Е.И.* Время реакции человека. — М., 1964.
- [2] *Кузьмина Т.В., Владимиров А.Д., Фесенко И.Г.* Время реакции как индикатор динамики послеоперационного состояния больных с локальными поражениями головного мозга // Журнал невропатологии и психиатрии. — 1983. — № 6. — С. 143—149.
- [3] *Лурия А.Р.* Основы нейропсихологии. — М.: МГУ, 1973.
- [4] *Чуприкова Н.И.* Время реакции и интеллект: почему они связаны // Вопросы психологии. — 1995. — № 4. — С. 65—81.
- [5] *Шадриков В.Д.* Деятельности и способности. — М., 1994.
- [6] *Шадриков В.Д., Черемошкина Л.В.* Методика диагностики продуктивности мнемических способностей // Диагностика познавательных способностей. — Ярославль, 1986. — С. 56—74.

## **PECULIARITIES OF STRUCTURAL ORGANIZATION OF FUNCTIONAL SYSTEMS REALIZING COGNITIVE ABILITIES**

**N.A. Nikishina**

Kursk institute of social education (branch)  
Russian state social university  
*K. Marksa str., 53, Kursk, Russia, 305029*

In the submitted work the sensomotor korrelaters of students' cognitive abilities was studied. The essence of the method has consisted registration of left and right hemispheres reactions on light, sound and skin irritants before and after intellectual loading. With the help of this technology the sensomotor korrelaters of cognitive abilities were studied as parameters of activity of separate parts having an attachment to certain topological brain mechanisms. Patterns of the dynamic organization of the investigated reactions, inherent in examinus with high and low parameters of educational progress were found out.

**Key words:** reaction time, functional system, sensomotor korrelaters, a functional condition.