

Денисова Ольга Дмитриевна

аспирант факультета иностранных языков
и регионоведения,
преподаватель кафедры французского языка
Московского государственного университета
им. М.В. Ломоносова
dom-hors@mail.ru

**К ВОПРОСУ
О НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ
ОРГАНИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ЧТЕНИЯ
И ЕЕ УЧЕТЕ ПРИ ОБУЧЕНИИ ЧТЕНИЮ**

Аннотация:

Обучение чтению должно опираться на данные в области нейрофизиологической регуляции процесса понимания письменной речи. Последние исследования в этой области позволяют говорить о чтении как о высшей рефлексорной функции, которая обеспечивается левой височной областью мозга, имеющей зрительные функции.

Ключевые слова:

чтение, нейрофизиологическая регуляция процесса чтения, обучение чтению, доминанта зрительного декодирования.

Denisova Olga Dmitrievna

PhD student of
the Foreign Languages
and Regional Studies Department, Lecturer of
the French Language Department,
Lomonosov Moscow State University
dom-hors@mail.ru

**CONCERNING
NEUROPHYSIOLOGICAL REGULATION
OF READING AND ITS RELEVANCE
FOR TEACHING READING**

Summary:

Teaching reading should be based on data concerning the neurophysiological regulation of the understanding of the written language. The latest research in this field considers the reading to be the superior responsive function provided by the left temporal region of brain fulfilling the visual functions.

Keywords:

reading, neurophysiological regulation of reading, teaching reading, dominant of visual decoding.

Чтение, являясь речевым процессом, относится к познавательно-мыслительной деятельности человека. В отличие от устной речи, развивающейся в онтогенезе, чтение относится к самым «новым» в фило- и онтогенезе высшим рефлексорным функциям, которые осваиваются в процессе специального обучения.

В последние годы благодаря новым технологиям исследователи получили революционные сведения о специфике протекания речевых процессов в когнитивно-мыслительном аппарате человека [1]. Информацию о строении мозга и особенностях его функционирования при восприятии и порождении речи особенно важно учитывать в контексте обучения и усвоения ИЯ, когда когнитивная система человека обогащается за счет овладения новым «предметным кодом», овладевает речевой деятельностью на иностранном языке.

В данной статье акт чтения рассматривается как сложный нейрофизиологический процесс, который обеспечивается координацией мыслительной деятельности и особым образом организованными функциями нервной системы (зрительного аппарата, памяти, мышления и др.). Для понимания специфики процесса чтения важно представлять организацию и управление речевыми процессами в центральной нервной системе (далее ЦНС).

Нейрофизиологическая регуляция процесса чтения

Сложное строение человеческого мозга обеспечивает контроль и реализацию высших психических функций мозга: восприятие, память, мышление, речь. Так, речь и мышление считаются врожденными функциями мозга (в отличие от животных), обусловленные особой организацией и функционированием ЦНС человека [2]. В онтогенезе мышление и речь взаимосвязаны и взаимообусловлены [3]. Развитие и формирование речи и мышления связывают с развитием и формированием мозга, психических функций человека, со становлением личности и ее потребностей. Мозг человека генетически устроен таким образом, чтобы понимать и порождать речь. Еще И.П. Павлов выделял две сигнальные системы мозга человека: первую (безусловные реакции) и вторую (сигналы сигналов, слова и речь, собственно мышление), где последняя имеет регулирующую функцию и обеспечивается исключительно свойствами человеческого мозга и работой коры больших полушарий. Чтение, являясь речевым процессом, также связано с организацией ЦНС человека, обеспечивается и контролируется нейрокognитивным аппаратом человека, но при этом протекание данного процесса отличается спецификой включенных в него нейрофизиологических механизмов. Представим результаты анализа литературы по строению мозга и осветим результаты последних исследований в области нейрофизиологической организации речи в целом и чтения в частности.

Включенность мозга и полушарная специализация в процессе чтения

ЦНС человека представляет собой многоуровневую систему, функционирующую за счет включенности всех отделов мозга в процесс. В вертикальном срезе человеческий мозг изучается как иерархия структур:

- ретикулярная формация отвечает за рефлексы и автоматизмы;
- лимбическая система отвечает за эмоциональную сферу, управляет чувствами и эмоциями;
- высшая формация, кора головного мозга, отвечает за обработку и синтез информации.

Таким образом, и чтение, являясь речевым процессом, обеспечивается функционированием ЦНС: согласованной деятельностью всех областей головного мозга человека, включенностью всех отделов мозга в процесс: начиная с автоматизмов нейрофизиологического характера (движения глаза) при зрительной обработке – декодировании текста и до высшего анализа и синтеза – при смысловой обработке информации.

