ТОМОГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МЫСЛИТЕЛЬНОГО КОМПОНЕНТА ПЕРЦЕПТИВНЫХ ДЕЙСТВИЙ

Б.А. Маршинин

*ГОУ ВПО «Московский государственный университет
имени М.В. Ломоносова», г. Москва*

Рецензент Н.П. Пучков

Ключевые слова и фразы: локализация психических функций; мыслительные операции; нейронауки; перцептивные действия; функционально-компонентный подход.

Аннотация: Сформулирован функционально-компонентный подход к исследованию психической деятельности на примере функционально-компонентного анализа перцептивных действий и их мозгового обеспечения. Психологически описано перцептивное действие, в котором выделен мыслительный функциональный компонент. Проанализированы имеющиеся томографические экспериментальные данные исследований мозговой организации перцептивных процессов. В итоге проведено обобщение рассмотренных результатов (в сопоставлении с известными нейропсихологическими и электрофизиологическими данными) по теме локализации мыслительных операций в мозге при выполнении перцептивных действий.

1. Функционально-компонентный подход к исследованию психической деятельности и локализации психических функций в мозге

Проблема «Психика и мозг», является одной из фундаментальных в философии и естественных науках, в том числе психологии. Она занимает умы человечества на протяжении многих столетий. Особенно актуально она звучит в нейропсихологии как проблема локализации психических функций в мозге.

В настоящее время стало возможным благодаря современным техническим достижениям выявлять мозговые механизмы и структуры, обеспечивающие те или иные психические явления и процессы. Однако для строгого научного исследования в этой области, прежде всего,

Маршинин Б.А. – кандидат психологических наук, доцент кафедры нейро- и патопсихологии, докторант факультета психологии МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва.

необходимо дать четкое различие понятий «психические действия» и «функциональные компоненты психики». В психологии часто дискутируются такие вопросы: что такое восприятие, мышление, память и т.д. Это психические функции или психическая деятельность? Нередко эти понятия употребляются и понимаются как синонимы. Для их различия рассмотрим рабочее функциональное определение психики.

Психика – это организующая и контролирующая поведение (деятельность, действие) система функциональных компонентов: сенсорного, моторного, мнестического, мыслительного, мотивационного, эмоционального, энергетического, речевого, а также внимания и сознания. В монографии [8] определено, какую роль играет каждый компонент в системе психики, какова его специфическая функция.

Соответственно определим, что такое деятельность. **Деятельность** – это организуемая и контролируемая психикой активность, осуществляемая субъектом для достижения поставленной цели и удовлетворения таким образом своей потребности. Деятельность состоит из действий, которые являются ее самостоятельными единицами, отдельными поведенческими актами [5]. Как известно, цель является системообразующим фактором деятельности (действия), поэтому в зависимости от цели возможны такие виды деятельности, в которых главную роль будет играть один из функциональных компонентов психики. Существуют два типа деятельности (действий):

1) деятельность (действия) с реализацией двигательной программы, где на передний план выступает моторный компонент, посредством которого достигается цель;

2) внутренняя деятельность (действия), где цель может иметь преимущественное отношение к той или иной психической функции.

Возможны также различные комбинации этих двух типов деятельности (действий).

Вся внутренняя деятельность и есть, строго говоря, *психическая деятельность*, которая организуется и контролируется психикой; в ней участвуют с большим или меньшим вкладом все ее функциональные компоненты, которые деятельностью не являются, вне взаимодействия функционировать не могут, но при аналитическом рассмотрении могут быть абстрагированы в соответствии со своими качественными особенностями. Причем у каждого функционального компонента психики есть свои нейрофизиологические механизмы и структуры, которые обеспечивают их функционирование также обязательно во взаимодействии в составе целостной системы, какой является мозг.

В зависимости от цели существуют, например, следующие виды психической деятельности:

- мышление (мыслительная деятельность, действия);
- восприятие (перцептивная деятельность, действия);
- память (мнестическая деятельность, действия) и др.

Опишем процесс осуществления внутренних перцептивных действий с целью выделения в них мыслительного функционального компонента, являющегося предметом данного исследования. Необходимо оговорить, что доминирующая мотивация в наших экспериментальных работах [6–8]

для перцептивных действий была сформулирована испытуемому заранее в виде цели – воспринять зрительно предъявляемые цифры.

