

Взаимосвязь когнитивного и двигательного развития в детском возрасте.

Сравнительный анализ синдрома дефицита внимания/гиперактивности и синдрома нарушения координации*

ФАЛИКМАН М.В.

Проблема взаимосвязи когнитивного и двигательного развития – одна из наиболее значимых проблем прикладной психологии и психокоррекции. Понимание механизмов взаимосвязи этих двух линий развития открывает новые возможности коррекции разнообразных нарушений когнитивного и моторного развития.

Особенно ярко эти нарушения в детском возрасте проявляются при освоении *письма* – одной из ведущих специфически

человеческих функций, сочетающих двигательные и когнитивные компоненты. Рассмотрим исследования особенностей становления функции письма в контексте развития познавательных и двигательных функций у детей с синдромом дефицита внимания и гиперактивности (СДВГ) и сопоставим эти нарушения с показателями когнитивного и моторного развития детей с так называемым синдромом нарушения координации (СНК).

В рамках СДВГ различают три взаимосвязанных компонента (см., напр., Белоусова, Никанорова, 2000):

1. *Гиперактивность* – повышенная возбудимость и активность, прежде всего двигательная. В плане мелкой моторики гиперактивность влечет за собой нарушения тонкой двигательной координации и двигательного торможения, что, в свою очередь, выражается в проблемах с письмом и почерком (см. Raggio, 1999). Однако в перечень нарушений моторики при СДВГ включают не только плохой почерк, но и осуществление последовательности быстро сменяющих друг друга движений, соблюдение их пространственных и временных характеристик и т.д.

2. *Импульсивность*: ребенок нетерпелив, непредсказуем, склонен действовать, не подумав. В выполнении двигательных за-



* Работа поддержана грантом РФФИ № 04-06-80-236.

даний для такого ребенка затруднительно удержаться от движения, которое должно быть задержано на некоторое время, и препятствовать осуществлению реакций, которые не относятся к поставленной задаче, но которые ребенку по той или иной причине хочется осуществить.

3. Невнимательность. Даже если у ребенка школьного возраста нормальный или высокий интеллект, он плохо учится, поскольку совершает множество ошибок: например, пропускает буквы, слова и предложения, когда читает учебник или переписывает упражнение. Помимо ошибок по невниманию, для таких детей характерна отвлекаемость. Они не заканчивают начатых заданий и избегают задач, связанных с усилием и требующих произвольной концентрации внимания. Поэтому дети с СДВГ больше страдают от повышения умственной нагрузки в ходе выполнения заданий, чем группа нормы. Например, когда ребенок должен переписать текст или решить арифметическую задачу, параллельно пытаясь добиться правильного удержания ручки в руке, он не может не испытывать дополнительных затруднений, которые разрушают его деятельность в большей степени, чем у детей группы нормы.

В синдроме может преобладать один из компонентов: либо невнимательность, либо гиперактивность, которой сопутствует импульсивность. Соответственно, говорят об «СДВГ с преобладанием невнимательности» (СДВГ-ПН) либо об «СДВГ с преобладанием гиперактивности и импульсивности» (СДВГ-ГИ), хотя последний вариант в чистом виде встречается реже, и исследователи предпочитают выделять «СДВГ смешанного типа» (СДВГ-С) с симптомами как невнимательности, так и гиперактивности.

Если обратиться к общему панорамному рассмотрению когнитивного и моторного развития детей с разными формами СДВГ, очевидно, что в первом случае (СДВГ-ПН) на передний план выходят когнитивные нарушения, а во втором случае (СДВГ-ГИ) – двигательные. Впрочем, это разделение едва ли можно абсолютизировать: например, показано, что нарушения тонкой моторики в большей степени выражены у мальчиков с СДВГ-ПН (Piek et al., 1999; Pitcher et al., 2003), тогда как нарушения крупной моторики характерны для детей с СДВГ-С. Но с возрастом эти различия сглаживаются (Law, 2002). Однако чем сильнее выражены нару-

шения внимания, тем выше вероятность того, что потребуются коррекционные меры для развития моторики (Piek et al., 1999). Впрочем, есть и данные, согласно которым нарушения тонкой моторики при СДВГ не связаны прямо с нарушениями внимания, а обусловлены сбоями в работе специфически двигательных механизмов (Pitcher et al., 2003).

Наконец, в случае СДВГ-С значительно более явно выражены затруднения планирования собственной деятельности и контроль за ее выполнением, чем у детей с невнимательностью, но без гиперактивности (Lockwood et al., 2001). Таким образом, можно говорить о проблемах, связанных не с выполнением, а именно с *управлением* собственными движениями у детей с СДВГ-ГИ. В детской нейропсихологии подобные нарушения внимания у младших школьников, типичные для СДВГ, обычно соотносят с незрелостью именно тех структур головного мозга, которые задействованы в осуществлении *программирования и контроля деятельности* (Пылаева, Ахутина, 1997).

В последнее время развивается тезис о том, что нарушения внимания при СДВГ гетерогенны (см. Barkley, 1997; Piek et al., 1999). Считается, что в случае СДВГ с преобладанием невнимательности, на фоне общего дефицита подсистемы бдительности (Posner, 1996), больше страдает селективный аспект внимания (его избирательность) и скорость переработки информации (см. также Piek, Pitcher, 2004). В случае же СДВГ с преобладанием гиперактивности и импульсивности более выражены нарушения устойчивости внимания, за которыми могут стоять сбои в функциях программирования и контроля. В свете этого разделения не столь удивительны очерченные выше различия в нарушениях двигательной сферы, неоднократно зафиксированные у детей с СДВГ.

