ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ МОЗГОВЫХ МЕХАНИЗМОВ ПОЗНАВАТЕЛЬНОГО РАЗВИТИЯ МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ

Младший школьный возраст - один из важнейших этапов в жизни ребенка, во многом определяющий дальнейшее развитие его организма и личности. С приходом в школу изменяется вся жизнь ребенка, он сталкивается с совершенно новыми условиями обучения, с новым коллективом сверстников, с новыми требованиями: выполнять указания учителя, быть внимательным, соблюдать дисциплину, проводить большую часть учебного дня, почти неподвижно сидя за партой, и т.д. Приспособление к этим новым условиям огромное испытание для его физических, интеллектуальных и эмоциональных возможностей. И естественно возникает вопрос: в состоянии ли ребенок справиться с тем функциональным напряжением, которое сопровождает начало систематического обучения в школе? Как помочь ему успешно преодолеть трудности адаптации к школьным нагрузкам без ущерба для его здоровья? Для этого прежде всего нужно представлять реальные функциональные возможности ребенка, зависящие от степени его физиологической и психологической зрелости. Кроме того, необходимо знать, насколько требования, предъявляемые к ребенку в школе, соответствуют возрастным и индивидуальным особенностям его физиологических систем, в первую очередь центральной нервной системы, состояние которой обеспечивает (или не обеспечивает) адаптацию к средовым воздействиям, адекватное поведение, формирование учебной деятельности и личностное развитие.

Общие закономерности развития мозга человека

Одна из важных закономерностей индивидуального развития организма (онтогенеза) заключается в том, что органы и физиологические системы человека, а также их отдельные элементы формируются неодновременно и неравномерно, достигая определенной степени зрелости в разные возрастные периоды.

Проблема формирования мозговых механизмов познавательной деятельности ребенка в процессе его индивидуального развития является одной из ключевых для решения актуальных вопросов воспитания, обучения и охраны здоровья детей, начиная с раннего периода развития и до достижения зрелости. Значимость этой проблемы определяется необходимостью соответствия внешних воздействий и требований, предъявляемых к ребенку, уровню развития базовых когнитивных процессов, лежащих в основе познавательной деятельности, таких как восприятие информации, внимание, память, речь, произвольная организация деятельности.

Когнитивные процессы - процессы обработки нужной информации, ее анализа, интеграции и использования для достижения цели поведения или ментальной деятельности), согласно представлениям современной нейронауки, обеспечиваются не отдельными зонами коры или структур в глубине мозга, а сложным постоянно меняющимся (динамичным) взаимодействием различных нейронных сетей коры и глубинных образований.

Это представление основано на научных данных, накопленных при использовании инструментальных методов изучения мозговой активности - записи суммарной электрической активности нейронных сетей мозга – электроэнцефалографии (ЭЭГ) и анализа локальных гемодинамических процессов в мозге (функциональной магнитно-резонансной томографии (фМРТ).

В соответствии с принципом системной организации работы мозга психические функции базируются на динамической интеграции функционально специализированных и взаимосвязанных мозговых структур.

Что же определяет мозговую организацию ментальной деятельности и целенаправленного поведения на разных этапах индивидуального развития? Безусловно - созреванием мозга, т.е. изменениями структуры и функций отдельных нервных клеток и связей между ними. Но этот процесс согласно концепции культурно-исторического формирования психики зависит не только от индивидуальных (в том числе генетических) особенностей нервной системы, но и от той активной деятельности, в которую вовлекается ребенок с момента рождения, прежде всего взаимной деятельности со взрослыми, в том числе в процессе обучения. Современные нейрокогнитивные исследования подтверждают взаимное влияние процессов созревания мозга и формирования когнитивной деятельности в процессе социального взаимодействия. Поэтому знание основных закономерностей развития мозга и особенностей системной мозговой организации когнитивных процессов в младшем школьном возрасте может быть полезным при выборе оптимальных способов обучения и воспитания детей.

