

© ЗАВАДЕНКО Н.Н., 2021

Заваденко Н.Н.

## Дислексия — самая распространённая форма специфических расстройств обучаемости

ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, 117997, Москва, Россия

Дислексия представляет собой самую распространённую форму специфических расстройств обучаемости. Дислексия наблюдается у 5,0–17,5% школьников, а среди детей со специфическими расстройствами обучаемости на её долю приходится примерно 70–80%. Обычно дислексия у детей проявляется не только в неспособности достичь такого уровня развития навыков чтения, которые были бы пропорциональны их интеллектуальным возможностям, но также освоить письмо и орфографию. Вторичные последствия дислексии включают проблемы с пониманием прочитанного и ограничение объёма чтения, что может препятствовать росту словарного запаса и базового уровня знаний. В обзоре рассматривается неврологическая организация чтения и письма как сложных высших психических функций, включающих много компонентов, которые обеспечиваются различными областями мозга. Приводятся принципы классификации дислексии, основные характеристики её традиционно определяемых форм: фонематической, оптической, мнестической, семантической, аграмматической. Анализируются церебральные механизмы развития дислексии, результаты современных исследований с применением нейропсихологических методов, функциональной нейровизуализации, изучения мозгового коннектома. Обсуждается вклад в развитие дислексии нарушений фонологической осведомлённости, быстрого автоматизированного называния, объёма зрительного внимания, компонентов управляющих функций мозга. Рассмотрены генез эмоциональных нарушений у детей с дислексией, факторы риска дислексии (включая генетическую предрасположенность). Перечислены проявления дислексии у детей, по поводу которых их родители впервые обращаются за консультацией к специалисту. В процессе диагностики дислексии следует обращать внимание на отставание развития речи ребенка, случаи специфических расстройств обучаемости среди членов семьи. Следует учитывать возможную коморбидность дислексии у ребёнка с синдромом дефицита внимания с гиперактивностью, дискалькулией, диспраксией развития, нарушениями эмоционального контроля и управляющих функций мозга. Своевременная диагностика определяет эффективность программ раннего вмешательства, которые основываются на комплексном подходе.

**Ключевые слова:** специфические трудности обучения; расстройства нервно-психического развития; дислексия; дисграфия; неврологическая основа; генетическая предрасположенность; раннее вмешательство; фармакотерапия

**Для цитирования:** Заваденко Н.Н. Дислексия — самая распространённая форма специфических расстройств обучаемости. *Неврологический журнал имени Л.О. Бадаляна*. 2021;2(3): 146–158. <https://doi.org/10.46563/2686-8997-2021-2-3-146-158>

**Для корреспонденции:** Заваденко Николай Николаевич — д.м.н., профессор, заведующий кафедрой неврологии, нейрохирургии и медицинской генетики им. академика Л.О. Бадаляна педиатрического факультета ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России. E-mail: [zavadenko@mail.ru](mailto:zavadenko@mail.ru)

**Конфликт интересов.** Автор декларирует отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи.

**Финансирование.** Статья не имела спонсорской поддержки.

Поступила: 12.08.2021

Принята к печати: 16.08.2021

Опубликована: 30.09.2021

Nikolay N. Zavadenko

## Dyslexia as the most prevalent form of specific learning disabilities

Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, 117997, Russian Federation

Dyslexia is the most common form of specific learning disabilities. Dyslexia is observed in 5–17.5 % of schoolchildren, and among children with specific learning disabilities, it accounts for about 70–80 %. Usually, dyslexia manifests itself as the inability to achieve an appropriate level of reading skills development that would be proportional to intellectual abilities and writing and spelling skills. Secondary consequences of dyslexia may include problems in reading comprehension and reduced reading experience that can impede the growth of vocabulary and background skills. The review discusses neurological management of reading and writing as complex higher mental functions, including many components that are provided by various brain areas. The principles of dyslexia classification, the main characteristics of its traditionally defined forms are given: phonemic, optical, mnemonic, semantic, agrammatic. The article analyzes the cerebral mechanisms of dyslexia development, the results of studies using neuropsychological methods, functional neuroimaging, and the study of the brain connectome. The contribution to dyslexia development of disturbances in phonological awareness, rapid automated naming, the volume of visual attention, components of the brain executive functions is discussed. The origin of emotional disorders in children with dyslexia, risk factors for dyslexia development (including genetic predisposition) are considered. Dyslexia manifestations in children are listed, about which their parents seek the advice of a specialist for the first time. In the process of diagnosing dyslexia, attention should be paid to the delay in the child's speech development, cases of speech and language development disorders and specific learning disabilities among family members. It is necessary to consider possible comorbidity of dyslexia in a child with attention deficit hyperactivity disorder, dyscalculia, developmental dyspraxia, disorders of emotional control and brain executive functions. Timely diagnosis determines the effectiveness of early intervention programs based on an integrated multimodal approach.

**Keywords:** specific learning disorders; neurodevelopmental disorders; dyslexia; dysgraphia; neurological background; genetic predisposition; early intervention; pharmacotherapy

**For citation:** Zavadenko N.N. Dyslexia as the most prevalent form of specific learning disabilities. *Nevrologicheskiy Zhurnal imeni L.O. Badalyana* (L.O. Badalyan Neurological Journal). (In Russ.) 2021; 2(3): 146–158. <https://doi.org/10.46563/2686-8997-2021-2-3-146-158>

**For correspondence:** Nikolay N. Zavadenko — MD, PhD, DSci, professor, Head of the Neurology, Neurosurgery and Medical Genetics Department named after academician L.O. Badalyan, Faculty of Pediatrics, Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, 125412, Russian Federation. E-mail: [zavadenko@mail.ru](mailto:zavadenko@mail.ru)

**Information about the author:**

Zavadenko N.N., <https://orcid.org/0000-0003-0103-7422>

**Acknowledgments.** The study had no sponsorship.

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

Received: August 12, 2021

Accepted: August 16, 2021

Published: September 30, 2021

## Введение

Специфические расстройства обучаемости (СРО) (или специфические расстройства развития учебных навыков, специфическая неспособность к обучению) — формы расстройств нервно-психического развития (РНПР), которые характеризуются выраженными трудностями овладения чтением, письмом, орфографией и математикой. По современным оценкам, от 7 до 20% детей школьного возраста вынуждены преодолевать проблемы, связанные с СРО [1–4]. СРО начинают проявляться в школьный период и сопровождаются неуспешностью в освоении трёх основных предметов и соответствующих академических способностей: чтения (дислексия), письма и орфографии (дисграфия), математических навыков (дискалькулия). Дети с трудностями обучения — не «глупые», не «ленивые». Их неспособность к обучению связана с отличиями в работе мозга и процессах обработки информации.

Если некоторые дети имеют трудности в одной академической области, то у других (30–60% случаев СРО) отмечается сочетание неспособности к освоению навыков письменной речи и математики, а примерно у трети детей с СРО — коморбидность с синдромом дефицита внимания и гиперактивности (СДВГ) [3, 5]. Такие формы сочетанных нарушений являются более сложными как для диагностики, так и для коррекции.

СРО снижают способность ребёнка приобретать и применять академические навыки, но не связаны с общим отставанием интеллектуального развития. Эти дети, обладая по крайней мере средним, а нередко и высоким интеллектом, не могут осваивать основные школьные предметы на уровне, ожидаемом для их возраста, интеллектуальных способностей, опыта обучения и условий образовательного процесса. Неспособность к обучению никак не связана с нарушениями зрения, слуха или моторики, эмоциональными расстройствами или неблагоприятными экологическим, социокультурным, экономическим окружением и так называемой педагогической запущенностью [1, 3, 4, 6].

Несформированность базовых учебных навыков, в особенности чтения, может вызывать значительные сложности при изучении в средних и старших классах естественно-научных и общественных дисциплин, не-

гативно влиять на результаты повседневной деятельности [6, 7]. СРО, если их вовремя не распознавать и не лечить, помимо низких академических достижений, приводят к отсеву из школы, во взрослом возрасте — к дезадаптации в различных сферах жизни, профессиональным проблемам (неполной занятости и безработице), значительному риску психологического стресса, ухудшению общего психического состояния. В отношении лиц с СРО часто складывается впечатление о существенном разрыве между индивидуальным потенциалом и фактическими достижениями. Поэтому неспособность к обучению именуется «скрытой инвалидностью», когда человек выглядит совершенно «нормальным», обладает хорошим интеллектом, но при этом не может продемонстрировать ожидаемый для его возраста уровень академических навыков и достижений [1, 6].

Поскольку трудности с чтением, письмом и математикой становятся очевидными в школьные годы, СРО чаще всего диагностируются именно в это время. Дислексия наблюдается у 5,0–17,5% школьников, а среди детей с СРО на её долю приходится примерно 70–80% [2, 8–10]. Обычно дислексия у детей проявляется не только в неспособности достигать такого уровня развития навыков чтения, которые были бы пропорциональны их интеллектуальным возможностям, но также письма и орфографии. Таким образом, расстройства формирования письменной речи имеют комплексный характер: дислексия обычно сопровождается дисграфией и дисорфографией, хотя в отдельных случаях они встречаются и по отдельности. Дискалькулией страдает примерно 25% школьников с СРО, они неспособны освоить выполнение арифметических расчётов и решение математических задач [3, 5]. При дискалькулии затруднены изучение математических понятий (таких как количество, числовое значение и время), запоминание математических фактов, систематизация чисел и понимание того, как задачи организованы на странице.