В исследованиях функционирования мозга пациентов с СДВГ показано (Roth, Saykin, 2004), что нарушения касаются не только функций программирования и контроля, обеспечиваемых лобными долями головного мозга: разрушается целостное функционирование системы, включающей лобную кору, стриатум (полосатое тело), таламус и кортикальные структуры (FSTC), наблюдаются аномалии в активации отдельных ее частей в ходе решения двигательных задач (см. Dewey, Botton, 2004). Помимо этого, у детей с

СДВГ уменьшен объем мозжечка и нарушено его функционирование (Berquin et al., 1998; Diamond, 2000; Durston, 2003). Возможно, именно с этим связаны наблюдаемые при СДВГ нарушения в обработке информации, быстро сменяющейся во времени (Piek, Pitcher, 2004), характерные для дислексиков, и в синхронизации зрительных и моторных функций: установлено, что нарушения в работе мозжечка (структуры мозга, которая традиционно рассматривалась как одна из подсистем мозговой системы контроля движений) ведут не только к моторной неловкости и нарушениям координации движений и мелкой моторики, но и к нарушению координации между движениями глаз и рук, к замедлению перцептивных процессов и процессов выработки сенсомоторных навыков (Salman, 2002), а также к нарушениям в когнитивной сфере (Зуева и др., 2003). Существуют также данные относительно анатомических аномалий хвостатого ядра и префронтальной коры головного мозга при СДВГ (Dewey, Bottos, 2004; Diamond, 2000). Эти данные подтверждают идею о том, что нарушение системы, включающей мозжечок, базальные ганглии и префронтальную кору, может лежать в основе нарушений функций двигательного контроля и торможения при СДВГ. Относительно функций фронтостриарной системы (в частности, функции когнитивного контроля и торможения нежелательных реакций) установлено, что у детей с СДВГ они частично передаются диффузной системе, включающей, прежде всего, задние области нижнетеменной коры и поясной извилины, а также отделы дорзолатеральной префронтальной коры головного мозга (Durston, 2003).

При том, что ряд познавательных функций, связанных с планированием, контролем за выполнением задач и торможением нежелательных ответов (необходимым, например, при решении задач с противоречивой стимуляцией, наподобие задачи Струпа), а также рабочая память у детей с СДВГ нарушены, многие функции, согласно большинству исследований, сохранены и не отличаются от соответствующих функций у детей группы нормы. Среди таких функций – вербальная долговременная память, зрительная память и зрительно-моторная координация (см. обзор Sami et al., 2003).

Последняя из перечисленных функций, особенно значимая в осуществлении

графомоторных актов и, в частности, письма закономерно нарушается у группы детей, страдающих одной из форм диспраксии – синдромом нарушения координации (СНК). Поэтому сопоставление нарушений психомоторной сферы вообще и письма в частности у детей данной группы и у детей с СДВГ может позволить наиболее объемно высветить закономерности как патологического, так и нормального совместного становления когнитивных и двигательных функций в детском возрасте.

В последние годы исследования развития детей с СНК также переживают значительный подъем, особенно в скандинавских странах, в связи с запросами практики. При СНК у ребенка не нарушены внимание и функции контроля и управления собственной деятельностью, но в значительной мере нарушено выполнение и освоение как достаточно простых, так и сложных реальных и символических действий, жестов, а также их последовательностей. Естественно, затруднено и письмо: в перечне симптомов СНК, как правило, значится плохой почерк (впрочем, есть и исключения – см. Maeland, 1992), а также снижение скорости письма (см., напр., Rosenblum et al., 2001; Smits-Engelsman et al., 2001). За подобными нарушениями моторики также могут стоять нарушения познавательного развития, которые год за годом выявляются в специальных исследованиях детей с данным диагнозом.

Как и СДВГ, синдром нарушения координации неоднороден. По аналогии с апраксиями – нарушениями движений в результате локальных поражений соответствующих отделов головного мозга, в СНК различают варианты, при которых нарушается либо планирование действий (в этом случае для ребенка затруднительно выполнение или копирование последовательности движений), либо само их осуществление (в связи с нарушениями координации, поддержания равновесия и т.п.) при сохранности общего плана действий. Д.Дьюи и Б.Каплан (1994) показали, что эти две группы детей с СНК (они были выделены на основе кластерного анализа результатов выполнения ряда двигательных тестов), а также дети, для которых характерны оба класса нарушений двигательных функций, значимо различаются по показателям развития зрительно-пространственных функций, зрительно-моторной координации, а также по речевому развитию и академиче-

ской успеваемости (последняя оценивалась по выполнению стандартизированных заданий по чтению, письму и математике). Дети с нарушением обеих групп двигательных функций продемонстрировали худшие показатели по всем тестам как связанным с академической успеваемостью, так и оценивающим зрительно-пространственные функции и зрительно-моторную координацию (например, в задаче копирования сложных изображений), хотя дети с нарушением хотя бы одной из функций по любому из показателей также значимо отличались от группы нормы. Дети с СНК в форме нарушений планирования (упорядочивания) действий показали несколько более худшие результаты в тестах, связанных с чтением и пониманием речи на слух.

Подчеркнем еще раз, что зрительно-пространственные функции, которые, согласно большинству данных, у детей с СДВГ скорее сохранены (см. Piek, Pitcher, 2004; впрочем, есть и противоположные данные, которых нам еще предстоит коснуться), у детей с СНК обычно нарушены (Dewey, Kaplan, 1994; Maeland, 1992 и др.), и именно их нарушение многие исследователи связывают с нарушениями планирования последовательности действий при СНК: предполагается, что неполнота зрительной информации, которую получает ребенок, и неспособность использовать ее при организации действия не позволяют спланировать это действие адекватным образом. Однако и дети с СДВГ-ГИ и СДВГ-С, которые по стандартизированным тестам демонстрируют сохранность зрительно-моторной координации и перцептивных функций, затрудняются в выполнении задач, вовлекающих мелкую моторику и зрительную регуляцию движений (Marcotte, Stern, 1997).

Нарушение функции *торможения* в случае СНК также имеет место, но проявляется скорее в так называемых синкинезиях и дискинезиях, при которых ребенок выполняет множество лишних движений, например, когда требуется пошевелить пальцами правой руки, шевелит также пальцами левой руки, а если необходимо выполнить действие только одним пальцем, двигают несколькими (см. Smits-Engelsman, 2001). Как эти нарушения психомоторного развития соотносятся с общепринятой симптоматикой СДВГ?