Как известно, в онтогенезе количество нейронов у человека не меняется, интеллектуальное развитие обеспечивается усложнением связей нейронов, разрастанием нейронных сетей и их специализацией. Каждый нейрон образует не менее 15 000 соединений (или синапсов) с другими нейронами. То есть в процессе овладения какой-либо новой деятельностью ЦНС не образует новые нейроны, а усложняет уже имеющиеся посредством разветвления их отростков, усложнения связей между ними. Исследования по нейрофизиологии подтверждают специализацию мозга в процессе овладения новой деятельностью [4; 5; 6; 7]. Так, как известно, становление устной речи происходит на самых ранних этапах онтогенеза (в среднем до 3 лет), тогда как письменная речь (чтение и письмо) формируется позже, основываясь на уже установившихся связях нейронных комплексов. Это так называемая специализация нейронов [8] или «нейронная перекалфикация» (“recyclage neuronal”) [9; 10 и др.]. Эта особенность чтения позволяет называть его «культурным приобретением», которое формируется на базе существующих связей нейронов. Чтение – это новая в фило- и онтогенезе высшая рефлекторная функция, которая усваивается в процессе специального обучения (в отличие от устной речи). Основное значение здесь имеют теменно-височно-затылочная область левого полушария (зрительно-речевая), о чем речь пойдет ниже.

Вышеперечисленные структуры мозга соединены между собой нервными волокнами (проводящие пути). Все функции, включая умственную деятельность, осуществляют группы нервных клеток – *нейроны*, связанные между собой нейронными связями. Нейрон – основной структурный и функциональный элемент нервной системы. У человека насчитывают более 100 миллиардов нейронов. Информация, поступающая через периферический орган чувства (глаз, ухо и т.п.), воспринимается сенсорными системами (или так называемыми анализаторами – зрение, слух, вкус и пр. [11]), которые передают сигналы [12] по рецепторам (конечные образования нейронов и ганглии). Сигналы преобразуются в нервные импульсы. Эти импульсы поступают в кору головного мозга, передавая через нейроны сообщения.

Изучая мозг в горизонтальном срезе, исследователи выделяют два полушария (левое и правое) и мозолистое тело, которое соединяет их и обеспечивает обмен информацией между ними. Начиная с работ Поля де Брока, левое полушарие принято считать речевым, анализирующим, тогда как правое – абстрактное, синтетическое. В организме оба полушария функционируют как единое целое и имеют комплементарные отношения, то есть дополняют друг друга. На начальной стадии, при выработке рефлекса доминирует правое полушарие (обрабатывающее преимущественно сигналы первой сигнальной системы). В дальнейшем, при упрочении рефлекса преобладает левое полушарие, обрабатывающее преимущественно сигналы второй сигнальной системы [13]. Аналогично при овладении чтением на начальном этапе правое полушарие обеспечивает анализ перцептивных свойств текста, создание эталонов, кодов зрительной информации. Дальнейшее совершенствование техники чтения связано преимущественно с левым полушарием, осуществляющим зрительно-пространственный анализ информации и ее семантическую обработку.

Благодаря многочисленным опытным наблюдениям было установлено, что заболевания типа алексии или аграфии обусловлены недоразвитием левых областей мозга [14; 15], дети-дислексии ориентируются в основном на перцептивные свойства текста, анализируя текст побуквенно, используют в основном правополушарные способы деятельности. Вместе с тем именно специализация левого полушария по мере совершенствования техники чтения обеспечивает семантическую обработку информации [16]. Правое полушарие, обладая целостной, холистической стратегией обработки информации, осуществляет отбор значимых признаков и синтезирует целостный образ, а затем идентифицирует формирующийся образ с образцами-эталоном, то есть осуществляет глобальное восприятие. При дисфункции зрительных полей

правого полушария возникает односторонняя пространственная агнозия, то есть фрагментарность восприятия, нарушение опознания индивидуальных признаков объекта. Левое полушарие опирается на аналитические способы обработки информации, выделяет и анализирует в объекте восприятия все детали (их размер, форму и т.д.) соотносит их с имеющимися схемами, классифицирует объект. Левосторонние дисфункции приводят к игнорированию отдельных элементов, невозможности установить иерархию выделенных признаков. Опознание зрительных стимулов зависит не только от внешних свойств воспринимаемого объекта, но и от внутренних: речевые, вербализируемые стимулы опознаются преимущественно с опорой на левое полушарие, неречевые, трудно вербализируемые стимулы предполагают участие правого полушария. Точное зрительное восприятие может обеспечить только совместная деятельность левого и правого полушарий [17].

