



ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ МОЗГА РЕБЕНКА (нейропсихологический аспект)

*А. А. Давидович,
Н. В. Кастюк,
преподаватели кафедры
прикладной психологии
БГПУ им. М. Танка*

На этапе старшего дошкольного и младшего школьного возраста выделяется ряд высших психических функций (ВПФ), вносящих особый вклад в психическое развитие ребенка. К таким функциям относятся чтение, письмо и счет. Несмотря на значительное число психологических, клинических исследований в области изучения чтения, письма и счета, их нарушений у детей и взрослых, особенности мозгового обеспечения данных процессов у детей на начальном этапе овладения ими остаются «белыми пятнами». «Те аспекты мозга, как субстрата психических процессов, изучение которых входит в компетенцию нейропсихологии, относятся к «биологическим основам психики» [10, с. 27]. Поэтому обращение к проблеме изучения церебральной репрезентации чтения, письма и счета у детей, на наш взгляд, есть шаг и в изучении обозначенной Л. С. Выготским (1982) проблемы «биологического фона» в овладении ребенком культурными формами поведения.

Традиционно вклад морфофункциональных структур мозга в обеспечение процессов чтения, письма и счета, в первую очередь, изучался на основе материалов, полученных при исследовании их распада у больных с афазией, что, по мнению А. Р. Лурии, являлось оптимальным решением поставленной проблемы [11]. Тем не менее, использование обозначенного подхода в изучении мозгового обеспечения данных психических функций на начальном этапе их развития не позволяет получить необходимый результат. Это связано с тем, что указанные ВПФ на различных этапах своего развития строятся неодинаково [11; 17].

Проведенные нами нейропсихологические исследования, связанные с изучением церебральной репрезентации процессов чтения и счета у первоклассников общеобразовательных школ, позволили выделить особенности психологических структур этих процессов на начальной стадии овладения ими. Результаты исследований позволяют говорить, что уже сформированные чтение и счет отличаются от начальных не только переходом от произвольности к автоматизации, что предполагает изменение строения морфофункциональных

систем чтения и счета «по вертикали», но и ролью некоторых морфофункциональных структур мозга ребенка в обеспечении действий и операций, входящих в состав данных ВПФ. Кроме того, результаты исследований Э. Г. Симерницкой [15] показали недопустимость переноса данных о роли мозговых структур в обеспечении психических процессов у взрослых на функции тех же структур детского мозга, а концепции эквипотенциальности (Э. Леннеберг, М. Газзаринга) и прогрессивной латерализации (М. Кинсборн) в нейропсихологии детского возраста рассматриваются как комплементарные друг другу [1].

Активно развивающаяся сегодня нейропсихология детского возраста позволила определить иной путь в изучении церебральной репрезентации процессов чтения, письма и счета у детей. Таким путем нам представляется изучение возникающих трудностей с нейропсихологическими синдромами отклоняющегося развития (по классификации А. В. Семенович) [1; 13]. Безусловным является то, что для подобных исследований особо актуальными становятся представления о нормальном созревании морфофункциональных структур мозга к моменту овладения детьми указанными функциями, включающие данные о «схеме» развития морфофункциональных структур, модальную вариативность функций и о факторах, ее обуславливающих. Результаты наших исследований, а также изучение специальной литературы в области психологии, психофизиологии и неврологии (Л. С. Баталов, 2000; М. М. Безруких, 2000; Н. А. Бернштейн, 2002; М. П. Денисов, 1949; Н. В. Дубровинская, 2000; А. Р. Лурия, 2002; С. С. Ляпидевский, 2000; Н. Г. Манелис, 1999; Л. М. Мاستюкова, 1981; А. В. Семенович, 2000; Д. А. Фарбер, 2000; Н. Л. Фигурин, 1949 и др.) позволяют выделить ряд показателей нормального морфо- и функциогенеза мозга ребенка, проанализированных нами с использованием «трехмерной системы координат развития церебральной репрезентации психических функций», представленной в работах А. В. Семенович и А. А. Цыганок [13; 14].