Многие исследователи отмечают, что нарушения моторики и, прежде всего, вы-

полнения целенаправленных актов (начиная от письма и заканчивая шнуровкой ботинок), при СДВГ даже к настоящему моменту изучены недостаточно, несмотря на то, что родители часто указывают на общую «неловкость» детей с данным диагнозом. (В перечень симптомов СДВГ в Международной классификации болезней моторная неловкость не внесена). Последние исследования развития двигательной сферы детей с СДВГ демонстрируют, что СНК у них нередко наблюдается в качестве сопутствующего синдрома (см. Karatekin et al., 2003; Tervo et al., 2002), хотя в



некоторых случаях подчеркиваются различия между этими двумя синдромами: например, что нарушение зрительно-моторной координации, которое считали характерным для обоих синдромов, в действительности характерно для СНК, но не для СДВГ (см. Piek, Dysk, 2004). Однако и здесь, в силу пересечения симптоматики двух синдромов, данные противоречивы. Даже в том случае, если у ребенка с СДВГ не наблюдается трудностей в обучении, может быть диагностирован некоторый дефицит зрительно-моторной координации по тесту Бири (*Beery Developmental Test of Visual Motor Integration*) или по гештальт-тесту Бендера. При выполнении заданий, требующих копирования геометрических фигур возрастающей сложности, дети искажают фигуры и демонстрируют персеверации (см. Raggio, 1999). Интересно, что успешность выполнения детьми данного теста значимо коррелирует также (Taylor Kulp,

1999) с учительскими оценками того, насколько ребенок хорошо читает, считает и пишет (причем, как в плане почерка, так и в плане орфографии, хотя корреляция с почерком сильнее). Это указывает на значимость соответствующей функции для успешности школьного обучения, во многом, кстати, основанного на выполнении письменных заданий.

Снять некоторые противоречия, связанные, например, с проблемой состояния зрительно-пространственных функций у детей с данными синдромами, позволяет сравнительный анализ случаев СДВГ в чистом виде и в сочетании с СНК. Например, в тесте перцептивной организации по Д.Векслеру дети, одновременно имеющие синдромы СДВГ и СНК, демонстрируют значимо худшие показатели, чем группа нормы. Дети только с СДВГ не отличаются от группы нормы по этому тесту, однако отличаются по показателю скорости переработки информации, который, в свою очередь, может вносить вклад в снижение общего показателя коэффициента интеллекта по Векслеру (Piek, Pitcher, 2004).

Несмотря на постоянно выявляемые и подчеркиваемые различия между двумя синдромами, в работе шведских исследователей показано, что среди семилетних детей с СНК примерно 47% страдают, в свою очередь, также и СДВГ (Kadesjo, Gillberg, 1999). Впрочем, сам по себе СДВГ редко наблюдается изолированно, в чистом виде, и почти в 90% случаев сопровождается каким-либо дополнительным неврологическим, нейропсихологическим или поведенческим диагнозом, а в 67% случаев – как минимум двумя диагнозами (Kadesjo, Gillberg, 2001). В связи с этим скандинавские исследователи вслед за Кристофером Гилльбергом (см. Maeland, 1992; Piek et al., 1999; Piek, Pitcher, 2004 и др.) считают более уместным говорить о разных формах и проявлениях общего «дефицита внимания, двигательного контроля и восприятия» (*deficits in attention, motor control, and perception, или DAMP*). В некоторых случаях отдельно изучаются особенности моторики детей с СДВГ и двигательной дисфункцией (ADHD-MD) в форме различного рода диспраксий и нарушений двигательного развития, для которых обычно характерен СДВГ смешанного типа. Причем, согласно данным анкетирования родителей и учителей по целому ряду стандартизированных опросни-

ков, этот синдром сочетается с другими поведенческими проблемами и нарушениями развития нервной системы и сопровождается задержками развития речи, чтения и задержками освоения сложных двигательных навыков любого уровня и (Tervo et al., 2002).

Исследования показывают, что основные нарушения собственно *двигательной сферы* у детей с СДВГ представлены в форме сбоев в построении сложных двигательных ответов и замедления выполнения движений, тогда как по скорости и точности простых двигательных реакций и по времени глазодвигательной реакции они не отличаются от группы нормы (см. Barkley, 1997; Karatekin et al., 2003 и др.). Наиболее затруднительно для таких детей выполнение (повторение вслед за экспериментатором) последовательности новых движений и упорядочивание их во времени (см. также Law, 2002). Таким образом, для детей с СДВГ в целом характерны персеверации (Barkley, 1997), что недавно было в очередной раз подтверждено в исследовании выполнения девочками с СДВГ задания по перерисовыванию сложных изображений (Sami et al., 2003).

Дети без невнимательности, но с гиперактивностью также не отличаются от общей популяции по способности к организации и выполнению таких простых движений (Leung, Connolly, 1998) как постукивание по клавишам (*key tapping*), при том, что у детей с СНК и у детей с дислексией выполнение данного класса движений значительно нарушено (см. обзор Diamond, 2000).

Сложные двигательные реакции необходимы, прежде всего, при выполнении таких двигательных задач как рисование и письмо, поэтому в успешности освоения и выполнения именно заданий, связанных с рисованием (напр., Vaquerizo Madrid et al., 2004), и письменных заданий (напр., Resta, Eliot, 1994) у детей с СДВГ наблюдаются наиболее сильные нарушения, выявляемые практически в любом исследовании. Однако значительно нарушается и выполнение многих бытовых действий.

В исследовании К.Каратекина с коллегами из Миннесотского университета была сделана попытка анализа двигательных и речевых нарушений у детей с СДВГ смешанного типа (согласно опроснику, который родители заполняли для двух возрастов – дошкольного, от 2 до 5 лет, и актуального, младшего школьного). Были рассмотрены связи

этих нарушений с показателями интеллектуального развития (по тесту Векслера) и успешности освоения школьных предметов (выполнение тестовых заданий по письму, чтению и математике). Родители должны были оценить, как дети осваивали и как выполняют на момент опроса множество бытовых действий (например, как пользуются столовыми приборами, застегивают пуговицы, одеваются, складывают мозаику, играют в конструктор, пишут печатными буквами, рисуют и т.п. вплоть до навыков грубой моторики наподобие игры в футбол и плавания). Также родители отвечали на вопросы об особенностях речи и ее развития у детей в период от 2 до 5 лет и после 6 лет (выяснялось: не заикается ли ребенок, насколько легко он подбирает слова, не путает ли их порядка в предложении и т.п.).