Итак, синтезируя имеющиеся данные по межполушарному взаимодействию [18; 19; 20], можно заключить, что понимание письменной речи (или чтение) обеспечивается высшими психическими функциями мозга при взаимодополняющей специализации полушарий с преобладанием левого полушария.

Специализация корковых областей в процессе чтения: доминанта левой затылочной области

Изучение особенностей координационной деятельности ЦНС показывает, что одним из факторов, обеспечивающих согласованное функционирование ЦНС, является феномен облегчения, то есть преодоление избыточности при автоматизме. При выработке навыка на начальном этапе все составляющие навыка операции осуществляются полностью, под контролем сознания. По мере совершенствования навыка все дополнительные, ненужные движения постепенно устраняются: под контролем сознания остается только конечный результат всей цепочки операций. Это обеспечивается возрастающей избирательностью вовлечения корковых областей в процессе автоматизации навыка. Так и процесс чтения, автоматизирующийся при обучении, представляет собой совокупность зрительного восприятия, артикуляционной моторики и семантической обработки, где артикуляция по мере совершенствования преодолевается. То есть слухо-речедвигательная ассоциативная цепь, являясь основой устной речи, дополняется и постепенно замещается новыми звеньями: зрительными и глазодвигательными, специфическим сигналом для которых является видимое слово [21; 22]. Этот вывод подтверждается нейрофизиологическими экспериментами [23], выявившими пластичность нейрона в рефлекторной дуге: в ходе экспериментов были зарегистрированы мышечные потенциалы (речевые кинестезии) при автоматизации процесса чтения [24]: таким образом, по мере совершенствования техники чтения речевые кинестезии, артикуляция постепенно сходят на нет.

Кроме того, следует отметить, что фактор преодоления избыточности рассматривается многими исследователями в качестве физиологического механизма догадки по контексту: для опытного чтеца письменная речь привычна, функционирует на основе выработанных систем временных связей. Поэтому, когда читающий встречается с началом какой-то грамматической конструкции, то по законам ассоциативных связей воспроизводится вся конструкция в целом, происходит неосознанное автоматическое узнавание слов, а иногда и целых фраз [25; 26 и др.].

Другим фактором, обеспечивающим координационную деятельность ЦНС, принято считать фактор доминанты (стойкий, господствующий очаг возбуждения, подчиняющий себе активность других нейронов), раскрытый советским А.А. физиологом Ухтомским. В процессе реализации какой-либо деятельности доминирует определенная область мозга, подчиняющая себе активность других нейронов [27]. Так, доминирующими центрами головного мозга при восприятии и порождении устной речи являются левая височная часть больших полушарий (в которой располагаются нейроны слуховых анализаторов) и моторная кора (в которой располагаются нейроны двигательных анализаторов, отвечающие за движение, артикуляцию и т.д.) [28].

Сервоорганизация восприятия письменной речи (чтения) имеет свою специфику в силу различия получаемых и обрабатываемых сигналов. Текст, как и любое другое сложное графическое изображение, задействует зрительные анализаторы, нейронные сети которых располагаются в основном в затылочной части коры головного мозга. Это было подтверждено исследованиями поражений мозга страдающих алексией и аграфией, проводившимися А.Р. Лурия еще в 50-е гг. [29], а также последними экспериментальными данными: записи активности нейронов головного мозга подтверждают, что при восприятии устной и письменной речи доминируют различные области головного мозга [30; 31; 32 и др.]. При восприятии письменной речи (чтении) наблюдается повышение активности нейронов в левой затылочной части мозга. Некоторые исследователи даже называют левую затылочную область центром чтения [33]. Однако сегодня не существует единого мнения относительно процесса распознавания слова: некоторые (P.V. Gough) считают, что слово распознается побуквенно, другие (K.E. Stanovich, B.A. Wandell) высказывают мысль о том, что слово «схватывается» целиком, по его форме. Надо отметить, что исследования движения глаза во время чтения подтверждают доминанту зрительного де-

кодирования в процессе чтения. Все это дает основание называть левую затылочную область центром чтения: некоторые исследователи говорят о затылочно-височной области "region visuelle ventrale gauche" [24]. Но это утверждение не исключает включенности остальных участков мозга в процесс. На уровне центрального коркового отдела осуществляется высший анализ и синтез передаваемых сигналов, обеспечивающихся перекрывающимися друг друга сетями нейронов. Однако доминанта при этом меняется в зависимости от получаемого сигнала. Следует подчеркнуть «визуальный» характер процесса чтения. Согласно последним записям нейронной активности мозга в процессе взрослого чтения наиболее сильный очаг возбуждения обнаруживается в левой затылочной области коры головного мозга, то есть в области мозга, отвечающей за зрительное восприятие.