Заявив о нейропсихологическом аспекте рассмотрения морфо- и функциогенеза мозга ребенка, а также описывая соответствующую феноменологию, важно сделать следующие оговорки. Во-первых, нейропсихология, представляя собой интегративную науку, «не ограничивается изучением либо нейропсихологического (мозгового и физиологического), либо психологического, либо социального пласта психических явлений», а «изучает все три пласта любого психического процесса, которые и являются уровнями иерархического строения психики» [1; с. 8]. Поэтому, апеллируя к морфофизиологическим особенностям мозга ребенка, мы не выделяем их в качестве предмета самостоятельного изучения. Как отмечено выше, наш исследовательский интерес — это их функционирование в структуре действий и операций чтения и счета. Во-вторых, в представляемой «схеме» онтогенеза мы сознательно не называем механизмы, детерминирующие появление выделяемых психических функций. Это связано с тем, что, затрагивая проблему связи мозга и его функций, а затем и проблему формирования сложных функциональных систем (чтение, счет), в основе появления которых лежит «экстрацеребральная организация» ВПФ, мы затрагиваем сложнейшую в психологии проблему «межуровневых переходов», связанную с соотношением биологической, психологической и социальной реальностей. В данной работе мы лишь попытались проанализировать, когда и где на уровне морфофункциональных структур мозга ребенка возможны «сшибки», обуславливающие появление нейропсихологических синдромов отклоняющегося развития и трудности в овладении чтением и счетом, не выделяя при этом возможных психологических механизмов, стоящих за данными «сшибками».

В отечественной психологии синдром развития ребенка (нормальный или отклоняющийся) рассматривается как *биосоциальное единство*, включающее как первично слабые и сильные компоненты, их системные следствия и компенсаторные перестройки, так и социальную ситуацию взаимодействия ребен-

ка со взрослым. Таким образом, процесс онтогенеза мозга ребенка подчинен базисным нейробиологическим закономерностям, но их актуализация возможна лишь в конкретных социальных условиях. Он характеризуется рядом структурно-функциональных перестроек мозга, приводящих к усложнению его функциональной организации, характерной для взрослого человека. Формирование мозговой организации психических процессов в онтогенезе происходит по следующей схеме: от стволовых и подкорковых образований к коре головного мозга (снизу вверх), от правого полушария мозга к левому (справа налево), от задних отделов мозга к передним (сзади наперед). Завершающим этапом является оформление нисходящих контролирующих и регулирующих влияний от передних (лобных) отделов левого полушария к субкортикальным.

Вектор развития «снизу — вверх», «сверху — вниз». В отечественной психологии интерес к механизму «перехода функций вверх», сопровождающегося эмансипацией низших центров, заложена в работах Л. С. Выготского, где реализуются законы построения нервной системы, сформулированные Э. Гечмером [5]. В дальнейшем, в работах Л. В. Лебединского [8], Б. В. Зейлиника [7] и др., данные механизмы развития сложных психических функций становятся одной из отправных точек рассмотрения нормального и отклоняющегося психического онтогенеза у детей. В результате было выявлено, что у детей, в отличие от взрослых, у которых больше страдают подчиненные, нижележащие операции и дефект конденсируется сверху, больше страдают вышележащие, надстраиваемые звенья, развитие которых требует построения вышележащих звеньев.

Субкортикальный уровень — уровень непроизвольной регуляции, состоящий из жестких рефлекторных, генетически зафиксированных программ, с набором которых ребенок входит в мир, — опосредуется структурами I структурно-функционального блока мозга (по А. Р. Лурии) [10; 12]. Исследования в области детской неврологии показали, что ребенок рождается на свет практически с полностью созревшими аппаратами под-

корковых образований (Л. О. Бадалян, 2000; М. П. Денисова, 1949; Н. В. Дубровинская, 2000; С. С. Ляпидевский, 2000; Е. М. Мастюкова, 1981; Д. А. Фарбер, 2000; Н. Л. Фигурин, 1949 и др.), но в случае воздействия различных вредных факторов в период пренатального и раннего постнатального развития именно подкорковые системы, в том числе и подкорковые звенья отдельных анализаторных систем, имеют в первую очередь тенденцию к повреждению [9].