Результаты исследования показали, что родители детей с СДВГ значимо чаще отмечают двигательные проблемы у своих детей как в ходе освоения, так и в ходе выполнения различных бытовых действий. Но выявились любопытные зависимости между развитием двигательной сферы и состоянием познавательных функций. Например, развитие моторики у детей с СДВГ в дошкольном возрасте никак не было связано с их коэффициентом интеллекта, а также с качеством выполнения задач по чтению, математике и письму. Однако оценки текущего состояния двигательной сферы значимо коррелировали с показателями перцептивной организации и скорости обработки информации по Векслеру и с успешностью выполнения тестовых заданий по письму. Языковое развитие детей с СДВГ, согласно оценкам родителей, полностью соответствовало норме, но родители отмечали, что дети путают слога-омофоны, а для их речи характерна некоторая принужденность.

Обратимся к рассмотрению работ, прямо посвященных изучению функции письма и графомоторных функций у детей с СДВГ и СНК. В контексте результатов рассмотренных выше исследований психомоторного развития выводы из этих работ во многом предсказуемы, однако сочетания показателей качества письма с показателями состояния других функций, а также остроумные исследовательские ходы, позволяющие проанализировать динамику выполнения движений детьми с нарушениями познавательной и двигательной сферы позволяют составить

более полную картину предпосылок успешного и неуспешного освоения письма как в норме, так и при отклонениях в развитии.

В одном из исследований функции письма у мальчиков с СДВГ в возрасте от 8 до 13 лет (Resta, Eliot, 1994) авторы сопоставили выполнение четырех типов письменных заданий (начиная от записывания заученных предложений и заканчивая творческими заданиями) с показателями теста на копирование сложных фигур (гештальт-тест Бендера). В письменных тестах оценивались общая способность к выполнению подобных заданий, продуктивность (количество использованных слов), сложность используемых слов и удобочитаемость текста (построение предложений и т.п.). Дети с СДВГ продемонстрировали более низкие показатели качества выполнения письменных заданий по всем шкалам по сравнению с детьми контрольной группы, за исключением удобочитаемости. Дети с СДВГ с гиперактивностью продемонстрировали более низкий показатель продуктивности по сравнению с детьми с СДВГ без гиперактивности, результаты которых соответствовали группе нормы. У детей с гиперактивностью прочие показатели письма были также ниже показателей детей с СДВГ без гиперактивности, наряду со значимо более низкими показателями теста на срисовывание изображений.

Исследование письма у десятилетних детей группы нормы, детей с СНК и детей с дисграфией, но без СНК, в сочетании с изучением состояния их зрительно-пространственных и двигательных функций также показало, что особенности почерка у выборки в целом значимо связаны с зрительно-моторной координацией, анализом формы зрительных изображений и выполнения задач трассирования (*tracing*), а у детей с СНК – с зрительно-моторной координацией и анализом формы зрительных изображений. Дети с СНК выявлялись на основе выполнения двигательного теста, включавшего задания для оценки ловкости и точности движений рук, а также поддержания статического и динамического равновесия тела в целом. Помимо двигательных тестов, все дети должны были записать под диктовку текст из шести предложений настолько красиво, насколько им это удастся, а также выполнить ряд зрительно-пространственных заданий. Записанный детьми текст затем оценивался по ряду показателей (точность начертания букв, однород-

ность их размера и наклона и т.д.). Регрессионный анализ данных показал, что качество письма можно предсказать только по показателю зрительно-моторной координации (копирование изображений по тесту Бири). Однако была найдена также значимая корреляция качества письма с выполнением задачи трассирования (ребенок должен был проводить карандашом на бумаге линии вдоль изображенных линий). Состояние же простых психомоторных функций, которое выявлялось в задачах теппинга и вставления втулок в отверстия (*peg test*), оказалось наименее связано с особенностями почерка детей.

К несколько иным результатам привело исследование графомоторных способностей у детей 7-10 лет с СНК по стандартизированной методике для оценки почерка с использованием граф-планшета, применение



которого позволило исследовать также и кинематические характеристики письма (Smits-Engelsman et al., 2001). Это исследование подтвердило предположение о том, что нарушения письма при СНК – одно из проявлений общего нарушения нервной регуляции двигательной сферы, которое выражается в проблемах с координацией в плане мелкой моторики и в синкинезиях (невозможности оттормаживать лишние движения, которые сопровождают движения, необходимые для осуществления действия). А поскольку за нарушениями почерка стоит за-

труднение в выполнении целого класса движений, то исследователи склонны считать, что особенности почерка детей с СНК нередко представляет собой результат *успешной адаптации* к собственному недугу. Среди стратегий адаптации называют общее замедление движений, позволяющее лучше их контролировать и координировать, а также избегание коартикуляции, тоже требующей моторного контроля. Г. ван Гален и Б. Смитс-Энгельсман с соавторами в ряде работ проводят идею о том, что оптимальная стратегия адаптации к письму у детей с СНК определяется спецификой характерного для них нарушения моторики – повышенным уровнем «шума» в моторных командах – и заключается в повышенной негибкости движений руки либо за счет ускорения отдельных движений (фазическая негибкость), либо за счет постепенно усиливающегося сокращения мышц (тоническая негибкость).