## Понятие дислексии

Дислексия (также обозначаемая как «дислексия развития») — нарушение становления процессов чтения и форма недоразвития письменной речи, которая имеет неврологическую основу и проявляется в по-

вторяющихся ошибках стойкого характера; дети с дислексией не достигают такого уровня развития навыков чтения, который соответствовал бы их нормальным интеллектуальным способностям [2, 8, 10]. Дислексия начинает проявляться в младшем школьном возрасте, в период интенсивного усвоения навыков чтения и письма.

Дислексия — наиболее распространённая форма СРО, ею страдает как минимум 1 из 10 школьников [2, 8–10]. В частоте встречаемости дислексии нет существенных гендерных, межэтнических различий, она одинаково распространена во всех социально-экономических группах.

Термин «дислексия» (от греч. dys — «сложность» и lexis — «слова, словарь») впервые ввел в 1887 г. работавший в Штутгарте офтальмолог Рудольф Берлин, который наблюдал мальчика, имевшего трудности в обучении чтению и письму при нормальном интеллекте. В 1896 г. английский терапевт В. Прингл Морган опубликовал статью «Врождённая словесная слепота», в которой описал клинический случай подростка с нормальным интеллектом, но не способного научиться читать.

В классификациях МКБ-10 (1994), как и в DSM-IV [5, 11], дислексия представлена в разделе «Расстройства психологического развития» и категории «Специфические расстройства школьных навыков» под рубрикой F81.0 — «Специфическое расстройство чтения». В них подчёркивается, что низкие показатели чтения и письма при дислексии не связаны с отсутствием нормальных условий для обучения, расстройствами зрения и слуха, перенесённой черепно-мозговой травмой или другими неврологическими и психическими заболеваниями.

В классификациях DSM-V и МКБ-11 [5, 10, 12, 13] дислексия, как и другие формы СРО, вошли в группу РНПР, характеризующихся нарушениями формирования когнитивных функций, навыков общения, характеристик поведения и/или двигательных навыков, которые обусловлены отклонениями протекания процессов нейроонтогенеза. РНПР охватывают общую интеллектуальную недостаточность (расстройство развития интеллекта), коммуникативные расстройства (нарушения развития речи), расстройства аутистического спектра, СДВГ, специфические расстройства обучения, расстройства развития двигательной сферы [12, 13]. Следует отметить, что в практике детского невролога и педиатра существенную часть составляют пациенты с РНПР без общего снижения интеллекта, прежде всего — с нарушениями развития речи, СДВГ и СРО.

Согласно определению Международной ассоциации по изучению дислексии [14], она «характеризуется трудностями с точным и/или беглым распознаванием слов, а также слабыми способностями к спеллингованию (произнесение слов по буквам и правильное написание слов) и декодированию (перевод графиче-

ской, буквенной модели слова в устную языковую форму). Эти трудности обычно возникают из-за дефицита фонологического компонента речи, который часто не соответствует другим когнитивным способностям и не достаточен для обучения в школе. Вторичные последствия дислексии включают проблемы с пониманием прочитанного и ограничение объёма чтения, что может препятствовать росту словарного запаса и базового уровня знаний» [14].

### Неврологическая организация чтения и письма

Способность детей к овладению навыками чтения и письма зависит от развития устной речи, которая активно формируется в младшем и дошкольном возрасте. В начальной школе ребенок осваивает зрительные образы букв. Чтение и письмо относятся к самым новым в филогенезе высшим психическим функциям, которые осваиваются в процессе специального обучения. В их осуществлении основное значение имеют наиболее поздно формирующиеся области коры головного мозга, в основном теменно-височно-затылочные отделы левого полушария. Кроме того, эти функции реализуются при тесном взаимодействии зрительного, речеслухового и речедвигательного анализаторов, а также при достаточном уровне развития сложных произвольных действий (движения глаз по строкам текста, координированные движения руки и глаз при письме) [13].

Чтение и письмо тесно связаны между собой и с самого начала влияют на развитие друг друга. Начальным этапом их освоения является анализ звукового состава слова, установление ассоциации «звук—буква». Эта аналитическая деятельность опирается на способность к фонематической и речемоторной дифференциации (произношение и слуховая дифференциация фонем, фонематический анализ и синтез) [15, 16]. В начале обучения письму записываемое слово проговаривается, а любой человек, владеющий письменной речью, также прибегает к этому приёму, когда встречается с малоупотребительными и трудными по звуковой структуре словами. За устным анализом слова непосредственно следует синтез, осуществляемый последовательной записью букв под контролем зрительного анализатора. При чтении слово анализируется зрением, буквы переводятся в звуки и произносятся в правильной последовательности (читаются), причём данный процесс управляется ожиданием смысла прочитанного.

А.Р. Лурия [15] отмечал, что чтение является процессом перешифровки одних символов — зрительных (графических), к которому относятся различение и узнавание букв, в другую систему символов — устную речевую (артикуляционную), что связано с процессом воспроизведения звукопроизносительного образа слова, его прочитыванием.

Во время чтения осуществляются два основных процесса:

- декодирование (распознавание, понимание) графической (буквенной) модели слова в устную языковую форму;

- процесс понимания текста [15].

Процесс декодирования на начальном этапе овладения чтением включает в себя несколько операций:

- определение звуко-буквенных соответствий;
- слогослияние;
- воссоздание звукового облика целого слова.

При этом наибольшие трудности обычно связаны со слогослиянием и чтением слов [8].

Освоение детьми навыка чтения как процесса декодирования происходит в несколько этапов:

- овладение звуко-буквенными обозначениями;
- послоговое чтение;
- становление синтетических приемов чтения;
- синтетическое чтение [8, 16].

Эти несколько этапов предшествуют образованию навыка беглого, осмысленного чтения. При этом можно наблюдать переходные периоды, когда конечная фаза предыдущего этапа перекрывается начальной фазой следующего.

Чтение и письмо — сложные высшие психические функции, включающие много компонентов, которые обеспечиваются различными областями мозга. Каждый из этих компонентов играет свою особую роль, и недоразвитие любого из них ведёт к специфическим затруднениям формирования всей функции в целом [15]. Успешное и своевременное усвоение букв возможно лишь при достаточной сформированности фонематического восприятия (дифференциации, различения фонем), фонематического анализа (возможности выделения звуков из речи), зрительного анализа и синтеза (способности определять сходство и различие букв), пространственных представлений, зрительного мнестического (возможности запоминания зрительного образа буквы) [16]. Для ребёнка, начинающего читать, буква не является простым графическим символом. Она сложна, состоит из нескольких элементов, различно расположенных в пространстве по отношению друг к другу. Чтобы отличить изучаемую букву от всех других, в том числе сходных по начертанию, необходимо осуществить оптический анализ каждой буквы на составляющие ее элементы. Поскольку отличия многих букв заключаются лишь в различном пространственном расположении одних и тех же буквенных элементов, то усвоение оптического образа буквы возможно лишь при достаточном развитии у ребёнка пространственных представлений [15, 16].

Чтение — высокоинтерактивный и интегративный процесс, который опирается на зрительно-пространственные способности для распознавания и одновременной обработки букв в печатных словах и на фонологические навыки для перевода соответствующих орфографических единиц в их фонологические представления [17–19]. Сложность чтения выступает особенно отчётливо, когда рассматривается такое клиническое состояние, как дислексия развития.

## Классификация дислексии и церебральные механизмы её формирования

В отечественной логопедии традиционно рассматривается несколько вариантов дислексии в зависимости от ведущих механизмов её формирования [16].

Фонематическая дислексия [16] обусловлена нарушением восприятия фонем (минимальных звуковых единиц речи). При этом отсутствует чёткий звуковой образ буквы, затруднено определение последовательности звуков, их количества и места в слове. Проявляется в несформированности фонематического восприятия (трудности усвоения букв; замены букв, сходных акустически и артикуляционно) или фонематического анализа (побуквенное чтение, искажение звукослоговой структуры слова, пропуски согласных в их стечениях, вставки гласных между согласными в стечениях; перестановки, пропуски и перестановки слогов).

Оптическая дислексия обусловлена недоразвитием зрительно-пространственных представлений [16]. С трудом усваивается зрительный образ буквы и расположение её элементов, во время чтения страдает различение внешне похожих букв, допускаются ошибки в буквах, имеющих схожие оптические признаки. Может отмечаться соскальзывание с одной строки на другую во время чтения. К оптической дислексии также относятся случаи зеркального чтения, осуществляемого справа налево.

Мнестическая дислексия связана с нарушениями речевой памяти [16]. Ребёнок долго не может запомнить букву и её составляющие. Нарушается ассоциация зрительной формы буквы с её произносительным и акустическим образом. Проявляется плохим запоминанием букв, их заменой при прочтении слов на другие, неспособностью воспроизвести ряд из 3–5 букв или слов.

Семантическая дислексия (механическое чтение) [16] характеризуется тем, что при технически правильном чтении ребёнок не может установить смысловые связи между словами, понять и пересказать смысл читаемого. Если он читает по слогам, то не может понять, о каком слове идёт речь, не может соотнести его с подходящей картинкой. Не может отвечать на вопросы по тексту, не развиты представления о синтаксических связях слов в предложении (каждое слово воспринимается изолированно).

Грамматическая дислексия [16] проявляется у детей с отставанием речевого развития и характеризуется неправильным согласованием слов в словосочетаниях. Характерные особенности — неправильные окончания, нарушение правил согласования слов, трудности в словообразовании, неправильная постановка ударения.