Возрастные особенности функционального состояния коры головного мозга у детей предшкольного и младшего школьного возраста

Для изучения функциональной организации мозга в процессе индивидуального развития ребенка широко используется метод анализа биоэлектрических потенциалов, регистрируемых при различных функциональных состояниях и в процессе осуществления когнитивных операций специальными приборами от поверхности головы-электроэнцефалография (ЭЭГ). Оптимальным условием восприятия информации и реализации интегративных процессов с позиций системного подхода является определенным образом организованное взаимодействие различных структурных элементов в нейронных сетях коры, которые могут быть вовлечены в деятельность. Важнейший механизм взаимодействия нейронных сетей коры - согласованное во времени ритмическое изменение электрической активности, составляющих их нервных клеток, которое может быть зарегистрировано на ЭЭГ. Со времени открытия альфа-ритма как доминирующей формы ритмической электрической активности мозга человека, ему придается большое значение, с одной стороны, как объективному показателю, отражающему организацию мозга в состоянии

покоя, а, с другой, как нейрофизиологическому механизму, играющему важную роль в обеспечении процессов обработки информации.

Многолетние исследования лаборатории нейрофизиологии когнитивного развития Института развития, здоровья и адаптации ребенка (ранее Институт возрастной физиологии РАО) показали, что с возрастом по мере созревания нейронных сетей коры и их связей с глубинными структурами мозга основной ритм становится все более регулярным, и его частота приближается к частоте альфа-ритма у взрослых. Качественный скачок в формировании основного ритма, выявлен при переходе от 6-7 к 7-8 годам, что свидетельствует о существенных преобразования в созревании коры – одном из факторов, определяющих готовность мозга к систематическому обучению в школе.

Мозговая организация зрительного восприятия и ее особенности в предшкольном и младшем школьном возрасте

Важнейшей составляющей познавательной деятельности является процесс восприятия. На основе воспринимаемой информации создается образ внешнего мира, формируется индивидуальный опыт человека, его интеллект. Восприятие как активная психическая деятельность является многокомпонентным и включает в себя разные операции: кодирование и анализ информации определенной сенсорной модальности в специфических отделах мозга, обработку информации, опознание и идентификацию объекта, оценку его значимости.

Наиболее изучена мозговая организация зрительного восприятия, что определяется как высокой значимостью зрительной информации для формирования индивидуального опыта человека, так и широким вовлечением областей коры в зрительную функцию.

Согласно современным представлениям, зрительное восприятие осуществляется при взаимодействии двух морфологически и функционально специализированных путей прохождения и обработки зрительной информации – дорзального и вентрального.

Дорзальный путь осуществляет обнаружение объекта и анализ его пространственных характеристик. Эта система отвечает на вопрос «где?». С вентральной системой связано опознание объекта, она отвечает на вопрос «что?». Специализация дорзальной и вентральной систем не означает их раздельного функционирования. Наличие связей, объединяющих различные зрительные корковые зоны, определяет их интеграцию в единые нейронные сети, осуществляющие целостный процесс восприятия. Функциональная интеграция различных специализированных областей коры в единую, иерархически организованную и динамическую систему восприятия обеспечивается участием в этом процессе высших контролирующих отделов мозга – лобных областей коры.

Формирование сложной мозговой организации зрительного восприятия в онтогенезе ребенка определяется созреванием как самих корковых зон, так и прямых и возвратных связей между ними. Восходящие связи, по которым сигналы распространяются от органов чувств к высшим обрабатывающим и

регулирующим зонам коры, обуславливают возможность поступления информации по дорзальному и вентральному путям, приходящим к различным корковым зонам. Формирование внутрикорковых локальных связей структур, относящихся к зрительной системе, обеспечивает совершенствование сенсорного анализа признаков объекта. Вовлечение лобных отделов коры в восприятие зрительной информации, поступающей по быстрому дорзальному пути, создает возможность оценки приходящего сигнала об объекте и поиска его аналогов в памяти. Становление нисходящей системы связи (от высших лобных центров регуляции) к нейронным сетям, обрабатывающим зрительную информацию) обеспечивает тонкую настройку мозга на обработку только той информации, которая необходима в данный момент для достижений цели. Таким образом, прогрессивное созревание в процессе развития прямых и возвратных связей определяет формирование избирательных распределенных нейронных сетей, обрабатывающих информацию в соответствии с конкретной задачей обнаружения или опознания изображения, что характерно для зрелого типа организации зрительного восприятия.