В одном из экспериментальных исследований детей с СНК, проведенном данными авторами, рассматривалась связь нарушений почерка и, в частности, его кинематических особенностей, с нарушениями общего двигательного развития и мелкой моторики. Помимо этого, авторы ставили своей задачей оценку влияния неспециализированной физиотерапии (упражнений на развитие мелкой, а в некоторых случаях и крупной моторики) на скорость и удобочитаемость почерка детей, а также на его кинематические характеристики. Экспертиза почерка осуществлялась на основе выполнения задания по переписыванию текста, постепенно возрастающего по сложности, в течение 5 минут, которое впоследствии оценивалось по стандартным параметрам, принятым в исследованиях дисграфий. Помимо этого, использовалось анкетирование учителей. Дети также выполняли ряд стандартных тестов, направленных на оценку общего состояния их моторики и зрительно-моторной координации (например, должны были провести линию по узкому «коридору» между двумя заданными дугообразными линиями, не отрывая пера от бумаги). Обнаружилось, что степень нарушения почерка прямо связана с состоянием пространственных двигательных функций и мелкой моторики, а также с выраженными дискинезиями. Кинематический анализ рисунков детей с СНК также выявил их неспособность справляться с пространственными требованиями задачи. Однако

большая скорость их движений и меньшее количество отрывов ручки от бумаги подтвердили, что такие дети действительно прибегают к стратегии «фазической негибкости», менее зависимой от зрительных коррекций и позволяющей отфильтровывать «нейромоторный шум» в моторных командах. Эта стратегия действовала более эффективно при выполнении стандартных письменных заданий и менее эффективно – при решении задачи, требовавшей тонкого приспособления к непривычным требованиям ситуации. После трех месяцев физиотерапии дети с СНК стали писать лучше, однако отличия общего профиля их движений при выполнении заданий, направленных на оценку мелкой моторики, от движений группы нормы *обострились*, вместо того чтобы сгладиться. Дети обучились лучшему применению ранее найденной ими стратегии письма (фазической негибкости), что подтвердило гипотезу исследователей относительно «шума» в моторных командах как причины нарушений письма при СНК.

Данные предположения были в целом подкреплены и в исследовании выполнения детьми с СНК и трудностями в обучении других тестов, требующих зрительно-моторной координации – например, заданий на соединение целевых объектов прямыми линиями (Smits-Engelsman et al., 2003). Запись движений детей посредством граф-планшета показала, что при выполнении дискретных задач (просто соединить два целевых объекта) такие дети делают не больше ошибок, чем группа нормы. Но при выполнении циклических задач, требующих быстрых прицельных движений, ошибок становится значительно больше. Согласно гипотезе Б. Смитс-Энгельсман с коллегами, причина этого различия в выполнении двух видов заданий заключается в том, что дети с СНК успешно опираются на немедленную обратную связь о выполнении задачи, тогда как опора на прямую связь, прогнозирование успешности движения, или, иными словами, выполнение задания по «разомкнутому» контуру, у них нарушены. Получается, что дети с СНК и проблемами в обучении зависимы от обратной связи, а когда она недостаточна, в выполнении заданий на мелкую моторику у них наблюдаются выраженные проблемы.

Возможно, по границе между заданиями, выполняемыми по «разомкнутому» контуру (с опорой преимущественно на зри-

тельный контроль) и по «замкнутому» контуру (с опорой преимущественно на кинестетический контроль), дети с СНК отличаются от детей с СДВГ. Установлено, что у детей с СДВГ нарушен кинестетический контроль за выполнением движений мелкой моторики: возможно, дети просто не обращают внимания на этот источник информации, даже будучи внимательны к задаче (Whitmont, Clark, 1996). В норме кинестетическая регуляция движений уже присутствует у детей 3-4 лет и окончательно созревает к 7 годам, причем более востребована в задачах, обращенных именно к мелкой, а не к крупной моторике. С. Уитмонт и Ч. Кларк предложили тест для оценки кинестетической регуляции, в котором ребенок должен определить местоположение управляемого экспериментатором штыря, за который ребенок держится рукой, но не видит. На поверхности, под которой движется штырь, изображены разные животные, и испытуемый, ориентируясь только на кинестетическую информацию, должен указать, под каким животным находится его рука. Этот тест был предъявлен детям 7-12 лет группы нормы и детям с СДВГ; помимо него, обе группы детей выполняли ряд методик, направленных на диагностику моторики (скорости реакции, ловкости, скорости движений рук) и зрительно-моторного контроля (задания на обращение с бумагой, карандашом и ножницами), а также тест интеллекта Д. Векслера и тест академической успеваемости, включавший задания по чтению, письму и арифметические задачи. Помимо этого, учитывался социо-экономический статус родителей.

Было обнаружено, что дети группы нормы и дети с СДВГ, которые в целом не различаются по интеллектуальным способностям и по учебным достижениям, значительно различаются по выполнению кинестетического теста и тестов мелкой моторики и зрительно-моторной координации. Чем более явной была симптоматика СДВГ по специальному опроснику для родителей, тем сильнее оказывались нарушения моторики. Можно было бы заключить, что в основе нарушений мелкой моторики лежат проблемы с использованием кинестетической информации, однако выраженной корреляции между показателями выполнения этих двух групп тестов исследователи не нашли. Тем не менее, они рассматривают недостаток внимания к кинестетической информации в реше-

нии задачи, которая практически не требует зрительного контроля, как возможную причину наблюдаемых при СДВГ нарушений двигательной сферы. Степень внимания каждого ребенка к основной задаче в данном исследовании отдельно оценивалась внешними наблюдателями-экспертами, которые не знали, к какой группе относится испытуемый, и ни один из экспертов на основе анализа внешних поведенческих проявлений внимания не отметил, что тот или иной ребенок был невнимателен к задаче как таковой. Авторы полагают, что их предположение согласуется с представлениями тех исследователей, которые считают, что к улучшению почерка при СДВГ приводит применение лекарств, причём повышающих степень внимания.