Процесс чтения требует вовлечения различных отделов мозга и зон коры больших полушарий, поскольку включает ряд последовательных операций: концентрация внимания на печатных знаках (буквах и словах),

распознавание зрительных образов печатных знаков, соотнесение зрительных образов со звуковыми (декодирование), соединение звуков в слоги и слогов в слова, выполнение произвольных движений глазами слева направо и сверху вниз по странице, интеграция слов в предложения, предложений — в идеи и образы, сравнение новой информации (идей и образов) с уже известной, понимание прочитанного, сохранение информации в памяти. Очевидно, что в перечень когнитивных операций, необходимых для обеспечения чтения, входят компоненты управляющих функций (УФ) мозга. У многих детей с дислексией обнаруживается дефицит процессов программирования и контроля, избирательного и поддерживаемого внимания, зрительного анализа и зрительно-пространственного внимания, памяти, имплицитного (скрытого, неявного) научения [11, 19, 20].

Овладение чтением требует участия кратковременной памяти для восприятия порядка последовательности элементов, таких как буквы в напечатанных словах. Кроме того, необходима долговременная память, которая играет решающую роль в закреплении правил последовательности в фонологическом и орфографическом вводе, обеспечивает стабильность фонологических и орфографических лексических представлений, быстрое распознавание слов [19, 21].

Вербальная кратковременная память и вербальная рабочая память обычно снижены у детей с дислексией по сравнению с ровесниками; помимо вербальной модальности, дети с дислексией часто демонстрируют снижение зрительно-пространственной кратковременной памяти и рабочей памяти [19, 21–23].

С помощью методов функциональной нейровизуализации, в частности функциональной МРТ, показано, что у детей с дислексией [2, 24] во время чтения отсутствует активация областей левого полушария, участвующих в фонетическом декодировании, снижена активность речевых зон в задних отделах левого полушария. При включении компенсаторных механизмов, вместо активации этих областей, начинают функционировать зоны коры правого полушария (участвующие в невербальном и аналитическом мышлении). Таким образом, по сравнению с нормально читающими, у лиц с дислексией обработка информации во время чтения происходит в иных областях головного мозга, т.е. их мозг функционирует иначе, вырабатывая альтернативные приспособительные механизмы. Однако скорость обработки информации остаётся низкой, а чтение — непродуктивным.

Данные функциональной МРТ подтвердили неврологическую основу дислексии, в частности, нарушения работы двух заднемозговых областей левого полушария (теменно-височной и затылочно-височной) с компенсаторным включением переднемозговых отделов вокруг нижней лобной извилины и правой затылочно-височной области [2]. Кроме того, получены доказательства роли левой затылочно-височной коры

в развитии беглого (автоматизированного) чтения. Считается, что мозговые системы, отвечающие за чтение, пластичны, и их нарушения у детей с дислексией могут быть преодолены с помощью раннего вмешательства [2, 24].

По сравнению с контрольными испытуемыми у дислектиков недостаточно активируется левая височно-теменная кора и обнаруживается отставание в формировании специализации вентрального зрительного пути, отвечающего за обработку визуально распознаваемых объектов и слов [17, 25]. Обсуждается, что недостаточная активация этих областей мозга отражает дефицит процессов аудиовизуальной интеграции [26] и неспособность задействовать лексико-семантические представления [17]. Весь комплекс анатомически распределённых областей мозга, участвующих в орфографической, фонологической и семантической обработке письменной речи, обозначается как «мозговая система чтения» [25, 27], в которую встроены более или менее функционально специализированные области головного мозга.

Снижение активации в «классических» структурах мозговой системы чтения, таких как левая веретенообразная извилина (или боковая затылочно-височная извилина), связывают с особенностями обработки орфографической информации [7, 28]. У этих детей подтверждена правополушарная латерализация во время чтения, особенно в областях, непосредственно связанных с чтением, таких как правая веретенообразная извилина, что свидетельствует о большей зависимости чтения от правого полушария у детей с дислексией (в отличие от вовлечения левой веретенообразной извилины у обычно читающих детей) [7, 29]. Во время задания на понимание прочитанного дети с дислексией по сравнению с обычно читающими детьми обнаруживают более значительную активацию в лобных долях, т.е. в областях мозга, обеспечивающих УФ [30].

Проводится изучение мозгового коннектома — связей между этими областями мозга у дислектиков и нормально читающих лиц. Показана ключевая роль во время фонологических задач левой угловой извилины и уменьшение её функциональных связей с другими структурами в мозговой системе чтения у дислектиков, у которых также обнаружено увеличение связей этой извилины с задними отделами правого полушария, что может отражать их компенсаторное вовлечение [7, 28].

У детей с дислексией наблюдалось снижение функциональной коннективности между областями мозга, ответственными за чтение и УФ (корой передней поясной извилины) во время чтения [31]. Недавние исследования также продемонстрировали различия в функциональных связях, относящихся к системе когнитивного контроля у детей с дислексией. Обнаружено усиление функциональной коннективности у детей с дислексией между структурами, отвечающими за УФ, и областями зрительного, речевого и когнитивного контроля во время выполнения теста Струпа

[32]. Предполагается, что у детей с дислексией при выполнении данной когнитивной задачи более активно задействуется комплекс структур мозга, обеспечивающий УФ, чем у обычных школьников.

У детей с дислексией с помощью функциональной МРТ исследованы связи левой затылочно-височной системы (включая так называемую «область визуальной формы слова» — VWFA) с другими речевыми областями мозга [33]. Выявлено значительное нарушение функциональной коннективности между VWFA и левой нижней лобной и левой нижней теменной речевыми зонами. Кроме того, у детей с дислексией функциональное «отключение», дисконнекция левой затылочно-височной системы ограничена небольшой областью VWFA, имеющей решающее значение для автоматизированной зрительной обработки текста (слов), и возникает на ранних этапах обучения чтению, наряду с недостатками в орфографическом и фонологическом анализе визуальных форм слов [33].

Развитие чтения может рассматриваться с позиций постепенного расширения орфографических знаний, что позволяет читать точно и бегло, прочитывая слова вслух, т.е. извлекая произносимую форму слова из памяти при виде его письменной формы. Продemonстрировано несколько способностей, способствующих развитию чтения, в первую очередь — это фонологическая осведомленность (способность распознавать звуки в произносимых словах и манипулировать ими), а также быстрое автоматизированное называние (rapid automatized naming — RAN), или способность как можно быстрее называть хорошо знакомые слова-стимулы [34]. Тест RAN представляет собой группу заданий, в которых оценивается способность быстрого поиска и извлечения из долговременной памяти названий предметов, цветов, цифр и букв.

Одной из наиболее признанных теорий дислексии является гипотеза основного фонологического дефицита. Роль фонологической осведомленности в приобретении навыков чтения полностью обоснована. Как показали многие исследования, более низкая фонологическая осведомленность предсказывает более слабую способность к чтению у детей, а её дефицит приводит к нарушениям чтения и дислексии [18, 19, 35].

Дислексия сопровождается фонологическим дефицитом — нарушениями ряда аспектов процессов восприятия и обработки звуков речи, недостаточной точностью обработки фонологической информации [36]. В качестве подтверждений фонологического дефицита при дислексии рассматриваются слабая фонематическая осведомленность (ФО) — способность осознанно обращать внимание на звуки речи, анализировать звуки речи и мысленно манипулировать с ними; снижение вербальной оперативной памяти — способности активно удерживать фонологические образы в течение определённого времени; замедление лексического поиска — способности извлекать из памяти

фонологические формы слов для речевой артикуляции [35, 36]. Таким образом, основная когнитивная причина дислексии состоит в неспособности к точной обработке фонологической информации. Однако ведутся дискуссии по поводу того, имеет ли значение только одна фонологическая недостаточность, или расстройству овладения чтением способствуют и другие когнитивные нарушения.

В гипотезе «двойного дефицита» рассматриваются две способности — ФО и быстрый поиск и извлечение слов из долговременной памяти (навык автоматизации), который оценивают с помощью заданий RAN [37]. Для выполнения RAN требуются скорость и переработка как зрительной, так и фонологической информации. Трудности выполнения RAN отражают снижение скорости чтения. RAN является сильным предиктором продуктивности чтения, и имеются убедительные доказательства дефицита RAN у лиц с дислексией [18, 38].

Как показали исследования, RAN и ФО оказывают независимое влияние на чтение [39], и избирательный дефицит RAN или ФО определяет различные подгруппы детей с ограниченными возможностями чтения [37, 40]. Согласно гипотезе «двойного дефицита» дети, слабо справляющиеся с RAN и имеющие фонологический дефицит (тяжёлая или смешанная дислексия), обнаруживают значительно более серьёзные трудности при обучении чтению, чем дети только с недостаточностью автоматизации (поверхностная дислексия) либо только со слабой ФО (фонологическая дислексия) [37, 38].

Хотя приобретение навыков чтения иногда рассматривается как главным образом лингвистический процесс [41], исследование зрительно-пространственных навыков и зрительного внимания показало наличие связи между навыками обработки визуальной информации, способностями к зрительному вниманию и приобретением навыков чтения как у дислектиков, так и у обычных школьников [18]. Предполагается, что ещё одна способность, которая влияет на развитие чтения, — это объём зрительного внимания (visual attention span — VAS), понимаемый как количество орфографических единиц (например, букв, групп букв, слогов), которые могут быть обработаны посредством одного взгляда [18, 34]. Показаны связь VAS с уровнем навыков чтения слов у лиц разных возрастов, языковых групп и интеллектуальных способностей и его вклад в индивидуальные различия показателей чтения независимо от фонологической осведомленности и RAN [34, 42].

VAS влияет на продуктивность чтения независимо от фонологических навыков как при дислексии развития [43], так и при типичном формировании навыков чтения [18, 34]. Обнаружено, что при нарушенном VAS наблюдается билатеральная дисфункция верхнетеменных долек, но сохраняется функционирование перисильвиарных областей левого полушария, в то время

как при изолированном фонологическом дефиците отмечается избирательная дисфункция перисильвиарных областей мозга [44]. Дополнительные доказательства того, что верхнетеменные дольки являются мозговой основой VAS, были представлены у хорошо читающих и лиц с дислексией [18, 34]. Кроме того, получены доказательства того, что VAS при дислексии развития оказывает влияние на показатели чтения независимо от RAN [45].