Многолетние исследования лаборатории нейрофизиологии когнитивного развития позволили выделить три этапа формирования мозговой организации процесса восприятия:

- Первый этап, наблюдаемый с момента рождения ребенка, характеризуется локальным вовлечением наиболее зрелых к этому моменту нейронных сетей зрительных зон по восходящим путям дорзальной зрительной системы, что определяет возможность реагирования на появление и движение объекта в поле зрения и обеспечивает биологически важную ориентировочную реакцию на новые и сильные раздражители.

- Второй этап, охватывающий младенческий и ранний дошкольный возраст, характеризуется вовлечением различных областей коры в обработку информации, поступающей не только по дорзальному, но и вентральному зрительным путям, что обеспечивает возможность детального анализа сенсорных признаков объекта. В этот период происходят существенные прогрессивные изменения нейронного аппарата зрительных корковых зон, но нейронные сети в различных зрительных зонах еще недостаточно специализированы, что определяет сходство реакции разных областей на различные категории изображений.

- Третий этап (соответствующий предшкольному и младшему школьному возрасту) начинается после 5-6 лет и характеризуется значительными изменениями ответных реакций мозга на зрительные стимулы разной сложности, активность различных зон зрительной системы становится разнообразной и типичной для каждого этапа обработки информации и соответствующей зоны коры. На этом этапе возрастает роль лобных отделов коры, что существенно изменяет организацию всей зрительной системы – формируется избирательные динамические объединения корковых зон, специализированно участвующих в отдельных зрительных операциях. Формирование зрелого типа мозговой организации зрительного восприятия, продолжается в течение всего восходящего онтогенеза и претерпевает

прогрессивные преобразования по мере морфофункционального созревания лобной коры и ее нисходящих связей с другими корковыми зонами. Нисходящие влияния лобной коры на основе информации, обработанной с участием структур лимбической системы (в глубине лобно-височных отделов мозга), обеспечивающих оценку значимости информации, организуют избирательное объединение нейронных сетей, определяя степень и характер участия различных корковых зон в обработке зрительной информации в соответствии с конкретной задачей деятельности.

Особенно велика роль созревания лобной коры и ее связей со зрительными корковыми зонами в **целостном восприятии объектов** – когнитивной функции, которая претерпевает наиболее существенные прогрессивные изменения в предшкольном и младшем школьном возрасте и играет одну из главных ролей в освоении навыков письма и чтения и познавательном развитии в целом.

Большинство предметов и явлений, которые окружают человека, складываются из отдельных деталей или событий и вместе с тем представляют собой единое целое. Один из фундаментальных вопросов, на который пока нет ясного ответа у нейрокогнитивной науки, как человек воспринимает сложный мир вокруг, от целого к деталям или от деталей к целому. С этим вопросом непосредственно связаны и другие проблемы: есть ли вообще свойственный большинству людей универсальный механизм целостного предметного восприятия и, если есть, появляется ли он уже в раннем возрасте или длительно формируется в процессе индивидуального развития. Когнитивные и нейропсихологические исследования показывают, что у детей 5-6 лет эффективность целостного опознания изображений и связанная с этим эффективность зрительно-пространственной деятельности, существенно ниже, чем у детей 6-7 и 7-8 лет. Эти данные свидетельствуют в пользу длительного созревания в онтогенезе механизмов целостного зрительного восприятия.

В экспериментальных исследованиях целостного восприятия (интеграции деталей в целое) часто используются иерархические изображения, представляющие собой большие буквы или большие геометрические формы (глобальный уровень), состоящие из аналогичных маленьких элементов (локальный уровень). Несмотря на интенсивное изучение восприятия иерархических стимулов уже на протяжении почти 40 лет вопросы о том, на каком этапе обработки зрительной информации возникает целостный (глобальный) образ, каковы его мозговые механизмы и в каком возрасте они созревают, остаются открытыми.