Итак, внутреннее сознательное перцептивное действие осуществляется следующим образом:

- при наличии достаточного уровня активации (*энергетический компонент*) доминирующая мотивация (*мотивационный компонент*) обеспечивает через механизмы внимания (*компонент внимания*) поступление из памяти (*мнестический компонент*) и по сенсорным каналам (*сенсорный компонент*) информации, необходимой для достижения цели;

- посредством мыслительных операций (*мыслительный компонент*) происходят сличение, анализ поступившей информации, и принимается решение о характере воспринятого стимула;

- для проверки правильности принятого решения и соответствия его ожидаемому (по ряду параметров, определенных поставленной целью) информация о стимуле, ситуации, произведенных мыслительных операциях и принятом решении поступает в контролирующие механизмы – акцептор результатов действия (по П.К. Анохину [1]);

- выполняются мыслительные операции контроля, и принимается решение о правильности и адекватности действия.

Осуществляется эмоциональная оценка всех аспектов внутреннего действия (*эмоциональный компонент*). При сознательных произвольных действиях основные моменты этих процессов осознаются субъектом (*компонент сознания*), то есть субъект отдает себе отчет, знает, что и как он делает. Эти знания могут быть представлены в речевой форме (*речевой компонент*, который также участвует в категоризации стимула, извлечении речевой информации из памяти, осуществлении мыслительных операций и т.д.). *Моторный компонент* тоже может присутствовать, например, при настройке рецептов для более полного и точного восприятия.

Таким образом, психологически описав перцептивное действие и выделив в нем интересующий нас в этой работе мыслительный функциональный компонент, проанализировав и обобщив имеющиеся результаты томографических исследований, сопоставив их с известными электрофизиологическими и нейропсихологическими экспериментальными данными [8], можно сделать выводы о локализации этого компонента в структурах мозга.

2. Современные томографические исследования мозговой организации перцептивных процессов

В последние годы значительное развитие получили томографические исследования перцептивных процессов методами позитронно-эмиссионной томографии (ПЭТ) и функциональной магнитно-резонансной томографии (фМРТ), уникальными и наиболее передовыми методами, позволяющими исследовать функции мозговой ткани. У семи испытуемых Р. Velin с соавторами [10] с помощью метода ПЭТ при выполнении мысленной операции различения интенсивности звуков наблюдали активацию в нескольких областях правой фронтальной коры, в правой вторичной слуховой зоне и левом мозжечке. Восприятие мелодий и шумов связано с

активацией правой височной области, тогда как сравнение звуков по высоте требует дополнительной активации правой фронтальной области [19].

R. Malach с соавторами [13] методом фМРТ изучали активацию зрительной коры человека, связанную с восприятием объектов. По их данным, такая активация локализована в задней латеральной части затылочной доли, в зоне, называемой «латеральный затылочный комплекс». Этот комплекс активируется исключительно образами предметов и не активируется, например, разного рода поверхностями.

Результаты ПЭТ подтверждают, что теменная кора человека играет решающую роль в различении осей ориентации для движений рук и восприятия, и области коры для этих функций могут быть разделены на левую теменную область (движения рук) и правую теменную область (восприятие) [17]. F.S. Leibovitch с соавторами [12] методом ПЭТ исследовали пациентов (81 человек) с правополушарной недостаточностью после острой формы инсульта с нарушением восприятия контралатерального пространства. Больные выполняли тесты на зрительное восприятие. В ходе исследований выявлена наиболее активная область мозга в зоне соединения правой темпоральной, париетальной и окципитальной областей.

В.А. Воробьев с соавторами [3] с помощью ПЭТ исследовали нейроанатомическую основу мозгового обеспечения чтения, обработки физических (цвет) и грамматических (род) характеристик зрительно предъявляемых отдельных слов. Значительная активация была обнаружена в верхневисочных и нижнетеменных отделах правого полушария при детекции цвета. При чтении слов преимущественно активным было левое полушарие, в частности, зона Брока и соседние с ней области дорзофронтальной коры. Кроме того, показана важная роль префронтальной коры обоих полушарий, лежащей преимущественно вне речевой зоны Брока, в детекции грамматического рода слов.

M.S. George с соавторами [11] изучали нейронные механизмы узнавания эмоций. Девять психически здоровых женщин-добровольцев были обследованы с помощью метода ПЭТ в ходе выполнения ими двух типов заданий: 1) на сравнение эмоций, выражаемых с помощью мимики; 2) на сопоставление лиц. Обнаружено, что при различении эмоций наиболее активную роль играют правая передняя поясная извилина и билатеральная нижняя фронтальная извилина.

Методом ПЭТ показано [14], что пресемантический анализ зрительной вербальной информации (выделение «словесных» и отсечение «несловесных» зрительных форм) связан с активацией левой медиальной экстрастриарной зрительной коры, тогда как семантический анализ (восприятие реальных слов) происходит при активации левой фронтальной коры.

Обработка фонологической информации (задача на рифмы) связывается по данным фМРТ, прежде всего, с активацией передней левой височной области, тогда как обработка семантической информации (категории) активирует широко распределенную сеть зон, включая нижние лобные области билатерально и левую заднюю височную область [16].