S. Valdois и соавт. [18] исследовали различные когнитивные профили на большой популяции учеников 6-х классов школы с учётом роли ФО, RAN и VAS. Подтверждено, что все три навыка являются значимыми предикторами беглости чтения. Среди 110 детей с дислексией уникальный дефицит VAS был обнаружен у 18%, в то время как 20% и 15,5% показали уникальный дефицит ФО или RAN. Кроме того, у ряда детей были выявлены комбинированные нарушения. Полученные результаты свидетельствуют о различных когнитивных профилях пациентов с дислексией, что следует учитывать для индивидуализации коррекционных учебных и терапевтических программ.

### **Эмоциональные нарушения у детей с дислексией**

Дислексия — расстройство, характеризующееся значительными трудностями при чтении, которые не объясняются каким-либо другим дефицитом интеллекта, мотивации или окружающей обстановки [14]. Как показали исследования, у многих людей с дислексией также наблюдаются дополнительные изменения со стороны когнитивного контроля и УФ мозга [10, 11], при этом некоторые авторы предполагают, что именно нарушения УФ у лиц с дислексией являются источником трудностей, связанных с чтением [46]. Кроме того, обнаружено, что многие дети с дислексией испытывают эмоциональные проблемы, прежде всего низкую самооценку и тревогу [7, 47].

По данным метаанализа международных исследований [48], среди школьников с СРО, и особенно с дислексией, отмечаются более высокие средние оценки по показателям тревожности, чем у их обычных сверстников. Более высокая по сравнению с ровесниками частота встречаемости тревожных расстройств характерна для пациентов как с СРО, так и с дислексией [7, 48, 49]. Предложены три объяснения взаимосвязи между СРО и тревожными расстройствами [49]. Достаточно очевидной представляется точка зрения, согласно которой тревога развивается как вторичная реакция на академическую неуспешность. Действительно, учащиеся с СРО переживают хроническую неуспеваемость в учёбе, неуверенность, могут постоянно испытывать трудности с соблюдением сроков или завершением заданий, в решении проблем повседневной жизни и социальной адаптации и, как следствие, стресс; поэтому они более предрасположены к тревожным расстройствам, чем их сверстники. Согласно

второй концепции учащиеся с формирующимся СРО изначально имеют высокий уровень тревоги, что приводит к возникновению проблем с обучением. Ещё одна концепция предполагает существование «церебральной дисфункции», при которой СРО и тревога связаны с третьим фактором (генетическим/конституциональным) и имеют общую нейробиологическую основу [49].

Поскольку существует связь между эмоциональной сферой и когнитивными способностями [50], предприняты исследования с целью поиска нейробиологических коррелятов эмоциональных трудностей у детей с дислексией [7, 47]. Известно, что повышенная активация миндалевидного тела коррелирует с более высоким уровнем тревоги [47, 51]. Показано, что эмоциональные проблемы у детей с дислексией ассоциировались со снижением функциональных связей (коннективности) левой миндалины с пре- и постцентральными извилинами и областями когнитивного контроля (полюсами лобных долей) [7]. Считается, что с эмоциональным стрессом ассоциировано правое полушарие, но именно снижение контроля со стороны левого полушария, по мнению авторов, связано с эмоциональными нарушениями у детей с дислексией. Кроме того, ими подтверждено снижение способностей к эмоциональному и когнитивному контролю и взаимосвязь между этими процессами у детей с дислексией по сравнению с обычно читающими школьниками [7].

Практические рекомендации, вытекающие из представленных данных, состоят в необходимости скрининга на тревожные расстройства у всех детей с СРО и дислексией. Для этих пациентов и их родителей нередки активные обращения к лечащим врачам не столько по поводу основных симптомов заболеваний, сколько из-за сопутствующих нарушений в эмоциональной сфере.

### **Факторы риска развития дислексии**

Среди факторов риска дислексии рассматриваются следующие:

- семейный анамнез нарушений развития речи и нарушений чтения [52, 53];
- указания на отставание в речевом развитии у ребёнка [37, 52, 54];
- неблагоприятный перинатальный анамнез, прежде всего недоношенность и низкие показатели массы тела при рождении [55–57].

Примерно у 50% детей с нарушениями развития речи в анамнезе наблюдается неспособность к чтению в школьные годы, даже если они получали по этому поводу логопедическую коррекцию и другое лечение [52, 54].

Для дислексии характерна отчётливая генетическая предрасположенность. Нередко встречаются её семейные случаи. Роль наследственности подтверждается высокой конкордантностью по дислексии

у монозиготных близнецов (70–80%) по сравнению с дизиготными (20–50%) [1, 58, 59]. Риск неспособности к чтению составляет 40–60% среди детей родителей с дислексией; и наоборот, 25–60% родителей детей с дислексией также имеют трудности, соответствующие данному диагнозу (даже если он никогда не выставлялся официально) [59, 60]. Кроме того, связанные с чтением способности, такие как распознавание слов, ФО, орфографический выбор и декодирование фонем, показали значительные уровни наследуемости — выше 50% [5, 60]. Е.Л. Григоренко [37] получены следующие показатели наследуемости: ФО — 55%, RAN — 44%, фонологическое декодирование — 40%. Эти высокие оценки наследуемости были рассчитаны на основании близнецовых исследований. Часть этого генетического компонента может быть отнесена к общим вариантам генома человека, таким как однонуклеотидные полиморфизмы (SNP). По данным исследования полногеномной ассоциации при дислексии наследуемость на основе SNP составила 20% или 25%, при условии, что распространенность дислексии составляет 5% или 10% соответственно [61, 62]. Оставшийся генетический риск или «пропущенная наследуемость» при дислексии потенциально может быть объяснена другими типами геномных вариантов, такими как варианты числа копий и редкие варианты. Идентификация последнего типа требует применения специальных методологических и аналитических подходов, например, секвенирования нового поколения [62].

С современных позиций дислексия рассматривается как сложное мультифакториальное расстройство с сильным генетическим компонентом [5, 20, 19, 61, 62]. Генетический вклад при дислексии, по-видимому, определяется множеством генов, которые взаимодействуют с различными факторами макроорганизма и внешними условиями, определяя степень нарушений чтения [59, 61, 62]. К настоящему времени получены убедительные доказательства связи дислексии с 5 хромосомными областями: 1p, 2p, 6p, 15q и 18q; также имеются некоторые данные в пользу ассоциации дислексии с 6q, 3p, 11p и Xq [62]. Идентифицированы более 10 генетических локусов в качестве кандидатных на предрасположенность к дислексии, причём для нескольких генов, в частности *DYX1C1* (15q21.3), *ROBO1* (3p12.3), *KIAA0319* (6p22.3) и *DCDC2* (6p22.3), которые регулируют развитие мозговой коры, миграцию нейронов и адгезию клеток, неоднократно подтверждена связь с дислексией и/или показателями чтения. Интерес привлекают, в частности, два гена в локусе 6p22 (*DCDC2* и *KIAA0319*), связанные с миграцией нейронов и экспрессией мРНК в областях мозга, которые участвуют в чтении — в височной коре и поясной извилине [62].

Ряд генов, роль которых подтверждена при дислексии, вероятно, являются плейотропными и обладают другими фенотипическими эффектами. Поэтому воз-

можна генетическая основа для коморбидности дислексии с другими состояниями и РНПР, такими как нарушения развития речи, диспраксия, СДВГ.

### Диагностика и лечение дислексии

Диагностическое обследование часто начинает педиатр, который после первичной оценки симптомов направляет ребёнка к неврологу, логопеду, психологу. После уточнения анамнеза (особенности развития речи, случаи нарушений развития устной и письменной речи в семье) специалисты оценивают у ребёнка уровень развития речи, навыков чтения и письма, состояние артикуляционного аппарата, моторики, школьную успеваемость. В задачи логопеда и психолога входит планирование и проведение коррекционных занятий, направленных на развитие у ребёнка фонематического слуха, зрительно-пространственных представлений, мелкой моторики, памяти, внимания, способности к анализу и синтезу речевых элементов, формирование грамматического строя речи, увеличение словарного запаса.

Проявлениями дислексии у детей, с которыми связано обращение к специалистам, обычно бывают:

- отставание от сверстников в освоении техники чтения: долгое время чтение остаётся побуквенным или послоговым;
- очень медленный темп чтения;
- чтение с ошибками, попытками угадать слово или его окончание;
- трудности с запоминанием названий букв и буквенно-звуковых соответствий;
- неправильное распознавание букв при чтении;
- ребёнок может жаловаться на то, что буквы и слова написаны нечётко, сливаются, движутся;
- ошибки при чтении: пропуски, перестановки, добавления лишних звуков, пропуск начальных слогов слов, искажение звучания слов;
- выраженные трудности понимания прочитанного;
- очень медленный темп письма;
- ребёнок хорошо отвечает устно, но ему сложно записать свой ответ;
- нелогичные ошибки в письменных работах, не связанные с незнанием правил; изменение порядка букв в словах;
- сложности со списыванием из учебника;
- зеркальное написание цифр и букв;
- плохой почерк.

У детей с дислексией могут наблюдаться и другие трудности (сопутствующие нарушения), не всегда непосредственно связанные с чтением или письмом. Но поскольку именно они могут стать поводом для обращения, специалистам следует уделять внимание проявлениям следующих состояний:

- СДВГ;
- дискалькулия (нарушение способности к счёту);
- трудности самоорганизации и контроля времени;
- нарушения памяти;

- двигательная неловкость, нарушения координации движений (диспраксия);
- проявления тревожных расстройств.