Таким образом, в рамках нейрофизиологической литературы по функционированию и организации речи (чтения) и мышления, чтение квалифицируется как нейрофизиологический акт, новая высшая рефлекторная функция, обеспечивающаяся функционированием ЦНС, включенностью всей сервосистемы при доминировании левой височной области, выполняющей зрительные функции. Зрительное восприятие играет ключевую роль в процессе чтения. Этот вывод предполагает внимательное изучение имеющихся данных по особенностям восприятия письменного текста, движению глаза и учет этой информации в процессе обучения чтению.

Ссылки и примечания:

1. Электромагнитные записи нейронов и их активности в процессе чтения, говорения, восприятия речи. Исследования в этой области ведутся по многим направлениям: создаются компьютерные томографии активации коры головного мозга в различных условиях восприятия речи (с помехами и без, восприятие слов и псевдослов), при различных источниках возбуждения (восприятие устной и письменной речи) и т.д. В последнее время стало популярным математическое моделирование речевых процессов (см.: URL: <http://www.mrc-cbu.cam.ac.uk/people/dennis.norris/personal/BayesianReader.pdf>).
2. Соколов А.Н. Внутренняя речь и мышление. М., 2007.
3. Выготский Л.С. Мышление и речь. М., 1996.
4. Загородний Е.С. Принципы работы мозга. М., 2006.
5. Лурия А.Р. Основы нейропсихологии: учебное пособие. М., 2009.
6. Соколов Е.Н. Нейронные механизмы памяти и обучения. М., 1981.
7. Физиология человека: учебник / под ред. В.М. Смирнова. М., 2001.
8. Соколова Л.В. Психофизиологические основы формирования навыка чтения: дис. ... д-ра биологических наук. Архангельск, 2005.
9. Там же.
10. Stanislas Dehaene. Les bases cérébrales d'une acquisition culturelle: la lecture. In Jean-Pierre Changeux (Ed.), *Gènes et Culture*, Odile Jacob, Paris, 2003. P. 187–199.
11. Наиболее существенными для речи являются три группы механизмов – слуховые, зрительные и двигательные (артикуляторные, общедвигательные).
12. Понятие сигнал позволяет абстрагироваться от конкретной физической величины, например изображения, акустической волны и рассматривать вне физического контекста явления связанные с кодированием информации.
13. Лурия А.Р. Указ. соч.
14. Stanislas Dehaene. Op. cit.
15. Shaywitz S. *Overcoming Dyslexia: A New and Complete Science-Based Program for Reading Problems at Any Level* / A.A. Knopf, 2003.
16. Скороходова Т.А. Функциональная организация интегративной деятельности мозга у детей младшего школьного возраста с разным уровнем интеллектуального развития: дис. ... канд. биол. наук. М., 2001.
17. Физиология человека.
18. Лурия А.Р. Указ. соч.
19. Скороходова Т.А. Указ. соч.
20. Физиология человека.
21. Здесь важно подчеркнуть, что формирование навыков чтения основывается на уже установившихся связях нейронных комплексов устной речи, поэтому целесообразно начинать обучение чтению на ИЯ с развития слухо-произносительных навыков, фонематического слуха.
22. Бернштейн Н.А. Физиология движений и активность. М., 1990.
23. Соколов Е.Н. Нейронные механизмы памяти и обучения. М., 1981.
24. Соколов А.Н. Внутренняя речь и мышление. М., 2007.
25. Соколова Л.В. Указ. соч.
26. Казановская И.А. Механизмы саморегуляции мозга и переработка зрительной информации. Рига, 1990.
27. Физиология человека.
28. Лурия А.Р. Указ. соч.
29. Там же.
30. Shaywitz S. *Overcoming Dyslexia: A New and Complete Science-Based Program for Reading Problems at Any Level* / A.A. Knopf, 2003.
31. Stanislas Dehaene. Op. cit.
32. Wandell B.A. The neurobiological basis of seeing words // *New York Academy of Sciences*, 2011. P. 63–80.
33. Shaywitz S. *Overcoming Dyslexia: A New and Complete Science-Based Program for Reading Problems at Any Level* / A.A. Knopf, 2003.
34. Stanislas Dehaene. Op. cit.