В лаборатории нейрофизиологии когнитивного развития было проведено специальное исследование особенностей мозговой организации целостного восприятия в период предшкольного/младшего школьного возраста с использованием иерархических буквенных стимулов. Результаты исследования активности мозга у детей сравнивались с результатами исследования взрослых. Предположение о специфике мозговой организации зрительно-пространственного синтеза у детей базировалось на выявленных

при нейропсихологическом обследовании фактах фрагментарности зрительного восприятия в предшкольном возрасте. Результаты исследования взрослых испытуемых свидетельствуют о том, что преимущество восприятия на глобальном уровне - важнейший механизм, обеспечивающий целостность восприятия зрительных объектов - не является элементарным свойством зрительного восприятия человека. Как показали данные этого исследования, эффект глобального уровня не может быть обусловлен исключительно сенсорными свойствами зрительных изображений и не может быть приурочен к определенному временному этапу восприятия составного стимула. Различия в активности мозга, сопровождающей распознавание глобальных и локальных признаков, выявлены как на ранних, так и на более поздних этапах обработки зрительной информации. Преимущество при восприятии глобальных паттернов также не может быть связано только со спецификой сенсорного анализа или только с особенностями механизмов внимания, поскольку оба эти компонента деятельности демонстрируют различия мозговой организации при «глобальном» и «локальном» опознании. Данные исследования взрослых говорят о сложной системной организации целостного зрительного восприятия. В когнитивных операциях, обеспечивающих анализ и синтез зрительно-пространственной информации, принимают специфическое участие различные системы мозга, включая высшие регуляторные лобные структуры, и зоны дорзального и вентрального зрительных путей.

Какой уровень восприятия, целостный (глобальный) или детальный (локальный), предпочитают дети разного возраста, вот основной вопрос онтогенетических исследований зрительного восприятия на модели составных изображений. В некоторых исследованиях было показано, что младенцы 3-4 месяцев фокусируют внимание прежде всего на внешних контурах нарисованных объектов (глобальный уровень) и только потом, на их деталях. Эти исследования послужили основанием для весьма распространенных представлений об опережающем развитии восприятия объекта как целого по сравнению с детальным. Однако, казавшаяся естественной, такая траектория развития зрительного восприятия не находила подтверждения в большинстве исследований. Исследования детей на более поздних этапах онтогенеза убедительно показали, что возрастная динамика предпочтения глобального или локального уровня опознания сложных изображений существенно зависит от стратегии решения когнитивной задачи, в свою очередь определяемой сенсорными характеристиками зрительного стимула (яркостью, контрастом, пространственной ориентацией, плотностью элементов локального уровня и т.д.) и условиями внимания. Дети 3-4 лет при распознавании составных зрительных объектов могут ориентироваться как на локальные, так и на глобальные признаки при изменении ориентации изображений и условий привлеченного внимания. Интенсивное изучение возрастной динамики восприятия целого и деталей с применением иерархических изображений с начала 2000-х годов позволило обнаружить, что усложнение операций пространственного синтеза деталей в единый образ у детей предшкольного и младшего школьного возраста снижает эффективность

целостного восприятия. Дети 5 лет испытывают выраженные трудности при распознавании паттернов, состоящих из малого количества разреженных элементов, с возрастом уменьшается влияние количества локальных элементов на восприятие глобальной формы, однако дефинитивный уровень выполнения заданий достигается только к 10 годам. Исследования возрастных изменений процессов зрительно-пространственного синтеза при копировании детьми в возрасте от 3 до 9 лет иерархических изображений простых геометрических форм, составленных из аналогичных элементов показали, что дети 3-х лет предпочитали копировать только детали изображений или детали и контуры целого изображения, но как отдельные, не связанные между собой объекты. Первые признаки интеграции локального и глобального уровней иерархических изображений при копировании по данным этого исследования появляются у детей в 4 года, у детей после 5 лет сохраняются относительные трудности распознавания целостных образов, и только дети 6 лет способны воспроизвести иерархические фигуры правильно. В исследованиях показано, что точность и скорость распознавания деталей изображения существенно зависят от созревания механизмов избирательного внимания. В исследованиях лаборатории нейрофизиологии когнитивного развития, специально направленных на анализ способности детей младшего школьного возраста к синтезу целостного образа из деталей было показано, что функциональная незрелость структур мозга, ответственных за реализацию произвольного избирательного внимания, отрицательно сказывается на скорости и точности этой когнитивной операции.