Часто диагноз дислексии ставится поздно, в ряде случаев вообще не устанавливается. Чем позднее обнаруживается неспособность к освоению чтения, тем большей степени тяжести достигают её проявления, а коррекция оказывается более длительной и трудной, иногда даже невозможной.

Следует подчеркнуть, что дети не «перерастают» дислексию. По данным признанного лонгитюдного исследования дислексии [63], более чем у 70% школьников, которым в 3-м классе был подтверждён диагноз дислексии, проявления этого расстройства сохранялись и во взрослом возрасте. Между тем развивающийся мозг обладает высокими пластичностью и резервными возможностями. Поэтому исключительно важна своевременная диагностика дислексии у детей, за которой следует применение программ раннего вмешательства.

Лечение дислексии должно основываться на комплексном подходе. Его основными принципами являются:

- раннее вмешательство — благодаря высокой пластичности мозга ребёнка при вовремя начатой коррекции может быть достигнут значительный прогресс;
- семья и педагоги должны быть информированы о проявлениях и механизмах дислексии;
- поддержка семьи — в России в 2016 г. создана и работает Ассоциация родителей и детей с дислексией<sup>1</sup>;
- для ребёнка с дислексией необходимы постоянная поддержка со стороны родителей и создание среды обучения, насыщенной мотивационными стимулами, похвала при любом, даже минимальном достижении;
- поддержка в обучении: дополнительное время для выполнения заданий, особенно контрольных, работа с компьютерами, обучение через прослушивание текстов, записанных на аудионосители;
- индивидуальный подход к обучению, коррекционные программы;
- вспомогательные технологии: компьютерное программное обеспечение для написания или чтения текстов, приложения на портативных электронных устройствах для чтения текстов, общения и организации работы и обучения, специализированные устройства, такие как ручки и сканеры, калькуляторы или говорящие словари, для решения повседневных задач;
- компьютерные тренинги, видеоигры для улучшения компонентов внимания и качества чтения;
- фармакотерапия.

Трудности, обусловленные дислексией, могут приводить к формированию низкой самооценки, ощущения интеллектуальной неполноценности, неспособности достигнуть того, что могут другие, по-

стоянному стрессу в связи с проблемами в обучении и социальных контактах. При подтверждении тревожных расстройств показано проведение когнитивно-поведенческой терапии, назначение анксиолитических средств.

В фармакотерапии дислексии применяются препараты ноотропного ряда. Известны результаты западноевропейских двойных слепых плацебо-контролируемых исследований терапии пираретамом [64–68], назначение которого школьникам с дислексией на протяжении 8–12 нед приводило к улучшению скорости и точности чтения, а также показателей слухоречевой памяти. Положительный эффект в виде понимания смысла прочитанного достигался после более продолжительной терапии — 20–36 нед. Одновременно лечение приводило к увеличению скорости письма, снижению количества ошибок в письменных работах и в целом — к улучшению способности к обучению и оценок по успеваемости в школе. Побочные эффекты пираретама отмечались крайне редко. На основании результатов двойных слепых исследований был сделан вывод о том, что при дислексии наиболее оптимальной является продолжительность лечения пираретамом на протяжении всего учебного года (9 мес). При дислексии пираретам назначается внутрь в суточной дозе до 80–100 мг/кг ежедневно в первой половине дня, в 2 приёма (утром и днем). На 1-й неделе терапии рекомендуется постепенное увеличение дозы препарата.

## Заключение

Не во всех случаях дислексия поддается полному излечению, однако при своевременной помощи пациенты добиваются успехов в школе и повседневной жизни. Люди с дислексией, в том числе дети, нередко имеют хорошие интеллектуальные способности и проявляют одарённость в областях, напрямую не связанных с чтением и письмом. Многие из них обладают положительными качествами, которые могут помочь в преодолении трудностей, особенно при понимании и поддержке от окружающих людей. Это любознательность, широкий круг интересов и увлечений, развитые воображение и интуиция, креативность, способность к нестандартным идеям и решениям.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Равич-Шербо И.В., Марютина Т.М., Григоренко Е.Л. *Психогенетика*. М.: Аспект Пресс; 2008.
2. Shaywitz S.E., Shaywitz B.A. Dyslexia (specific reading disability). *Biol. Psychiatry*. 2005; 57(11): 1301–9. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2005.01.043>
3. Morsanyi K., van Bers B.M.C.W., McCormack T., McGourty J. The prevalence of specific learning disorder in mathematics and comorbidity with other developmental disorders in primary school-age children. *Br. J. Psychol.* 2018; 109(4): 917–40. <https://doi.org/10.1111/bjop.12322>
4. Peters L., Ansari D. Are specific learning disorders truly specific, and are they disorders? *Trends Neurosci. Educ.* 2019; 17(100115): 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.tine.2019.100115>
5. Willcutt E.G., McGrath L.M., Pennington B.F., Keenan J.M., DeFries J.C., Olson R.K., et al. Understanding comorbidity between

<sup>1</sup>Ассоциация родителей и детей с дислексией. URL: <https://dyslexiarf.com/>