С помощью метода ПЭТ показано [18], что в первичном перцептивном анализе речи и музыки участвуют височные отделы неокортекса. Задачи оценки фонетической структуры речи требуют также активации зоны Брока в левом полушарии. В работе С. Price с соавторами [15] восемь праворуких испытуемых принимали участие в ПЭТ-сканированиях. При пассивном слушании наблюдалась активация левой средней височной извилины и левой нижней лобной извилины в ответ на слуховое восприятие слов.

Методом ПЭТ доказано участие области левой медиальной затылочной коры в произвольной и непроизвольной обработке орфографического кода слов [2]. Получены данные, подтверждающие участие передней верхневисочной коры в обработке синтаксической структуры, предположительно, на основе вовлеченности данной зоны в анализ синтаксических связей и порядка следования слов. Синтез семантической и синтаксической информации, по мнению авторов, осуществляется на основе взаимодействия передней верхневисочной и нижней лобной областей левого полушария при возможном вспомогательном участии правой передней верхневисочной коры.

При ПЭТ-сканировании обнаружено [4], что в случае, когда бегущая строка представляет синтаксически связный текст, в отличие от случая, когда та же задача выполняется при предъявлении последовательности несвязанных слов, псевдослов или псевдотекста, выявляется активация в коре височной доли и височно-теменно-затылочной области левого полушария, а также в правополушарной околополярной височной коре.

Итак, результаты исследований методом ПЭТ подтверждают известные данные о ведущей роли правой височной области в обработке звуковой, шумовой и музыкальной информации. Однако для сравнения звуков по громкости и высоте требуется также дополнительная активация правой фронтальной области.

По зрительному кодированию формы объектов и пространственным операциям новые томографические и известные нейropsychологические данные в основном совпадают. Однако по обработке цветовой информации получены противоречивые результаты: по данным ПЭТ при детекции цвета значительная активация была обнаружена в верхневисочных и нижнетеменных отделах правого полушария [3], а по нейropsychологическим – идентификацию цветов и их запоминание в большей степени обеспечивают затылочные области правого полушария [9]. Здесь, по-видимому, требуются дальнейшие экспериментальные исследования. Томографические и известные нейropsychологические и электрофизиологические данные относительно обработки информации о мимическом выражении эмоций также различны, хотя можно говорить о преимущественной роли правого полушария в этих процессах и о важной роли фронтальных областей билатерально.

С помощью ПЭТ получены интересные данные о том, что в пресемантическом анализе зрительной вербальной информации и в обработке орфографического кода слов активно участвует левая медиальная зрительная кора.

Томографическими методами подтверждены известные данные, что в обработке фонем активно участвует левая височная область (зона Вернике), но получена и новая информация об активации при этом левой нижней лобной извилины (зона Брока). Данные ПЭТ подтверждают, что в обработке синтаксической информации участвует кора височной доли и височно-теменно-затылочная область левого полушария, а также правополушарная околополярная височная кора. Определенно можно говорить о том, что в обработке грамматической информации участвуют лобные доли обоих полушарий.

Обработка семантической информации активирует широко распределенную сеть зон, включая (по данным разных авторов) нижние лобные области билатерально и левую височную область. Синтез семантической и синтаксической информации осуществляется на основе взаимодействия передней верхневисочной и нижней лобной областей левого полушария.

Таким образом, анализ результатов томографических исследований и сопоставление их с известными нейропсихологическими и электрофизиологическими данными позволяет значительно расширить и углубить наши знания о мыслительных операциях по переработке информации в перцептивных действиях и о структурах мозга, участвующих в их обеспечении.

Список литературы

1. Анохин, П.К. Биология и нейрофизиология условного рефлекса / П.К. Анохин. – М. : Медицина, 1968. – 548 с.
2. Мозговое обеспечение обработки зрительно предъявляемых речевых стимулов на различных уровнях их интеграции. Сообщение II. Орфографические и синтаксические аспекты / В.А. Воробьев [и др.] // Физиол. человека. – 1998. – Т. 24, № 4. – С. 55–63.
3. Воробьев, В.А. Исследование функционально-анатомической организации мозговых систем обработки различных аспектов зрительно предъявляемых слов с помощью метода позитронно-эмиссионной томографии / В.А. Воробьев, С.В. Медведев, С.В. Пахомов // Биохим. и биофиз. механизмы физиол. функций : материалы конф. мол. физиологов и биохимиков России ; Санкт-Петербург. – СПб., 1995. – С. 36.
4. Воробьев, В.А. Исследование мозговой системы произвольной синтаксической обработки методом позитронно-эмиссионной томографии / В.А. Воробьев, С.В. Медведев, С.В. Пахомов // Физиол. человека. – 2000. – Т. 26, № 4. – С. 5–12.
5. Леонтьев, А.Н. Проблемы развития психики / А.Н. Леонтьев. – М. : Изд-во Моск. гос. ун-та, 1972. – 576 с.
6. Маршинин, Б.А. Потенциалы мозга при восприятии и суммировании цифр в уме / Б.А. Маршинин // Психол. журн. – 1990. – Вып. 9, № 2. – С. 82–89.
7. Маршинин, Б.А. Скорость мыслительных действий, латерализация полушарий и потенциалы мозга / Б.А. Маршинин // Психол. журн. – 1994. – Вып. 15, № 2. – С. 94–98.