Результаты этого исследования канадских психологов были дополнены и расширены группой австралийских исследователей, которые провели тестирование мальчиков 8-12 лет с СДВГ с преобладанием невнимательности и с СДВГ смешанного типа (Piek et al., 1999), тогда как в рассмотренном выше исследовании не было испытуемых с преобладанием симптоматики невнимательности. В этом исследовании, как и в предыдущем, был использован ряд тестов двигательного и умственного развития, а также методика для оценки кинестетической чувствительности и кинестетической памяти, сходная с описанной выше методикой. У обеих групп детей с СДВГ были зафиксированы выраженные нарушения двигательной сферы, во многом совпадающие с симптоматикой СНК, причём невнимательность оказалась значимым предиктором нарушений координации. Как уже отмечалось выше, у детей с СДВГ-ПН были более выражены нарушения мелкой моторики (например, ловкости рук), а у детей с СДВГ-С – нарушения крупной моторики (в частности, проблемы с поддержанием равновесия). Однако заметных различий между группами детей с СДВГ и детей контрольной группы в чувствительности к кинестетической информации обнаружено не было, хотя соответствующий тест был достаточно сложным и требовал высокой концентрации внимания. Следовательно, едва ли можно говорить о прямой связи между нарушениями моторики и нарушением кинестетической регуляции движений у детей с разными формами СДВГ. Так или иначе, рассогласования между описанными исследованиями требуют продолжения эксперимен-

тальной разработки данной проблематики с увеличением числа испытуемых и использованием не просто сходных, но идентичных тестовых методик (см. также обсуждение в работе Piek & Pitcher, 2004), тогда как вплоть до настоящего момента таких работ больше не опубликовано (не исключено, что причина тому – трудоемкость проведения тестов для оценки кинестетической регуляции).

При осмыслении данного рассогласования необходимо также учитывать результаты лонгитюдного исследования детей с риском СНК, которое выявило у этой группы значимо худшие показатели кинестетической регуляции (Coleman et al., 2001). Эти показатели, полученные с использованием той же методики, что и в первом из описанных исследований, с возрастом улучшились, однако остались ниже соответствующих показателей группы нормы. Отметим, что данный результат свидетельствует против упомянутого выше предположения о том, что дети с СНК осуществляют регуляцию движений преимущественно по типу «замкнутого контура», тогда как дети с СДВГ – преимущественно по типу «разомкнутого контура».

Однако основным предметом исследований разного рода нарушений графомоторных функций и письма у детей с СДВГ продолжает оставаться функция *контроля*, дефицит которой, как отмечалось выше, рассматривается многими исследователями как центральный для данного синдрома. Два исследования наиболее ярко подчеркивают особую роль этой функции в наблюдаемых нарушениях тонкой моторики у детей с СДВГ. В работе большой группы голландских исследователей (Kalff et al., 2003) для выявления способности к контролю собственных движений у детей 5-6 лет была использована оригинальная компьютеризированная методика. Исследователи предлагали детям два типа задач: (1) *задачу следования траектории*, косвенно включающую рисование круга – хорошо знакомой детям фигуры, изображение которой могло быть спланировано заранее, снижая тем самым требования к текущему контролю за выполнением действия, и (2) *задачу преследования*, которая состояла в следовании за движущимся по экрану целевым объектом (звездочкой). Эта задача предъявляет высокие требования к контролю за ее выполнением, поскольку параметры действия постоянно и непредсказуемо меняются прямо по ходу его осуществления. По

всем прочим параметрам задачи были сходны друг с другом: в первой задаче ребенок должен был провести курсор по узкому «коридору» между двумя окружностями, вложенными одна в другую, левой и правой рукой с помощью компьютерной мыши (оценивались среднее отклонение от невидимой ребенку центральной линии между этими двумя окружностями и общее время выполнения задания), а во второй – как можно плотнее следовать курсором, управляемым мышью, за хаотически движущимся по экрану целевым объектом в течение 1 минуты (каждую секунду оценивалось среднее расстояние между курсором и целевым объектом). Помимо этого, дети выполняли задачу, которая позволяла оценить скорость их движений: должны были как можно быстрее разместить втулки в отверстия на доске левой и правой рукой, а затем двумя руками.

Дети с СДВГ не отличались от детей группы нормы ни по скорости движений, ни по выполнению задачи следования траектории, которая не предъявляла высоких требований к контролю за выполнением действия. Однако они были значимо более неточны в выполнении задачи преследования, предъявляющей таковые требования. Эта разница была ярко выражена только в показателях выполнения задачи ведущей рукой, что авторы исследования объясняют юным возрастом его участников, в котором способность управлять второй рукой могла еще не сформироваться в достаточной степени. В целом же результаты эксперимента подтвердили устоявшееся мнение данной исследовательской группы, согласно которому предиктором СДВГ являются именно качественные, а не количественные характеристики различных типов движений. Именно к такому выводу привели результаты еще одного недавнего их исследования детей с СДВГ посредством батареи двигательных тестов с применением регрессионного анализа для обработки полученных данных (Kroes et al., 2002).

Более простое и не менее остроумное исследование функций программирования и контроля у детей с СДВГ провели американские исследователи Э.Маркотт и К.Стерн (1997). Поставив задачу выявить причины плохого почерка и нарушений функции письма у данной группы детей, исследователи избрали графическую пробу – методику, которую предложил в свое время для оценки состояния функции программирования и кон-

троля у больных с локальными поражениями головного мозга А.Р. Лурия. С одной стороны, эта методика близка к письму, а с другой стороны, лишена собственно языковой составляющей и позволяет изучать контроль движений при письме в чистом виде.

В данном исследовании дети 8-13 лет с СДВГ-С и СДВГ-ПН должны были выполнять письменное задание, связанное с повторением определенного графического паттерна до конца страницы. Уровень сложности паттерна возрастал от одной строки к другой (всего было использовано пять уровней сложности, от П_П_П до П/П/П). Показатели выполнения графомоторного теста детьми с СДВГ были значимо ниже нормативных данных, причем дети с СДВГ-С показали значимо худшие результаты по сравнению с детьми с СДВГ-ПН. Помимо данной задачи, детям предъявлялись задания на зрительно-моторную координацию и на распознавание зрительных образов. По данным тестам испытуемые с СДВГ обоих типов продемонстрировали показатели, соответствующие нормам для детей данного возраста, поэтому влияние нарушений восприятия и зрительно-моторной координации на решение задачи было исключено. Исследователями был также выделен ряд качественных особенностей выполнения данного теста детьми с СДВГ (как на уровне результатов выполнения заданий, так и на уровне хода их выполнения, заметки о котором делал экспериментатор): например, хорошее выполнение первых заданий с постепенным последующим ухудшением; ухудшение выполнения задания в пределах одной строки (т.е. при повторении одного и того же паттерна); ускорение процесса завершения строки с потерей характерных признаков паттерна, и т.д. Эти результаты свидетельствуют о том, что причиной нарушений функции письма у детей с СДВГ могут быть именно *общие нарушения графомоторного контроля* как в сочетании с неспособностью детей к выполнению всех прочих требований весьма непростой задачи письма, так и независимо от них. Отсюда же следуют и представления о том, каковы должны быть стратегии адаптации детей с разными формами СДВГ к выполнению задач, связанных с письмом. Если нарушения письма носят скорее организационный характер (например, связаны с упорядочиванием информации), то им требуется специальное пошаговое обучение. Если же нарушен именно