- specific learning disabilities. *New Dir. Child. Adolesc. Dev.* 2019; 2019(165): 91–109. <https://doi.org/10.1002/cad.20291>
6. McDowell M. Specific learning disability. *J. Paediatr. Child. Health.* 2018; 54(10): 1077–83. <https://doi.org/10.1111/jpc.14168>
7. Nachshon O., Farah R., Horowitz-Kraus T. Decreased functional connectivity between the Left Amygdala and Frontal Regions interferes with reading, emotional, and executive functions in children with reading difficulties. *Front. Hum. Neurosci.* 2020; 14: 104. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2020.00104>
8. Корнев А.Н. *Нарушения чтения и письма у детей*. СПб.: Речь; 2003.
9. Norton E.S., Beach S.D., Gabrieli J.D.E. Neurobiology of dyslexia. *Curr. Opin. Neurobiol.* 2015; 30: 73–8. <https://doi.org/10.1016/j.conb.2014.09.007>
10. Habib M. The neurological basis of developmental dyslexia and related disorders: a reappraisal of the temporal hypothesis, twenty years on. *Brain. Sci.* 2021; 11(6): 708. <https://doi.org/10.3390/brainsci11060708>
11. Сурушкина С.Ю., Яковенко Е.А., Чутко Л.С., Дидур М.Д. Дислексия как многофакторное расстройство. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*. 2020; 120(7): 142–8. <https://doi.org/10.17116/jnevro2020120071142>
12. *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders*. Washington: American Psychiatric Association; 2013.
13. *Definition of Dyslexia – International Dyslexia Association*. Baltimore, MD: International Dyslexia Association; 2011. Available at: <https://dyslexiaida.org/definition-of-dyslexia/>
14. Заваденко Н.Н., Немкова С.А. *Нарушения развития и когнитивные дисфункции у детей с заболеваниями нервной системы*. М.: МК; 2016.
15. Лурия А.Р. *Письмо и речь: Нейролингвистические исследования*. М.: Академия; 2002.
16. Лалаева Р.И. *Нарушения чтения и пути их коррекции у младших школьников*. СПб.: Лениздат; 2002.
17. Richlan F. The functional neuroanatomy of letter-speech sound integration and its relation to brain abnormalities in developmental dyslexia. *Front. Hum. Neurosci.* 2019; 13: 21. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2019.00021>
18. Valdois S., Reilhac C., Ginestet E., Bosse M.L. Varieties of cognitive profiles in poor readers: evidence for a vas-impaired subtype. *J. Learn. Disabil.* 2021; 54(3): 221–33. <https://doi.org/10.1177/0022219420961332>
19. Lazzaro G., Varuzza C., Costanzo F., Fucà E., Di Vara S., De Matteis M.E., et al. Memory deficits in children with developmental dyslexia: a reading-level and chronological-age matched design. *Brain. Sci.* 2021; 11(1): 40. <https://doi.org/10.3390/brainsci11010040>
20. Menghini D., Finzi A., Benassi M., Bolzani R., Facoetti A., Giovagnoli S., et al. Different underlying neurocognitive deficits in developmental dyslexia: a comparative study. *Neuropsychol.* 2010; 48(4): 863–72. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2009.11.003>
21. Bogaerts L., Szmalec A., Hachmann W.M., Page M.P., Duyck W. Linking memory and language: evidence for a serial-order learning impairment in dyslexia. *Res. Dev. Disabil.* 2015; 43–44: 106–22. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2015.06.012>
22. Majerus S., Cowan N. The nature of verbal short-term impairment in dyslexia: the importance of serial order. *Front. Psychol.* 2016; 7: 1522. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.01522>
23. Cowan N., Hogan T.P., Alt M., Green S., Cabbage K.L., Brinkley S., et al. Short-term memory in childhood dyslexia: deficient serial order in multiple modalities. *Dyslexia.* 2017; 23(3): 209–33. <https://doi.org/10.1002/dys.1557>
24. Simos P.G., Fletcher J.M., Bergman E., Breier J.I., Foorman B.R., Castillo E.M., et al. Dyslexia-specific brain activation profile becomes normal following successful remedial training. *Neurol.* 2002; 58(8): 1203–13. <https://doi.org/10.1212/wnl.58.8.1203>
25. McNorgan C. The connectivity fingerprints of highly-skilled and disordered reading persist across cognitive domains. *Front. Comput. Neurosci.* 2021; 15: 590093. <https://doi.org/10.3389/fncom.2021.590093>
26. Randazzo M., Greenspon E.B., Booth J.R., McNorgan C. Children with reading difficulty rely on unimodal neural processing for phonemic awareness. *Front. Hum. Neurosci.* 2019; 13: 390. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2019.00390>
27. Morken F., Helland T., Hugdahl K., Specht K. Reading in dyslexia across literacy development: a longitudinal study of effective connectivity. *Neuroimage.* 2017; 144(Pt. A): 92–100. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2016.09.060>
28. Pugh K.R., Mencl W.E., Shaywitz B.A., Shaywitz S.E., Fulbright R.K., Constable R.T., et al. The angular gyrus in developmental dyslexia: task-specific differences in functional connectivity within posterior cortex. *Psychol. Sci.* 2000; 11(1): 51–6. <https://doi.org/10.1111/1467-9280.00214>
29. Horowitz-Kraus T., Vannest J.J., Kadis D., Cicchino N., Wang, Y.Y., Holland S.K. Reading acceleration training changes brain circuitry in children with reading difficulties. *Brain. Behav.* 2014; 4(6): 886–902. <https://doi.org/10.1002/brb3.281>
30. Horowitz-Kraus T., Buck C., Dörmann D. Altered neural circuits accompany lower performance during narrative comprehension in children with reading difficulties: an fMRI study. *Ann. Dyslexia.* 2016; 66(3): 301–18. <https://doi.org/10.1007/s11881-016-0124-4>
31. Horowitz-Kraus T., Holland S.K. Greater functional connectivity between reading and error-detection regions following training with the reading acceleration program in children with reading difficulties. *Ann. Dyslexia.* 2015; 65(1): 1–23. <https://doi.org/10.1007/s11881-015-0096-9>
32. Levinson O., Hershey A., Farah R., Horowitz-Kraus T. Altered functional connectivity of the executive functions network during a Stroop task in children with reading difficulties. *Brain. Connect.* 2018; 8(8): 516–25. <https://doi.org/10.1089/brain.2018.0595>
33. Van der Mark S., Klaver P., Bucher K., Maurer U., Schulz E., Brem S., et al. The left occipitotemporal system in reading: disruption of focal fMRI connectivity to left inferior frontal and inferior parietal language areas in children with dyslexia. *Neuroim.* 2011; 54(3): 2426–36. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2010.10.002>
34. De Jong P.F., van den Boer M. The relation of visual attention span with serial and discrete rapid automatized naming and reading. *J. Exp. Child. Psychol.* 2021; 207: 105093. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2021.105093>
35. Melby-Lervåg M., Lyster S.A.H., Hulme C. Phonological skills and their role in learning to read: A meta-analytic review. *Psychol. Bull.* 2012; 138(2): 322–52. <https://doi.org/10.1037/a0026744>
36. Rakhlin N.V., Mourgues C., Cardoso-Martins C., Kornev A.N., Grigorenko E.L. Orthographic processing is a key predictor of reading fluency in good and poor readers in a transparent orthography. *Contemp. Educ. Psychol.* 2019; 56: 250–61. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2018.12.002>
37. Grigorenko E.L. Developmental dyslexia: an update on genes, brains and environments. *J. Child Psychol. Psychiatr.* 2001; 42(1): 91–125.
38. Landerl K., Freudenthaler H.H., Heene M., de Jong P.F., Desrochers A., Manolitsis G., et al. Phonological awareness and rapid automatized naming as longitudinal predictors of reading in five alphabetic orthographies with varying degrees of consistency. *Sci. Stud. Read.* 2019; 23(3): 220–34. <https://doi.org/10.1080/10888438.2018.1510936>
39. Powell D., Stainthorpe R., Stuart M., Garwood H., Quinlan P. An experimental comparison between rival theories of rapid automatized naming performance and its relationship to reading. *J. Exp. Child Psychol.* 2007; 98(1): 46–68. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2007.04.003>
40. Araujo S., Pacheco A., Faisca L., Petersson K.M., Reis A. Visual rapid naming and phonological abilities: different subtypes in dyslexic children. *Int. J. Psychol.* 2010; 45(6): 443–52. <https://doi.org/10.1080/00207594.2010.499949>
41. Goswami U. Sensory theories of developmental dyslexia: three challenges for research. *Nat. Rev. Neurosci.* 2015; 16(1): 43–54. <https://doi.org/10.1038/nrn3836>
42. Antzaka A., Martin C., Caffarra S., Schöffel S., Carreiras M., Lallier M. The effect of orthographic depth on letter string processing: the case of visual attention span and rapid automatized naming. *Reading and Writing.* 2018; 31(3): 583–605. <https://doi.org/10.1007/s11145-017-9799-0>
43. Saksida A., Ianuzzi S., Bogliotti C., Chaix Y., Démonte J.F., Bricout L., et al. Phonological skills, visual attention span and visual stress in developmental dyslexia. *Dev. Psychol.* 2016; 52(10): 1503–16. <https://doi.org/10.1037/dev0000184>

44. Peyrin C., Lallier M., Démonet J.F., Pernet C., Baciou M., LeBas J.F., et al. Neural dissociation of phonological and visual attention span disorders in developmental dyslexia: fMRI evidence from two case studies. *Brain Lang.* 2012; 120(3): 381–94. <https://doi.org/10.1016/j.bandl.2011.12.015>
45. Chen N.T., Zheng M., Connie S.H. Examining the visual attention span deficit hypothesis in Chinese developmental dyslexia. *Reading and Writing.* 2019; 32(3): 639–62. <https://doi.org/10.1007/s11145-018-9882-1>
46. Pennington B.F. From single to multiple deficit models of developmental disorders. *Cognition.* 2006; 101(2): 385–413. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2006.04.008>
47. Davis K., Margolis A.E., Thomas L., Huo Z., Marsh R. Amygdala sub-regional functional connectivity predicts anxiety in children with reading disorder. *Dev. Sci.* 2018; 21(5): e12631. <https://doi.org/10.1111/desc.12631>
48. Nelson J.M., Harwood H. Learning disabilities and anxiety: A meta-analysis. *J. Learn. Disabil.* 2011; 44(1): 3–17. <https://doi.org/10.1177/0022219409359939>
49. Thakkar A.N., Karande S., Bala N., Sant H., Gogtay N.J., Sholapurwala R. Is anxiety more common in school students with newly diagnosed specific learning disabilities? A cross-sectional questionnaire-based study in Mumbai, Maharashtra, India. *J. Postgrad. Med.* 2016; 62(1): 12–9. <https://doi.org/10.4103/0022-3859>
50. Ochsner K.N., Gross J.J. The cognitive control of emotion. *Trends Cogn. Sci.* 2005; 9(5): 242–9. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2005.03.010>
51. Etkin A., Klemmehagen K.C., Dudman J.T., Rogan M.T., Hen R., Kandel E.R., et al. Individual differences in trait anxiety predict basolateral amygdala response only to unconsciously processed fearful faces. *Neuron.* 2004; 44(6): 1043–55. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2004.12.006>
52. Snowling M.J., Melby-Lervåg M. Oral language deficits in familial dyslexia: A meta-analysis and review. *Psychol. Bull.* 2016; 142(5): 498–545. <https://doi.org/10.1037/bul0000037>
53. Esmaeili Z., Lundetrae K., Kyle F.E. What can parents' self-report of reading difficulties tell us about their children's emergent literacy at school entry? *Dyslexia.* 2018; 24(1): 84–105. <https://doi.org/10.1002/dys.1571>
54. Catts H.W., Fey M.E., Tomblin J.B., Zhang X. A longitudinal investigation of reading outcomes in children with language impairments. *J. Speech. Lang. Hear. Res.* 2002; 45(6):1142–57. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2002/093\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2002/093))
55. Заваденко Н.Н., Давыдова Л.А. Неврологические нарушения и расстройства психического развития у детей, рожденных недоношенными (с экстремально низкой, очень низкой и низкой массой тела). *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова.* 2019; 119(12): 12–9. <https://doi.org/10.17116/jnevro201911912112>
56. Guarini A., Bonifacci P., Tobia V., Alessandrini R., Faldella G., Sansavini A. The profile of very preterm children on academic achievement. A cross-population comparison with children with specific learning disorders. *Res. Dev. Disabil.* 2019; 87: 54–63. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2019.02.001>
57. Romo M.L., McVeigh K.H., Jordan P., Stingone J.A., Chan P.Y., Askew G.L. Birth characteristics of children who used early intervention and special education services in New York City. *J. Public Health (Oxf.).* 2020; 42(4): e401–11. <https://doi.org/10.1093/pubmed/fdz179>
58. Francks C., MacPhie I.L., Monaco A.P. The genetic basis of dyslexia. *Lancet Neurol.* 2002; (8): 483–90. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(02\)00221-1](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(02)00221-1)
59. Hensler B.S., Schatschneider C., Taylor J., Wagner R.K. Behavioral genetic approach to the study of dyslexia. *J. Dev. Behav. Pediatr.* 2010; 31(7): 525–32. <https://doi.org/10.1097/DBP.0b013e3181ee4b70>
60. Olson R.K., Forsberg H., Gayan J., DeFries J.C. A behavioral-genetic analysis of reading disabilities and component processes. In: Klein R.M., McMullen P.A., eds. *Converging Methods for Understanding Reading and Dyslexia.* Cambridge: MIT Press; 1999: 133–53.
61. Francks C., Fisher S.E., Olson R.K., Pennington B.F., Smith S.D., DeFries J.C., et al. Fine mapping of the chromosome 2p12–16 dyslexia susceptibility locus: Quantitative association analysis and positional candidate genes SEMA4F and OTX. *Psychiatr. Genet.* 2002; 12(1): 35–41. <https://doi.org/10.1097/00041444-200203000-00005>
62. Georgitsi M., Dermizakis I., Soumelidou E., Bonti E. The polygenic nature and complex genetic architecture of specific learning disorder. *Brain Sci.* 2021; 11(5): 631. <https://doi.org/10.3390/brainsci11050631>
63. Shaywitz S.E., Fletcher J.M., Holahan J.M., Shneider A.E., Marchione K.E., Stuebing K.K., et al. Persistence of dyslexia: the Connecticut longitudinal study at adolescence. *Pediatrics.* 1999; 104(6): 1351–9. <https://doi.org/10.1542/peds.104.6.1351>
64. Di Ianni M., Wilsher C.R., Blank M.S., Conners C.K., Chase C.H., Funkenstein H.H., et al. The effects of piracetam in children with dyslexia. *J. Clin. Psychopharmacol.* 1985; 5(5): 272–8. <https://doi.org/10.1097/00004714-198510000-00004>
65. Levi G. A study of piracetam in the pharmacological treatment of learning disabilities. In: Bakker D., ed. *Child Health and Development, Developmental Dyslexia and Learning Disorders. Volume 5.* Basel: Karger; 1987: 129–39.
66. Van Hout A., Giurgea D. The effects of piracetam in dyslexia. *Approche Neuropsychol. Apprentissage Enfance.* 1990; 2(3): 145–52.
67. Wilsher C., Atkins G., Mansfield P. Effect of piracetam on dyslexics' reading ability. *J. Learn. Disabil.* 1985; 18(1): 19–25. <https://doi.org/10.1177/002221948501800105>
68. Wilsher C.R., Bennett D., Chase C.H., Conners C.K., Di Ianni M., Feagans L., et al. Piracetam and dyslexia: effects on reading tests. *J. Clin. Psychopharmacol.* 1987; 7(4): 230–7. <https://doi.org/10.1097/00004714-198708000-00004>