В предшкольном и младшем школьном возрасте происходят существенные изменения мозговой организации восприятия сложных зрительных объектов, в основе которого лежит синтез отдельных деталей в целое изображение. У детей 5-6 лет лобные и заднеассоциативные области мозга более активны при распознавании деталей, чем при распознавании целого, что не свойственно детям 7-8 лет. «Приоритет» распознавания деталей объекта при зрительном восприятии у детей 5-6 лет проявляется в более выраженной реактивности фронтальных и нижневисочных зон коры как на этапах ранней селекции, так на этапе произвольного избирательного внимания. Процессы анализа значимых категориальных признаков объекта также более интенсивно протекают при распознавании деталей и сопровождаются преимущественной активацией теменных зон коры. У детей 7-8 лет «участие» различных зон коры в распознавании деталей и целого дифференцировано и зависит от этапов анализа зрительного объекта. В обеих группах детей не обнаружено свойственного взрослым специфического участия структур дорзальной и вентральной зрительной системы в анализе целого и деталей.

В целом сопоставление мозговой организации распознавания иерархических изображений у взрослых и детей 5-6 и 7-8 лет свидетельствуют о длительном формировании нейрофизиологических механизмов целостного восприятия в онтогенезе. Наиболее существенные изменения касаются процессов произвольного зрительного внимания как на стадии сенсорного

различения, так и на стадии выделения категориальных признаков: в 5-6 лет эти процессы более интенсивно протекают при восприятии деталей изображения, а в 7-8 лет – при восприятии целого. Другой принципиальный вывод, который следует из этого исследования – тесная связь между созреванием структур мозга, обрабатывающих зрительную информацию и структур мозга, обеспечивающих избирательное внимание: **чем более зрелыми являются системы нисходящей регуляции со стороны лобных структур, тем эффективнее процессы синтеза деталей изображения в целостный образ.** Этот вывод имеет существенное практическое значение для развития важных для усвоения навыков письма и чтения зрительно-пространственных функций, показывая, что формирование избирательного внимания может играть важную роль в зрительно-пространственном синтезе.

МОЗГОВАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОЛЬНОГО ВНИМАНИЯ У ДЕТЕЙ МЛАДШЕГО ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА

Своеобразие внимания как психической функции состоит в отсутствии у нее «собственного продукта», такого, как речь, восприятие или движение. Однако это не означает, что внимание неуловимо для объективного исследования. Исследования формирования мозговой организации внимания у детей, которые проводятся в лаборатории нейрофизиологии когнитивного развития, основываются на представлении о нем как самостоятельном процессе, основной функцией которого является контроль и организация поведения. Именно в этом своем качестве произвольное внимание приобретает особую значимость в младшем школьном возрасте, когда, вместе с началом систематического обучения, закладываются основы дальнейшего развития всей познавательной сферы ребенка.

Представления о регулирующей и организующей функции произвольного внимания открывают возможность для поиска его нейрофизиологических механизмов, понимаемых в этом случае как механизмы избирательной модуляции активности различных мозговых структур, участвующих в реализации той или иной деятельности. Большинство нейкогнитивных исследований внимания свидетельствуют о существовании двух классов мозговых систем, участвующих в процессах избирательного выделения нужной информации, это -- структуры-адресаты внимания и управляющие структуры - источники внимания. Согласно традиционным для отечественной нейрофизиологии и нейропсихологии представлениям о системной организации мозговых процессов, роль управляющих структур состоит в формировании адекватных поведенческим задачам организма функциональных систем, объединяющих корковые и подкорковые образования разного уровня. Практически во всех существующих нейрофизиологических теориях произвольного внимания в качестве основной структуры - источника модулирующих влияний рассматривается префронтальная кора (передняя, латеральная и медиальная поверхности лобной доли), играющая ключевую роль в организации контроля и управления поведением. Уникальные возможности для исследования