В первые годы жизни ребенка наиболее интенсивно развивается система вертикальных связей, обеспечивающая взаимодействие коры с подкорковыми структурами. Онтогенез операционального пласта психики, опосредуемого структурами I структурно-функционального блока мозга, обеспечивается в значительной мере нижележащим, субкортикальным уровнем. Работа этого блока обеспечивает модально-специфические процессы, а также сложные интегративные формы переработки экстероцептивной информации, необходимой для осуществления высших психических функций. Развивая идеи Л. С. Выготского, А. Р. Лурия [10; 12] сформулировал три основных закона, по которым построена работа отдельных частей коры данного функционального блока:

- иерархического строения входящих в состав данного блока корковых зон;
- работы задних отделов головного мозга, т. е. убывающей специфичности иерархически построенных зон коры, входящих в их состав;
- прогрессивной латерализации функций, вступающий в действие по мере перехода от первичных зон коры к вторичным и третичным.

Основываясь на данных законах, можно говорить, что у ребенка для обеспечения формирования вторичных зон необходима сохранность первичных зон, связанных с той или иной периферической анализаторной системой, а сформированность вторичных зон коры обеспечивает формирование третичных зон.

Затылочная область коры головного мозга является ядерной зоной зрительного анализатора. В корковых полях, вовлекаемых в зрительное восприятие, в первые 3—4 года жизни ребенка спе-

специализация полей невелика. В дальнейшем она нарастает и наиболее выражена к 6—7 годам. Это позволяет рассматривать возраст в 6—7 лет как соответствующий сензитивному периоду в становлении системной организации зрительного восприятия и опознания целостного образа. Различные виды предметного гнозиса не вызывают затруднений к 4—5 годам; позднее всех формируется восприятие наложенных фигур Поппельрейтера (6 лет).

Височная область коры головного мозга является сложным структурно-функциональным образованием, включающим в свой состав отделы, которые являются корковой ядерной зоной слухового анализатора, внеядерные отделы слуховой коры, а также образования нижних и базальных отделов, не имеющие отношения к функциям слухового анализа и синтеза. Слуховые рецепторы в слуховом анализаторе начинают функционировать сразу после рождения, к концу первого года жизни происходит усиленное образование условных рефлексов на речь. Функциональное развитие продолжается до 6—7 лет, обеспечивая образование тонких дифференцировок речевых раздражителей. Наиболее поздно из базовых факторов речевой деятельности у ребенка созревает фонематический слух. Процесс формирования восприятия речевых звуков и речевого слуха осуществляется при ближайшем участии артикуляторного аппарата и только в процессе активного артикуляторного опыта приобретает свой законченный характер (7 лет). На такое формирование речевого слуха, осуществляемое при участии артикуляций, уходят первые годы речевого развития ребенка. Лишь к концу дошкольного и началу школьного возраста речевой слух начинает осуществляться уже без видимого участия артикуляций.

Средние отделы конвекситальной части левой височной доли представляют собой относительно новые формации коры головного мозга. С одной стороны, некоторая часть этих отделов имеет тесную связь с корковыми образованиями, относящимися к системе другого (зрительного) анализатора, с другой — эти образования сохраняют связи с более древними формациями, а именно: с лимбической областью и базальными отделами височной коры, которая имеет ближайшее

отношение к регуляции тонуса коры и аффективных процессов. Объем как зрительной, так и слухо-речевой памяти (удержание всех шести эталонных слов или фигурок после трех предъявлений) достаточен у детей уже в 5 лет; к 6 годам достигает зрелости фактор прочности хранения необходимого количества элементов, вне зависимости от ее модальности. Однако лишь к 7 годам достигает оптимального статуса избирательность мнестической деятельности. В зрительной памяти ребенок, хорошо удерживая нужное количество эталонных фигур, качественно искажает их первоначальный образ, разворачивая его, не соблюдая пропорции, не рисовывая какие-то детали, путая заданный порядок. То же в слухо-речевой памяти: вплоть до 7 лет даже четырехкратное предъявление не всегда приводит к полноценному удержанию порядка вербальных элементов, имеет место много парафазий.