## REFERENCES

1. Ravich-Shcherbo I.V., Maryutina T.M., Grigorenko E.L. *Psychogenetics [Psikhogenetika]*. Moscow: Aspekt Press; 2008. (in Russian)
2. Shaywitz S.E., Shaywitz B.A. Dyslexia (specific reading disability). *Biol. Psychiatry.* 2005; 57(11): 1301–9. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2005.01.043>
3. Morsanyi K., van Bers B.M.C.W., McCormack T., McGourty J. The prevalence of specific learning disorder in mathematics and comorbidity with other developmental disorders in primary school-age children. *Br. J. Psychol.* 2018; 109(4): 917–40. <https://doi.org/10.1111/bjop.12322>
4. Peters L., Ansari D. Are specific learning disorders truly specific, and are they disorders? *Trends Neurosci. Educ.* 2019; 17(100115): 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.tine.2019.100115>
5. Willcutt E.G., McGrath L.M., Pennington B.F., Keenan J.M., DeFries J.C., Olson R.K., et al. Understanding comorbidity between specific learning disabilities. *New Dir. Child. Adolesc. Dev.* 2019; 2019(165): 91–109. <https://doi.org/10.1002/cad.20291>
6. McDowell M. Specific learning disability. *J. Paediatr. Child. Health.* 2018; 54(10): 1077–83. <https://doi.org/10.1111/jpc.14168>
7. Nachshon O., Farah R., Horowitz-Kraus T. Decreased functional connectivity between the Left Amygdala and Frontal Regions interferes with reading, emotional, and executive functions in children with reading difficulties. *Front. Hum. Neurosci.* 2020; 14: 104. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2020.00104>
8. Kornev A.N. *Reading and Writing Disorders in Children [Narusneniya chteniya i pis'ma u detey]*. St. Petersburg: Rech'; 2003. (in Russian)
9. Norton E.S., Beach S.D., Gabrieli J.D.E. Neurobiology of dyslexia. *Curr. Opin. Neurobiol.* 2015; 30: 73–8. <https://doi.org/10.1016/j.conb.2014.09.007>
10. Habib M. The neurological basis of developmental dyslexia and related disorders: a reappraisal of the temporal hypothesis, twenty years on. *Brain. Sci.* 2021; 11(6): 708. <https://doi.org/10.3390/brainsci11060708>
11. Surushkina S.Yu., Yakovenko E.A., Chutko L.S., Didur M.D. Dyslexia as a multideficit disorder. *Zhurnal nevrologii i psikiatrii im. S.S. Korsakova.* 2020; 120(7): 142–8. <https://doi.org/10.17116/jnevro2020120071142> (in Russian)
12. *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders.* Washington: American Psychiatric Association; 2013.
13. *Definition of Dyslexia – International Dyslexia Association.* Baltimore, MD: International Dyslexia Association; 2011. Available at: <https://dyslexiaida.org/definition-of-dyslexia/>

14. Zavadenko N.N., Nemkova S.A. *Developmental Disorders and Cognitive Dysfunctions in Children with Diseases of the Nervous System [Narusleniya razvitiya i kognitivnye disfunktsii u detey s zabolevaniyami nervnoy sistemy]*. Moscow: MK; 2016. (in Russian)
15. Luriya A.R. *Writing and Speech: Neuro-Linguistic Research [Pis'mo i rech': Neyrolingvisticheskie issledovaniya]*. Moscow: Akademiya; 2002. (in Russian)
16. Lalaeva R.I. *Reading Disorders and Ways of Their Correction in Younger Schoolchildren [Narusleniya chteniya i puti ikh korrektsii u mladshikh shkol'nikov]*. St. Petersburg: Lenizdat; 2002. (in Russian)
17. Richlan F. The functional neuroanatomy of letter-speech sound integration and its relation to brain abnormalities in developmental dyslexia. *Front. Hum. Neurosci.* 2019; 13: 21. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2019.00021>
18. Valdois S., Reilhac C., Ginestet E., Bosse M.L. Varieties of cognitive profiles in poor readers: evidence for a vas-impaired subtype. *J. Learn. Disabil.* 2021; 54(3): 221–33. <https://doi.org/10.1177/0022219420961332>
19. Lazzaro G., Varuzza C., Costanzo F., Cucà E., Di Vara S., De Matteis M.E., et al. Memory deficits in children with developmental dyslexia: a reading-level and chronological-age matched design. *Brain. Sci.* 2021; 11(1): 40. <https://doi.org/10.3390/brainsci11010040>
20. Menghini D., Finzi A., Benassi M., Bolzani R., Facoetti A., Giovagnoli S., et al. Different underlying neurocognitive deficits in developmental dyslexia: a comparative study. *Neuropsychol.* 2010; 48(4): 863–72. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2009.11.003>
21. Bogaerts L., Szmalec A., Hachmann W.M., Page M.P., Duyck W. Linking memory and language: evidence for a serial-order learning impairment in dyslexia. *Res. Dev. Disabil.* 2015; 43–44: 106–22. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2015.06.012>
22. Majerus S., Cowan N. The nature of verbal short-term impairment in dyslexia: the importance of serial order. *Front. Psychol.* 2016; 7: 1522. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.01522>
23. Cowan N., Hogan T.P., Alt M., Green S., Cabbage K.L., Brinkley S., et al. Short-term memory in childhood dyslexia: deficient serial order in multiple modalities. *Dyslexia.* 2017; 23(3): 209–33. <https://doi.org/10.1002/dys.1557>
24. Simos P.G., Fletcher J.M., Bergman E., Breier J.I., Foorman B.R., Castillo E.M., et al. Dyslexia-specific brain activation profile becomes normal following successful remedial training. *Neurol.* 2002; 58(8): 1203–13. <https://doi.org/10.1212/wnl.58.8.1203>
25. McNorgan C. The connectivity fingerprints of highly-skilled and disordered reading persist across cognitive domains. *Front. Comput. Neurosci.* 2021; 15: 590093. <https://doi.org/10.3389/fncom.2021.590093>
26. Randazzo M., Greenspon E.B., Booth J.R., McNorgan C. Children with reading difficulty rely on unimodal neural processing for phonemic awareness. *Front. Hum. Neurosci.* 2019; 13: 390. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2019.00390>
27. Morken F., Helland T., Hugdahl K., Specht K. Reading in dyslexia across literacy development: a longitudinal study of effective connectivity. *Neuroimage.* 2017; 144(Pt. A): 92–100. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2016.09.060>
28. Pugh K.R., Mencl W.E., Shaywitz B.A., Shaywitz S.E., Fulbright R.K., Constable R.T., et al. The angular gyrus in developmental dyslexia: task-specific differences in functional connectivity within posterior cortex. *Psychol. Sci.* 2000; 11(1): 51–6. <https://doi.org/10.1111/1467-9280.00214>
29. Horowitz-Kraus T., Vannest J.J., Kadis D., Cicchino N., Wang, Y.Y., Holland S.K. Reading acceleration training changes brain circuitry in children with reading difficulties. *Brain. Behav.* 2014; 4(6): 886–902. <https://doi.org/10.1002/brb3.281>
30. Horowitz-Kraus T., Buck C., Dorrman D. Altered neural circuits accompany lower performance during narrative comprehension in children with reading difficulties: an fMRI study. *Ann. Dyslexia.* 2016; 66(3): 301–18. <https://doi.org/10.1007/s11881-016-0124-4>
31. Horowitz-Kraus T., Holland S.K. Greater functional connectivity between reading and error-detection regions following training with the reading acceleration program in children with reading difficulties. *Ann. Dyslexia.* 2015; 65(1): 1–23. <https://doi.org/10.1007/s11881-015-0096-9>
32. Levinson O., Hershey A., Farah R., Horowitz-Kraus T. Altered functional connectivity of the executive functions network during a Stroop task in children with reading difficulties. *Brain. Connect.* 2018; 8(8): 516–25. <https://doi.org/10.1089/brain.2018.0595>
33. Van der Mark S., Klaver P., Bucher K., Maurer U., Schulz E., Brem S., et al. The left occipitotemporal system in reading: disruption of focal fMRI connectivity to left inferior frontal and inferior parietal language areas in children with dyslexia. *Neuroim.* 2011; 54(3): 2426–36. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2010.10.002>
34. De Jong P.F., van den Boer M. The relation of visual attention span with serial and discrete rapid automatized naming and reading. *J. Exp. Child. Psychol.* 2021; 207: 105093. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2021.105093>
35. Melby-Lervåg M., Lyster S.A.H., Hulme C. Phonological skills and their role in learning to read: A meta-analytic review. *Psychol. Bull.* 2012; 138(2): 322–52. <https://doi.org/10.1037/a0026744>
36. Rakhlin N.V., Mourgues C., Cardoso-Martins C., Kornev A.N., Grigorenko E.L. Orthographic processing is a key predictor of reading fluency in good and poor readers in a transparent orthography. *Contemp. Educ. Psychol.* 2019; 56: 250–61. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2018.12.002>
37. Grigorenko E.L. Developmental dyslexia: an update on genes, brains and environments. *J. Child Psychol. Psychiatr.* 2001; 42(1): 91–125.
38. Landerl K., Freudenthaler H.H., Heene M., de Jong P.F., Desrochers A., Manolitsis G., et al. Phonological awareness and rapid automatized naming as longitudinal predictors of reading in five alphabetic orthographies with varying degrees of consistency. *Sci. Stud. Read.* 2019; 23(3): 220–34. <https://doi.org/10.1080/10888438.2018.1510936>
39. Powell D., Stainthorpe R., Stuart M., Garwood H., Quinlan P. An experimental comparison between rival theories of rapid automatized naming performance and its relationship to reading. *J. Exp. Child Psychol.* 2007; 98(1): 46–68. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2007.04.003>
40. Araujo S., Pacheco A., Faisca L., Petersson K.M., Reis A. Visual rapid naming and phonological abilities: different subtypes in dyslexic children. *Int. J. Psychol.* 2010; 45(6): 443–52. <https://doi.org/10.1080/00207594.2010.499949>
41. Goswami U. Sensory theories of developmental dyslexia: three challenges for research. *Nat. Rev. Neurosci.* 2015; 16(1): 43–54. <https://doi.org/10.1038/nrn3836>
42. Antzaka A., Martin C., Caffarra S., Schlöföel S., Carreiras M., Lallier M. The effect of orthographic depth on letter string processing: the case of visual attention span and rapid automatized naming. *Reading and Writing.* 2018; 31(3): 583–605. <https://doi.org/10.1007/s11145-017-9799-0>
43. Saksida A., Ianuzzi S., Bogliotti C., Chaix Y., Démonet J.F., Bricout L., et al. Phonological skills, visual attention span and visual stress in developmental dyslexia. *Dev. Psychol.* 2016; 52(10): 1503–16. <https://doi.org/10.1037/dev0000184>
44. Peyrin C., Lallier M., Démonet J.F., Pernet C., Baciú M., LeBas J.F., et al. Neural dissociation of phonological and visual attention span disorders in developmental dyslexia: fMRI evidence from two case studies. *Brain Lang.* 2012; 120(3): 381–94. <https://doi.org/10.1016/j.bandl.2011.12.015>
45. Chen N.T., Zheng M., Connie S.H. Examining the visual attention span deficit hypothesis in Chinese developmental dyslexia. *Reading and Writing.* 2019; 32(3): 639–62. <https://doi.org/10.1007/s11145-018-9882-1>
46. Pennington B.F. From single to multiple deficit models of developmental disorders. *Cognition.* 2006; 101(2): 385–413. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2006.04.008>
47. Davis K., Margolis A.E., Thomas L., Huo Z., Marsh R. Amygdala sub-regional functional connectivity predicts anxiety in children with reading disorder. *Dev. Sci.* 2018; 21(5): e12631. <https://doi.org/10.1111/desc.12631>
48. Nelson J.M., Harwood H. Learning disabilities and anxiety: A meta-analysis. *J. Learn. Disabil.* 2011; 44(1): 3–17. <https://doi.org/10.1177/0022219409359939>
49. Thakkar A.N., Karande S., Bala N., Sant H., Gogtay N.J., Sholapurwala R. Is anxiety more common in school students with newly diagnosed specific learning disabilities? A cross-sectional questionnaire-based study in Mumbai, Maharashtra, India. *J. Postgrad. Med.* 2016; 62(1): 12–9. <https://doi.org/10.4103/0022-3859>