специфических механизмов произвольного внимания предоставляют электрофизиологические методы (ЭЭГ), позволяющие исследовать взаимосвязанную активность мозговых структур не только в процессе реализации деятельности, но и в процессе подготовки к ней, Исследования лаборатории нейрофизиологии показали, что при произвольном избирательном внимании управляемые префронтальной корой нейрональные сети, генерирующие ритмическую электрическую активность (альфа-ритм), формируют основу функциональной системы будущей когнитивной деятельности в соответствии с внутренним планом, инструкцией или предупреждающим сигналом еще до появления внешних объектов, на которые внимание должно быть направлено, т.е. в предстимульный период.

У взрослых в период произвольного избирательного ожидания сигналов разных модальностей (слуховых, тактильных и зрительных) в коре левого полушария складываются нейронные сети с центрами в областях, активность которых связана с обработкой ожидаемого сенсорного сигнала, т.е. настройка мозга является избирательной и специфичной. В то же время в правом полушарии в предстимульный период формируются нейронные сети, объединяющие удаленные теменные и лобные зоны, независящие от параметров ожидаемого сигнала. Это говорит о разной функциональной организации правого и левого полушария у взрослых при настройке мозга на обработку значимой информации. Основной особенностью мозговой организации предстимульного внимания у детей 7-8 лет с высокой успеваемостью и уровнем функционального созревания мозговых структур, соответствующим возрастной норме, является отсутствие полушарной дихотомии, обнаруженной в тех же условиях эксперимента у взрослых, в то же время избирательность настройки мозга в этом возрасте уже сформирована. У детей 9-10 лет совершенствуется мозговая организация избирательного внимания: локальные связи становятся более специфичными и появляются признаки функциональной специализации полушарий – «смещение» длинных связей между лобной и теменной корой в правое полушарие. Это наблюдение показывает, что созревание специфических функций правого полушария происходит даже более длительно, чем созревание функций левого полушария, вопреки распространенному мнению об обратном.

Таким образом, Исследование детей младшего школьного возраста с типичным развитием показало, что на этом этапе онтогенеза уже сформированы нейрофизиологические механизмы избирательной модуляции корковой активности, обеспечивающие селективную настройку мозговых структур в соответствии с когнитивной задачей. Специфика функциональной организации коры при произвольном избирательном внимании у детей 7-8 лет состоит в отсутствии межполушарных различий и доминировании специфического модульного (левополушарного) типа функционального взаимодействия корковых зон в обоих полушариях. У детей 9-10 лет, при сохранении биполушарной организации избирательных модально-специфических функциональных связей, распределенный тип взаимодействия между ассоциативными зонами уже преобладает в правом полушарии.

Сопоставление данных, полученных при исследовании детей обеих возрастных групп и взрослых, свидетельствует о длительном формировании нейрофизиологических механизмов произвольного внимания в онтогенезе.

Формирование мозговых механизмов произвольного избирательного внимания в младшем школьном возрасте существенно зависит от функционального созревания мозга и прежде всего его регуляторных структур. Необходимым условием избирательной модуляции активности коры в период подготовки к восприятию значимого сигнала является соответствие возрасту степени функциональной зрелости связей между префронтальной корой и подкорковыми структурами (фронто-таламической системы). Еще одним важным фактором формирования мозговых механизмов избирательного произвольного внимания является созревание межполушарных связей, необходимых для специализированного участия правого и левого полушария в процессах преднастройки к обработке значимой для деятельности информации.