References and notes:

1. The electromagnetic record of the neurons and their activity in the process of reading, speaking, speech perception. The researches of this issue are focused on the many areas: computer tomography of the brain cortex activation in various conditions of the speech perception (noisy and noiseless, perception of words and pseudo-words), with different sources of activation (perception of spoken or written language), etc. In these latter days the mathematic modelling of the speech processes has become popular (See: <<http://www.mrc-cbu.cam.ac.uk/people/dennis.norris/personal/BayesianReader.pdf>>).
2. Sokolov, AN 2007, *Inner speech and thought*, Moscow.
3. Vygotskiy, LS 1996, *Thinking and speech*, Moscow.
4. Zagorodniy, ES 2006, *The principles of the brain*, Moscow.
5. Luria, AR 2009, *Fundamentals of neuropsychology: textbook*, Moscow.
6. Sokolov, EN 1981, *Neural mechanisms of learning and memory*, Moscow.
7. Smirnov, VM (ed.) 2001, *Human physiology: textbook*, Moscow.
8. Sokolova, LV 2005, *Physiological basis for the formation of reading skills*, D.Phil. thesis, Archangelsk.
9. Sokolova, LV 2005, *Physiological basis for the formation of reading skills*, D.Phil. thesis, Archangelsk.
10. Dehaene, Stanislas 2003, 'Les bases cérébrales d'une acquisition culturelle: la lecture', in Jean-Pierre Changeux (ed.), *Gènes et Culture*, Odile Jacob, Paris, pp. 187-199.
11. For speech the following three groups of mechanisms are the most essential: auditory, visual and motional (articulation, general motional).
12. The concept of a signal allows abstracting away from the specific physical quantity, for example, visual content or acoustic wave, and consider phenomena of the information coding out of the physical context.
13. Luria, AR 2009, *Fundamentals of neuropsychology: textbook*, Moscow.
14. Dehaene, Stanislas 2003, 'Les bases cérébrales d'une acquisition culturelle: la lecture', in Jean-Pierre Changeux (ed.), *Gènes et Culture*, Odile Jacob, Paris, pp. 187-199.
15. Shaywitz, S 2003, *Overcoming Dyslexia: A New and Complete Science-Based Program for Reading Problems at Any Level*, AA Knopf.
16. Skorokhodova, TA 2001, *Functional organization of the integrative activity of the brain in children of primary school age with a different level of intellectual development*, PhD thesis abstract, Moscow.
17. Smirnov, VM (ed.) 2001, *Human physiology: textbook*, Moscow.
18. Luria, AR 2009, *Fundamentals of neuropsychology: textbook*, Moscow.
19. Skorokhodova, TA 2001, *Functional organization of the integrative activity of the brain in children of primary school age with a different level of intellectual development*, PhD thesis abstract, Moscow.
20. Smirnov, VM (ed.) 2001, *Human physiology: textbook*, Moscow.
21. It requires to be emphasized that the development of the reading skills is based upon the formed connection of the neuron complexes of the spoken language; therefore, it is reasonable to start learning of the foreign language from development of the audition and pronunciation skills, the phonemic awareness.
22. Bernstein, NA 1990, *Physiology of movement and activity*, Moscow.
23. Sokolov, EN 1981, *Neural mechanisms of learning and memory*, Moscow.
24. Sokolov, AN 2007, *Inner speech and thought*, Moscow.
25. Sokolova, LV 2005, *Physiological basis for the formation of reading skills*, D.Phil. thesis, Archangelsk.
26. Kazanovskaya, IA 1990, *Self-regulation mechanisms of the brain and processing of visual information*, Riga.
27. Smirnov, VM (ed.) 2001, *Human physiology: textbook*, Moscow.
28. Luria, AR 2009, *Fundamentals of neuropsychology: textbook*, Moscow.
29. Luria, AR 2009, *Fundamentals of neuropsychology: textbook*, Moscow.
30. Shaywitz, S 2003, *Overcoming Dyslexia: A New and Complete Science-Based Program for Reading Problems at Any Level*, AA Knopf.
31. Dehaene, Stanislas 2003, 'Les bases cérébrales d'une acquisition culturelle: la lecture', in Jean-Pierre Changeux (ed.), *Gènes et Culture*, Odile Jacob, Paris, pp. 187-199.
32. Wandell B.A. The neurobiological basis of seeing words // New York Academy of Sciences, 2011. P. 63-80.
33. Shaywitz, S 2003, *Overcoming Dyslexia: A New and Complete Science-Based Program for Reading Problems at Any Level*, AA Knopf.
34. Dehaene, Stanislas 2003, 'Les bases cérébrales d'une acquisition culturelle: la lecture', in Jean-Pierre Changeux (ed.), *Gènes et Culture*, Odile Jacob, Paris, pp. 187-199.