Темная область мозга, в которой выделяют постцентральные и верхнетеменные отделы, нижнетеменную зону, обеспечивает (при специфическом вкладе каждой из ее частей) работу кожно-кинестетического анализатора. Тактильно-кинестетический анализатор начинает функционировать еще в пренатальном периоде развития ребенка. Морфологическое оформление этих структур мозга начинается в период внутриутробного развития и достигает зрелости к 2 (постцентральная область) и 4 (верхнетеменная область) годам, хотя увеличение размера клеток и ширины коры постепенно продолжается до 7 лет. Нижнетеменная зона связана с интеграцией сложных форм предметных и речевых действий, которые осуществляются под контролем зрения и требуют опоры на ориентировку в пространстве. Значительные качественные и количественные изменения здесь наблюдаются в 2 года и в 7 лет, что является выражением возрастающей роли разных типов сложных движений и действий в жизни ребенка.

В работах А. Венгера [4], Л. С. Выготского [5], Запорожца [6] и др. показано, что уже на начальном этапе онтогенеза двигательные функции руки развиваются в единстве с сенсорными. В 4,5—6 лет осязание отделяется от процесса употребления предмета и превращается в особый познавательный

акт. В раннем детстве именно «рука учит глаз»: система ориентировок, соответствующая свойствам объекта, складывается у младших детей первоначально как система тактильно-двигательных ориентировочных реакций. Лишь осязающая рука может выяснить действительные особенности объекта, позже появляется движение руки без касания предмета, и наконец глаз, следовавший все время за рукой и аккумулировавший ее опыт, приобретает способность выполнять ориентировочную функцию уже самостоятельно. К 6,5—9,5 годам такое преобразование тактильно-кинестетической информации в зрительную является уже стабильным.

Одновременно с процессом разрастания ядерных зон анализаторов происходит все большее надвижение их друг на друга с образованием «зон перекрытия» корковых концов анализаторов (третичные поля коры). Эти корковые формации: височно-теменно-затылочная и лобная области — имеют отношение к наиболее сложным формам интеграции совместной деятельности анализаторов, представляющей основной психофизиологический механизм, обеспечивающий овладение письмом, чтением и счетом. Т. В. Ахутина [2] отмечает, что увеличение в онто- и филогенезе третичных зон мозга с их полимодальными связями, в отличие от вторичных и первичных отделов мозга, — доказательство не столько изменения самих функций, сколько их связей в процессе онто- и филогенеза. Именно эти области мозга назывались Л. С. Выготским (1982) как «специфически человеческие». Зоны перекрытия и формации лобной области созревают наиболее поздно, но протяжением первых трех лет жизни ребенка. Значимые этапы микроструктурных изменений ансамблевой организации лобной области приходятся на 1 год, 3 года, 5—6, 9—10, 12—14, 18—20 лет [3]. Полноценное функционирование этих участков коры головного мозга ребенка обеспечивает возможность перехода от одного элемента к другому при выполнении различных действий, основанных на реализации цепи последовательно сменяющих друг друга «шагов». Двигательное поле приобретает структуру, сходную с взрослыми, в 2—4 года, а ассоциативное поле —

к 7 годам [12]. Диагностические пробы на различные виды кинестетического праксиса доступны ребенку в 7 лет, лишь проба на реципрокную координацию рук полностью автоматизируется к 8 годам.

Пространственное восприятие обеспечивается отделами, располагающимися на границе между затылочными, височными и постцентрными (теменными) областями ведущего полушария мозга, которые составляют зону перекрытия зрительного, слухового, вестибулярного и кожно-кинестетического анализаторов. Здесь наиболее поздно наступает полная дифференцировка коры. Значительные морфологические перестройки проходят в первые 2 года (ширина полей увеличивается в два раза) и к 7 годам (в три раза). От 8 до 12 лет рост коры в ширину в левом полушарии более интенсивен, чем в правом (в отдельных полях ускоренный рост идет до 10 лет, в других — до 11 лет), и после 12 лет не изменяется. Основные количественные и качественные изменения в цитоархитектонике полей височно-теменно-затылочной области происходят в 2 года и в 6—7 лет.