Избирательное произвольное внимание является одним из компонентов функций программирования, регуляции и контроля деятельности (управляющих функций мозга), которые регулируют сложные ментальные процессы, необходимые для усвоения знаний. Формирование этих функций является важным условием успешности обучения ребенка в школе. Именно в возрасте между 6-ю и 7.5-ой годами происходят качественные прогрессивные изменения управляющих функций, в то же время они еще остаются относительно незрелыми. Для определения готовности ребенка к систематическому обучению необходимы знания возможностей и ограничений произвольной организации деятельности у детей при переходе от предшкольного к младшему школьному возрасту.

Возрастные изменения управляющих функций у детей от 6-ти до 7.5 лет

Готовность ребенка к систематическому обучению во многом определяется, совершенствованием функций программирования, избирательной регуляции и самоконтроля - управляющими функциями мозга (УФ) которые обеспечивают процессы регуляции и организации целенаправленной деятельности. УФ формируются в течение длительного периода, однако многими исследователями подчеркивается, что именно в предшкольном возрасте наблюдается их бурное развитие, которое отражается в совершенствовании произвольной регуляции когнитивных процессов и поведения.

Развитие УФ определяется как формированием сложного комплекса мозговых систем, являющихся нейрофизиологической базой этого процесса, так и социальным опытом, который предоставляет возможности для усвоения различных способов саморегуляции и их закрепления. В процессе индивидуального развития эти два фактора – морфофункциональное созревание мозга, в первую очередь длительное созревание лобных отделов коры, и социальный опыт, включая обучение, постоянно взаимодействуют

между собой, что необходимо учитывать при диагностике УФ и разработке методов их развития и/или коррекции.

Старший дошкольный возраст является особым периодом детства, в котором изменяются отношения между ребенком и взрослыми. Взрослые предъявляет все больше требований к возможностям ребенка регулировать свое поведение, особое значение приобретают понятия «хорошо» и «плохо», «можно» и «нельзя». Значимым для ребенка становится установление и сохранение взаимоотношений с другими детьми и взрослыми; развиваются и приобретают иерархическую организацию познавательные, общественные, нравственные, соревновательные и многие другие мотивы. Изменение характера и структуры мотивационной регуляции деятельности свидетельствует о качественном скачке в развитии способности управлять собственным поведением. Совершенствование УФ происходит и в рамках ведущей деятельности – сюжетно-ролевой игры, в которой ребенок способен длительно удерживать внимание на различных аспектах разыгрываемых им действий, а также на объектах, включенных в игровой сюжет.

Уже в возрасте 5 лет отмечается не просто способность выполнять действия по инструкции взрослого, но и возможности выполнять программы, включающие в себя нескольких действий, которые могут как чередоваться (например, графическая деятельность), так и выстраиваться в более сложную последовательность. Первый компонент – возможность усваивать инструкции взрослого и предложенные алгоритмы деятельности – демонстрирует наиболее выраженные положительные возрастные изменения при переходе от 5-6 к 6-7 годам. Второй компонент отчасти связан с возможностями рабочей памяти (РП) – когнитивной операции, обеспечивающей временное хранение и манипулирование информацией, необходимой для реализации целенаправленного поведения

Кроме того, для обеспечения когнитивной, особенно учебной, деятельности оказывается важна способность длительно поддерживать избирательное внимание на материале, относящемся к выполняемой задаче, и подавлять обработку информации, которая к задаче не относится. В исследованиях различных форм внимания было обнаружено, что в дошкольном возрасте увеличивается продолжительность фокусировки внимания, контроль внимания и сопротивляемость отвлечению. Согласно данным нейропсихологических исследований, различные компоненты УФ формируются в дошкольном возрасте неодновременно Так, наряду с отмеченными выше прогрессивными изменениями различных компонентов внимания, дети 5-7 лет демонстрируют возрастную незрелость процессов переключения и трудности контроля за выполнением собственных действий, а существенный рост эффективности произвольного зрительного внимания в условиях, требующих подавления влияния нерелевантной информации (конфликтные тесты), происходит только к 7 годам.