8. Маршинин, Б.А. Перцептивные и мыслительные процессы, их мозговое обеспечение : монография / Б.А. Маршинин. – М. : Логос, 2007. – 196 с.
9. Хомская, Е.Д. Уровневая организация цветовых функций (нейро-психологическое исследование) / Е.Д. Хомская, Е.А. Федоровская // Проблема цвета в психологии. – 1993. – С. 151-169.
10. Belin P., McAdams S., Smith B., Savel S., Thivard L., Samson S. The functional anatomy of sound intensity discrimination // *J. Neurosci.* – 1998. – Vol. 18, No. 16. – P. 6388–6394.
11. George M.S., Ketter T.A., Gill D.S., Haxby J.V., Ungerlei L.G., Herscovitch P., Post R.M. Brain regions involved in recognizing facial emotion of identity: An oxygen-15 PET study // *J. Neuropsychiat. and Clin. Neurosci.* – 1993. – Vol. 5, No. 4. – P. 384–394.
12. Leibovitch F.S., Black S.E., Caldwell C.B., McIntosh A.R., Ehrlich L.E., Szalai J.P. Brain SPECT imaging and left hemispatial neglect covaried using partial least squares: The sunnybrook stroke study // *Hum. Brain Mapp.* – 1999. – Vol. 7, No. 4. – P. 244–253.
13. Malach R., Reppas J.B., Benson R.R., Kwong K.K., Jiang H., Kennedy W.A., Ledden P.J., Brady T.J., Rosen B.R., Tootell R.B.H. Object-related activity revealed by functional magnetic resonance imaging in human occipital cortex // *Proc. Nat. Acad. Sci. USA.* – 1995. – Vol. 92, No. 18. – P. 8135–8139.
14. Petersen S.E., Fox P.T., Snyder A.Z., Raichle M.E. Activation of extrastriate and frontal cortical areas by visual words and word-like-stimuli // *Science.* – 1990. – Vol. 249, No. 4972. – P. 1041–1044.
15. Price C., Warburton E., Wise R.J.S., Howard D., Frackowiak R.S.J. Brain activity during auditory word processing: [Pap.] 1st Int. Conf. Funct. Mapp. Hum. Brain, Paris, June 27–30, 1995 // *Hum. Brain Mapp.* – 1995. – Suppl. No. 1. – P. 218.
16. Shaywitz B.A., Pugh K.R., Constable R.T., Shaywitz S. E., Bronen R.A., Fulbright R.K., Shankweiler D.P., Katz L., Fletcher J.M., Skudlarski P., Gore J.C. Localization of semantic processing using functional magnetic resonance imaging // *Hum. Brain Mapp.* – 1994. Vol. 2, No. 3. – P. 149–158.
17. Taira M., Kawashima R., Inoue K., Fukuda H. A PET study of axis orientation discrimination // *NeuroReport.* – 1998. – Vol. 9, No. 2. – P. 283–288.
18. Zatorre R.J. Cerebral mechanisms underlying processing of speech and music: Pap. and Poster 34th Annu. Meet. Psychon. Soc., Washington, D. C., Nov. 5–7, 1993 // *Bull. Psychonom. Soc.* – 1993. – Vol. 31, No. 5. – P. 354.
19. Zatorre R.J., Evans A.C., Meyer E. Neural mechanisms underlying melodic perception and memory for pitch // *J. Neurosci.* – 1994. – Vol. 14, No. 4. – P. 1908–1919.

Tomographic Research into Mental Component of Perceptive Actions

B.A. Marshinin

Moscow State University named after M.V. Lomonosov, Moscow

Key words and phrases: localization of psychic functions; mental operations; neurosciences; perceptive actions; functional component approach.

Abstract: The functional component approach to research into psychic activity is formulated as a functional component analysis of perceptive actions and their cerebral providing. A perceptive action is described in psychological terms and mental functional component is indicated in it. The tomographic experimental data on cerebral organization of perceptive processes are analyzed. The final generalization of the results (as compared with known neuropsychological and electrophysiological data) is made on the cerebral localization of mental operations during perceptive actions.

© Б.А. Маршинин, 2008