Восприятие пространственных отношений и ориентация в пространстве, являясь одной из самых комплексных по своему составу форм отражения внешнего мира, основывается на зрительной ориентировке в предметах окружающего мира. Зрительная ориентировка в пространстве является лишь наиболее поздней и свернутой формой пространственного восприятия (Ж. Пиаже, 1935). На ранних этапах развития в состав пространственной ориентировки входит практическая деятельность ребенка, возможность которой формируется в конце первого года жизни одновременно с укреплением совместной работы зрительного, кинестетического и вестибулярного анализаторов (Н. Л. Фигурин, 1949). Дальнейшее развитие восприятия пространства идет в направлении латерализации восприятия и осознания схемы тела. Во внешнем пространстве начинает выделяться и ощущаться «левое» и «правое», «сверху» и «снизу». Ребенок начинает опираться на систему признаков, позволяющих ему ориентироваться в пространстве. Подобное развитие пространственного и сомато-пространственного ощущения и восприятия начинает испытывать заметное организующее

влияние речи — появляются понятия «левого» и «правого» и т.д. В сфере пространственных представлений раньше всех созревают структурно-топологические и координатные факторы (6—7 лет), в то время как метрические представления и стратегия оптико-конструктивной деятельности — к 8 и 9 годам соответственно. Сложная система взаимодействия различных анализаторов, лежащая в основе пространственного праксиса и гнозиса, может оказаться нарушенной при несостоятельности одного из составляющих факторов. Нарушение зрительно-пространственных функций является одним из наиболее частых и выраженных симптомов при недоразвитии мозга у детей [17], а первичная пространственная недостаточность закономерно вредно сказывается на эффективности чтения, письма и счета и в той их части, которая базируется на оптико-гностическом факторе.

Вектор «справа — налево». Формирование парной работы полушарий мозга в онтогенезе проходит ряд ступеней. Выделяют три основных уровня организации межполушарного взаимодействия в онтогенезе [1]:

1. На первом этапе (от внутриутробного периода до 2—3 лет) основными являются транскортикальные связи стволового уровня. Здесь закладывается базис для межполушарного обеспечения и нейрофизиологических, нейрогуморальных, сенсо-вегетативных и нейрохимических асимметрий, лежащих в основе соматического, аффективного и когнитивного статуса ребенка. Важнейшим этапом функциональной активности межполушарных связей субкортикального уровня является избирательная стволотворная активация, возникающая в период адаптации ребенка к речи (2—3 года). Это является залогом и базой для закрепления устойчивых предпосылок к функциональной латерализации мозговых полушарий и формирования полушарных локусов контроля.

2. Период от 3 до 7—8 лет характеризуется выступающей на первый план активацией межгиппокампальных комиссуральных систем. Важнейшая функция межгиппокампальных связей — межполушарная организация и стабили-

зация мнестических процессов. С 3 до 7—8 лет закрепляются и автоматизируются все основные межполушарные асимметрии операционального уровня — уровня II структурно-функционального блока мозга. Формируется доминантность полушарий мозга по руке и речи, фиксируется право- или левополушарный локус контроля за актуализацией конкретного психологического фактора и межфакторных корреляций.

3. Завершающим в становлении межполушарных взаимодействий ребенка является этап транскортикального комплекса трансаллокальных связей, продолжающийся до 12—15 лет. Благодаря межполушарным взаимодействиям на этом уровне возможно закрепление функционального приоритета лобных отделов левого полушария, что позволяет ребенку не только выстраивать свои собственные программы поведения, ставить перед собой определенные цели, но и контролировать (корректировать) их в зависимости от постоянно изменяющихся условий в соответствии с требованиями социума. Следует подчеркнуть, что данный транскортикальный уровень как наиболее молодой и поздносозревающий в соответствии с эволюционными законами является наиболее уязвимым. При любой девиации формирования нижележащих структур, в силу системно-динамических механизмов, данные высшие функциональные системы будут развиваться в условиях постоянной энергетической недостаточности.

Таким образом, структурно-функциональная организация мозга новорожденного является незрелой и претерпевает значительные изменения вплоть до 18-летнего возраста. В результате цереброгенеза окончательно формируются основные механизмы функционирования мозга: ведущая роль коры в обеспечении психических функций; внутримушарная специфичность и взаимодействие отделов внутри полушарий; асимметрия полушарий; межполушарное взаимодействие, обеспечиваемое в основном мозолистым телом. В контексте обучения ребенка в качестве *результата морфо- и функциогенеза мозга можно рассматривать необходимую зрелость морфофункциональных структур детского мозга,*

выступающую к концу дошкольного и началу младшего школьного возраста в качестве одной из предпосылок овладения такими ВПФ, как чтение, письмо и счет. Проведенный нами с нейропсихологических позиций анализ трудностей в овладении чтением и счетом первоклассниками, а также результаты нейропсихологических исследований овладения детьми письмом Т. В. Ахутиной позволяют говорить, что все выделенные А. Р. Лурией компоненты структурно-функциональной организации мозга участвуют в процессе овладения детьми данными видами деятельности.