50. Ochsner K.N., Gross J.J. The cognitive control of emotion. *Trends Cogn. Sci.* 2005; 9(5): 242–9. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2005.03.010>
51. Etkin A., Klemenhagen K.C., Dudman J.T., Rogan M.T., Hen R., Kandel E.R., et al. Individual differences in trait anxiety predict basolateral amygdala response only to unconsciously processed fearful faces. *Neuron*. 2004; 44(6): 1043–55. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2004.12.006>
52. Snowling M.J., Melby-Lervåg M. Oral language deficits in familial dyslexia: A meta-analysis and review. *Psychol. Bull.* 2016; 142(5): 498–545. <https://doi.org/10.1037/bul0000037>
53. Esmaeeli Z., Lundetrae K., Kyle F.E. What can parents' self-report of reading difficulties tell us about their children's emergent literacy at school entry? *Dyslexia*. 2018; 24(1): 84–105. <https://doi.org/10.1002/dys.1571>
54. Catts H.W., Fey M.E., Tomblin J.B., Zhang X. A longitudinal investigation of reading outcomes in children with language impairments. *J. Speech. Lang. Hear. Res.* 2002; 45(6):1142–57. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2002/093\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2002/093))
55. Zavadenko N.N., Davydova L.A. Neurological and neurodevelopmental disorders in preterm-born children (with extremely low, very low or low body weight). *Zhurnal nevrologii i psikiatrii im. S.S. Korsakova*. 2019; 119(12): 12–9. <https://doi.org/10.17116/jnevro201911912112> (in Russian)
56. Guarini A., Bonifacci P., Tobia V., Alessandroni R., Faldella G., Sansavini A. The profile of very preterm children on academic achievement. A cross-population comparison with children with specific learning disorders. *Res. Dev. Disabil.* 2019; 87: 54–63. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2019.02.001>
57. Romo M.L., McVeigh K.H., Jordan P., Stingone J.A., Chan P.Y., Askew G.L. Birth characteristics of children who used early intervention and special education services in New York City. *J. Public Health (Oxf.)*. 2020; 42(4): e401–11. <https://doi.org/10.1093/pubmed/fdz179>
58. Francks C., MacPhie I.L., Monaco A.P. The genetic basis of dyslexia. *Lancet Neurol.* 2002; (8): 483–90. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(02\)00221-1](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(02)00221-1)
59. Hensler B.S., Schatschneider C., Taylor J., Wagner R.K. Behavioral genetic approach to the study of dyslexia. *J. Dev. Behav. Pediatr.* 2010; 31(7): 525–32. <https://doi.org/10.1097/DBP.0b013e3181ee4b70>
60. Olson R.K., Forsberg H., Gayan J., DeFries J.C. A behavioral-genetic analysis of reading disabilities and component processes. In: Klein R.M., McMullen P.A., eds. *Converging Methods for Understanding Reading and Dyslexia*. Cambridge: MIT Press; 1999: 133–53.
61. Francks C., Fisher S.E., Olson R.K., Pennington B.F., Smith S.D., DeFries J.C., et al. Fine mapping of the chromosome 2p12-16 dyslexia susceptibility locus: Quantitative association analysis and positional candidate genes SEMA4F and OTX. *Psychiatr. Genet.* 2002; 12(1): 35–41. <https://doi.org/10.1097/00041444-200203000-00005>
62. Georgitsi M., Dermizakis I., Soumelidou E., Bonti E. The polygenic nature and complex genetic architecture of specific learning disorder. *Brain Sci.* 2021; 11(5): 631. <https://doi.org/10.3390/brainsci11050631>
63. Shaywitz S.E., Fletcher J.M., Holahan J.M., Shneider A.E., Marchione K.E., Stuebing K.K., et al. Persistence of dyslexia: the Connecticut longitudinal study at adolescence. *Pediatrics*. 1999; 104(6): 1351–9. <https://doi.org/10.1542/peds.104.6.1351>
64. Di Ianni M., Wilsher C.R., Blank M.S., Conners C.K., Chase C.H., Funkenstein H.H., et al. The effects of piracetam in children with dyslexia. *J. Clin. Psychopharmacol.* 1985; 5(5): 272–8. <https://doi.org/10.1097/00004714-198510000-00004>
65. Levi G. A study of piracetam in the pharmacological treatment of learning disabilities. In: Bakker D., ed. *Child Health and Development, Developmental Dyslexia and Learning Disorders. Volume 5*. Basel: Karger; 1987: 129–39.
66. Van Hout A., Giurgea D. The effects of piracetam in dyslexia. *Approche Neuropsychol. Apprentissage Enfance*. 1990; 2(3): 145–52.
67. Wilsher C., Atkins G., Mansfield P. Effect of piracetam on dyslexics' reading ability. *J. Learn. Disabil.* 1985; 18(1): 19–25. <https://doi.org/10.1177/002221948501800105>
68. Wilsher C.R., Bennett D., Chase C.H., Conners C.K., Di Ianni M., Feagans L., et al. Piracetam and dyslexia: effects on reading tests. *J. Clin. Psychopharmacol.* 1987; 7(4): 230–7. <https://doi.org/10.1097/00004714-198708000-00004>