графомоторный контроль, то авторы полагают, что способствовать компенсации нарушений может применение в обучении персональных компьютеров с текстовыми редакторами.

Наконец, в связи с проблемой постоянно поддерживаемого внимания, нарушения которого считаются специфическими именно для СДВГ (Posner, 1996), а также в связи с поиском возможностей компенсации недостаточно эффективной работы соответствующей мозговой системы обсуждается гипотеза «оптимальной стимуляции» (Zentall et al., 1985; Imhof, 2004). Согласно этой гипотезе, нарушения письма у таких детей связаны, в частности, с невозможностью поддержания внимания к однообразным черным буквам на белом фоне, в отношении которых выполняется однообразная задача переписывания. В середине 1980-х было показано, что у подростков с нарушениями внимания и гиперактивностью решение задачи переписывания улучшается, если переписыванию подлежит текст, написанный цветными буквами (в отличие от их сверстников без нарушений внимания и с таким же уровнем интеллекта: таким школьникам цветные буквы,

скорее, мешают решать задачу переписывания). В 2004 г. эта гипотеза была подтверждена в исследовании, где оценивались, прежде всего, показатели графомоторного контроля и качественные особенности почерка (Imhof, 2004). Испытуемые выполняли задачу переписывания текстов на белой и на цветной бумаге, и у детей с СДВГ решение задачи переписывания значительно изменилось в лучшую сторону.

Итак, данный обзор, ни в коей мере не претендуя на полноту, позволяет еще раз увидеть, насколько сложной является построению функция письма, и каким именно образом нарушения в работе как мозговых систем, так и отдельных познавательных и психомоторных функций ребенка могут привести к неуспешному освоению двигательных компонентов навыка письма. Отдельного рассмотрения заслуживали бы методики коррекции нарушений письма, активно разрабатываемые в современной нейропсихологии, однако их спектр в целом опирается на особенности становления познавательных и двигательных функций у детей, затронутых в обзоре.

Литература

1. Белоусова Е.Д., Никанорова М.Ю. Синдром дефицита внимания /гиперактивности // Российский вестник перинатологии и педиатрии. - N 3. - 2000. - С. 39-42.
2. Зуева Ю.В., Корсакова Н.К., Калашникова Л.А. Роль мозжечка в когнитивных процессах. // А.Р. Лурия и психология XXI века. / Под ред. Т.В. Ахутиной, Ж.М. Глозман. - М., 2003. - С. 90-98.
3. Пылаева Н.М., Ахутина Т.В. Школа внимания. Методика развития и коррекции внимания у детей 5-7 лет. - М.: ИНТОР. - 1997. - 64 с.
4. Barkley R.A. (1997) Behavioral inhibition, sustained attention, and executive functions: Constructing a unifying theory of ADHD. // Psychological Bulletin. Vol.121. No1. P. 65-94.
5. Berquin P.C., Giedd J.N., Jacobsen L.K., Hamburger S.D., Krain A.L., Rapoport J.L., Castellanos F.X. (1998) Cerebellum in attention-deficit hyperactivity disorder: A morphometric MRI study. // Neurology. Vol.50. No4. P.1087-1093.
6. Coleman R., Piek J.P., Livesey D.J. (2001). A longitudinal study of motor ability and kinesthetic acuity in young children at risk of DCD. // Human Movement Science. Vol.20. No1-2. P.95-110.
7. Dewey D., Bottos S. (2004) Neuroimaging of developmental motor disorders. // D. Dewey, D.E. Tupper (Eds.). Developmental Motor Disorders: A Neuropsychological Perspective. NY: The Guilford Press. P.26-43.
8. Dewey D., Kaplan B.J. (1994) Sybtyping of developmental motor deficits. // Developmental Neuropsychology. Vol.10. No3. P.265-284.
9. Diamond A. (2000) Close interrelation of motor development and cognitive development and of the cerebellum and prefrontal cortex. // Child Development. Vol.71. No1. P.44-56.