На основании представленной «схемы» онтогенеза морфофункциональных структур мозга ребенка, а также выявленных показателей их нормального функционирования (к 6—7 годам) нами разработана структура мозговой репрезентации чтения и счета на начальном этапе обучения. На основе данного теоретического концепта были предложены:

- модель профилактической работы с детьми с нейропсихологическими синдромами отклоняющегося развития на этапе старшего дошкольного возраста;

- модель коррекционной работы с детьми с нейропсихологическими синдромами отклоняющегося развития, испытывающими различные трудности в обучении чтению и счету.

Ранняя профилактика трудностей в овладении детьми письменной речью и счетом, а также коррекционная работа, необходимая в случае выявления указанных трудностей, рассматривается нами как органическая часть целостной системы психолого-медико-педагогической работы. Поэтому можно и необходимо говорить об интегративном междисциплинарном подходе к системе коррекционных мероприятий, одним из базовых оснований которого является нейропсихологическая парадигма и включающего нейропсихологическую линию работы с ребенком как одну из ведущих.

1. Актуальные проблемы нейропсихологии детского возраста: учеб. пособие / под ред. Л. С. Цветковой — М., 2001. — 270 с.
2. Ахутина, Т. В. Культурно-исторические и естественнонаучные основы нейропсихологии // Психологический журнал. — 2001. — Т. 25. — № 4. — С. 20—27.
3. Балашова, Е. Ю., Корсакова, Л. К., Микадзе, Ю. Е. Неуспевающие дети: нейропсихологическая диагностика трудностей в обучении младших школьников. — М.: Педагогическое общество России, 2001. — 160 с.
4. Венгер, Л. А. Восприятие и обучение — М.: Просвещение, 1969. — 366 с.
5. Выготский, Л. С. Вопросы детской психологии — СПб.: Союз, 1997. — 224 с.
6. Запорожец, А. В. Избранные психологические труды. — М.: Педагогика: в 2 т., 1986. — Т. 2. — 118 с.
7. Зейгарник, Б. В. Пагубная психология. — М.: Академия, 2000. — 208 с.
8. Лебединский, В. В. Нарушения психического развития у детей. — М.: МГУ, 1985. — 142 с.
9. Лебединский, В. В., Лебединская, К. С., Марковская, И. Ф., Труш, В. Д., Фишман, М. Н. Клинико-психологический и нейрофизиологический анализ аномалий психического развития детей с явлениями «минимальной мозговой дисфункции» // А. Р. Лурия и нейропсихология сегодня / под ред. Е. Д. Хомской, Л. С. Цветковой, Б. В. Зейгарник. — М.: МГУ, 1982. — С. 62—68.
10. Лурия, А. Р. Лекции по общей психологии. — СПб.: Питер, 2004. — 320 с.
11. Лурия, А. Р. Письмо и речь: Нейролингвистические исследования: учеб. пособие. — М.: Академия, 2002. — 352 с.
12. Лурия, А. Р. Основы нейропсихологии. — М.: Академия, 2002. — 384 с.
13. Семенович, А. В. Нейропсихологическая диагностика и коррекция в детском возрасте. — М.: Академия, 2002. — 232 с.
14. Семенович, А. В., Цыганок А. А. Нейропсихологический подход к типологии онтогенеза // сб. Нейропсихология сегодня / под ред. Е. Д. Хомской. — М.: МГУ, 1995. — С. 170—183.
15. Симерницкая, Э. Г. Мозг человека и психические процессы в онтогенезе. — М.: МГУ, 1985. — 192 с.
16. Хомская, Е. Д. Изучение биологических основ психики с позиции нейропсихологии // Вопросы психологии. — 1999. — № 3. — С. 27—38.
17. Цветкова, Л. С. Нейропсихология счета, письма и чтения: нарушение и восстановление. — М., 2000. — 304 с.