10. Durston S. (2003) A review of the biological bases of ADHD: what have we learned from imaging studies? // *Mental Retardation And Developmental Disabilities Research Reviews*. Vol.9. No3. P.184-195.
11. Imhof M. (2004) Effects of color stimulation on handwriting performance of children with ADHD without and with additional learning disabilities. // *European Child and Adolescent Psychiatry*. Vol.13. No3. P.191-198.
12. Kadesjo B., Gillberg C. (1999) Developmental coordination disorder in Swedish 7-year-old children. // *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*. Vol.38. No7. P.820-828.
13. Kadesjo B., Gillberg C. (2001) The comorbidity of ADHD in the general population of Swedish school-age children. // *Journal of Child Psychology and Psychiatry*. Vol.42. No4. P.487-492.
14. Kalff A.C., de Sonneville L.M., Hurks P.P., Hendriksen J.G., Kroes M., Feron F.J., Steyaert J., van Zeben T.M., Vles J.S., Jolles J. (2003) Low- and high-level controlled processing in executive motor control tasks in 5-6-year-old children at risk of ADHD. // *Journal of Child Psychology and Psychiatry*. Vol.44. No7. P.1049-1057.
15. Karatekin C., Markiewicz S.W., Siegel M.A. (2003) A preliminary study of motor problems in children with attention-deficit/hyperactivity disorder. // *Perceptual and Motor Skills*. Vol.97. No3. Pt.2. P.1267-1280.
16. Kroes M., Kessels A.G., Kalff A.C., Feron F.J., Vissers Y.L., Jolles J., Vles J.S. (2002) Quality of movement as predictor of ADHD: results from a prospective population study in 5- and 6-year-old children. // *Developmental Medicine and Child Neurology*. Vol.44. No11. P.753-760.
17. Law R.T. (2002) Motor control and neuropsychological functions in ADHD. / Abstract of the PhD dissertation, University of Chicago.
18. Leung P.W., Connolly K.J. (1998) Do hyperactive children have motor organization and/or execution deficits? // *Developmental Medicine and Child Neurology*. Vol.40. No9. P.600-607.
19. Lockwood K.A., Marcotte A.C., Stern C. (2001) Differentiation of attention-deficit / hyperactivity disorder subtypes: application of a neuropsychological model of attention. // *Journal of Clinical Experimental Neuropsychology*. Vol.23. No3. P.317-330.
20. Maeland A.F. (1992) Handwriting and perceptual-motor skills in clumsy, dysgraphic, and 'normal' children. // *Perceptual and Motor Skills*. Vol.75. No3. Part 2. P.1207-1217.
21. Marcotte A.C., Stern C. (1997) Qualitative analysis of graphomotor output in children with attentional disorders. // *Child Neuropsychology*. Vol.3. No2. P.147-153.
22. Piek J.P., Dyck M.J. (2004) Sensory-motor deficits in children with developmental coordination disorder, attention deficit hyperactivity disorder and autistic disorder. // *Human Movements Science*. Vol.23. No3-4. P.475-488.
23. Piek J.P., Dyck M.J., Nieman A., Anderson M., Hay D., Smith L.M., McCoy M., Hallmayer J. (2004) The relationship between motor coordination, executive functioning and attention in school aged children. // *Archives of Clinical Neuropsychology*. Vol.19. No8. P.1063-1076.
24. Piek J.P., Pitcher T.M. (2004) Processing deficits in children with movement and attention problems. // D. Dewey, D.E. Tupper (Eds.). *Developmental Motor Disorders: A Neuropsychological Perspective*. NY: The Guilford Press. P.213-227.
25. Piek J.P., Pitcher T.M., Hay D.A. (1999) Motor coordination and kinaesthesia in boys with attention deficit-hyperactivity disorder. // *Developmental Medicine and Child Neurology*. Vol.41. No3. P.159-165.
26. Pitcher T.M., Piek J.P., Hay D.A. (2003) Fine and gross motor ability in males with ADHD. // *Developmental Medical Child Neurology*. Vol.45. No8. P.525-535.
27. Posner M.I. (1996) Attention and psychopathology. // *Harvard Mental Health Letter*. Vol.13. No3. P.5-6.
28. Raggio D.J. (1999) Visuomotor perception in children with attention deficit hyperactivity

- disorder – combined type. // *Perceptual and Motor Skills*. Vol.88. No2. P.448-450.
29. Resta S.P., Eliot J. (1994) Written expression in boys with attention deficit disorder. // *Perceptual and Motor Skills*. Vol.79. No3. Part 1. P.1131-1138.
30. Rosenblum S., Parush S., Weiss P.L. (2001) Temporal measures of poor and proficient handwriters. // In Meulenbroek R.G.J., Steenbergen B.(Eds.) *Proceedings of the 10th biennial conference of the International Graphonomics Society*. The Netherlands: University of Nijmegen. P.119-125.
31. Roth R.M., Saykin A.J. (2004) Executive dysfunction in attention-deficit/hyperactivity disorder: cognitive and neuroimaging findings. // *Psy-chiatric Clinics of North America*. Vol.27. No1. P.83-96.
32. Salman M.S. (2002) The cerebellum: it's about time! But timing is not everything – new insights into the role of the cerebellum in timing motor and cognitive tasks. // *Journal of Child Neurology*. Vol.17. No1. P.1-9.
33. Sami N., Carte E.T., Hinshaw S.P., Zupan B.A. (2003) Performance of girls with ADHD and comparison girls on the Rey-Osterrieth Complex Figure: evidence for executive processing deficits. // *Child Neuropsychology*. Vol.9. No4. P.237-254.
34. Smits-Engelsman B.C., Niemeijer A.S., van Galen G.P. (2001) Fine motor deficiencies in children diagnosed as DCD based on poor grapho-motor ability. // *Human Movement Science*. Vol.20. No1-2. P.161-182.
35. Smits-Engelsman B.C., Wilson P.H., Westenberg Y., Duysens J. (2003) Fine motor deficiencies in children with developmental coordination disorder and learning disabilities: an underlying open-loop control deficit. // *Human Movement Science*. Vol.22. No4-5. P.495-513.
36. Taylor Kulp M. (1999) Relationship between visual motor integration skill and academic performance in kindergarten through third grade. // *Optometry and Vision Science*. Vol.76. No3. P. 159-163.
37. Tervo R.C., Azuma S., Fogas B., Fiechtner H. (2002) Children with ADHD and motor dysfunction compared with children with ADHD only. // *Developmental Medicine and Child Neurology*. Vol.44. No6. P.383-390.
38. Vaquerizo-Madrid J., Macias-Pingarron J.A., Marquez-Armenteros A.M. (2004) Habilidades graficas en el trastorno por deficit de atencion con hiperactividad. // *Revista de Neurologia*. Vol.38. Suppl. 1: S91-96.
39. Whitmont S., Clark C. (1996) Kinaesthetic acuity and fine motor skills in children with attention deficit hyperactivity disorder: a preliminary report. // *Developmental Medical and Child Neurology*. Vol.38. No12. P.1091-1098.
40. Zentall S.S., Falkenberg S.D., Smith L.B. (1985) Effects of color stimulation and information on the copying performance of attention-problem adolescents. // *Journal of Abnormal Child Psychology*. Vol.13. No4. P.501-511.