Формирование УФ играет важную роль в усвоении школьных знаний, в регуляции социального поведения и контроле аффективных реакций. Уровень развития УФ в дошкольном возрасте оказывается прогностическим признаком

успешности обучения по целому ряду дисциплин у младших школьников и подростков и даже предсказывает развитие социального интеллекта и нравственных форм поведения. И это неудивительно, поскольку дисциплинированность, эффективное планирование своей деятельности, способность длительно поддерживать внимание на определенной задаче, своевременно переключаться с задачи на задачу, контролировать собственную деятельность и ее результаты, безусловно, влияют на успешность практически любой деятельности.

В нейропсихологических и ЭЭГ исследованиях лаборатории нейрофизиологии когнитивного развития Института развития, здоровья и адаптации ребенка были выявлены качественные прогрессивные изменения мозговой основы и эффективности произвольной регуляции деятельности у детей при переходе от 5-6 к 7-8 годам. Было также проведено нейропсихологическое исследование детей в возрасте от 6 до 7.5. лет. Этот возраст заслуживает специального внимания с точки зрения выявления предикторов успешности усвоения знаний в школе и определения возможностей и ограничений учебных программ на ранних этапах обучения.

В исследовании приняли участие дети трех возрастных групп: 6 лет - 6 лет 6 м., 6 лет 7 м - 6 лет 11 м; 7 лет - 7 лет 6 м. Все дети посещали подготовительные группы детского сада, т.е. отличались только биологическим возрастом.

Для оценки сформированности УФ использовались процедуры фронтального и индивидуального нейропсихологического исследования.

Исследование различных компонентов УФ у детей предшкольного возраста позволило обнаружить, с одной стороны, прогрессивное формирование функций произвольной регуляции и организации деятельности в целом, особенно при сравнений младшей и старшей групп, а с другой – наличие разных траекторий развития отдельных компонентов УФ, что согласуется с данными других исследований. Для всех детей были характерны низкие показатели самоконтроля, что может говорить о несформированности этого компонента УФ в возрасте 6-7,5 лет. Прогрессивные изменения УФ у детей 7-7,5 лет по сравнению с детьми 6-6,5 лет касались усвоения инструкций, самостоятельной выработки алгоритмов, преодоления инертности при выполнении заданий и переключении с программы на программу. Вместе с тем часть анализируемых компонентов УФ (возможности преодоления непосредственных реакций, переключение с одного действия на другое, устойчивое поддержание усвоенной программы и контроль) не демонстрировала значимой возрастной динамики.

Анализ произвольной регуляции речевой деятельности обнаружил более высокие возможности у детей 7-7,5 лет в планировании собственного речевого высказывания: дошкольники старшей группы по сравнению со средней и младшей составляли более полные и последовательные рассказы по серии сюжетных картинок. Однако возможности грамматического и лексического оформления высказывания в трех возрастных группах значимо не различались.

Можно предположить, что обнаруженные возрастные изменения в речевой деятельности связаны с общими тенденциями развития УФ мозга.

В этом исследовании также были обнаружены значимые положительные корреляции между экспертным мнением воспитателей о недостаточной готовности ребенка предшкольного возраста к обучению и нейропсихологическими показателями несформированности УФ.

Важным показателем для прогноза успешности обучения является эффективность рабочей памяти. В данном исследовании тестирование эффективности зрительной РП выявило значимые прогрессивные изменения в старшей группе по сравнению с младшей и средней группами только при выполнении отдельных заданий. Причина неоднозначной картины возрастной динамики РП по показателям отдельных тестов, вероятно, кроется в различиях когнитивных операций, которые лежат в основе выполнения разных заданий. Как известно РП является многокомпонентной когнитивной функцией.

Анализ результатов тестов на внимание (Точки, таблицы Шульте, корректурная проба) показал, что прогрессивные возрастные изменения у детей в период от 6 до 7.5 лет проявлялись только в более сложных субтестах, где требовалось торможение непосредственной реакции. С простыми тестами все дети справлялись одинаково успешно, а вот сложные субтесты, где требовалось переключение между конкурирующими программами, всем детям давались одинаково трудно.

Сравнение трех групп детей, различающихся по хронологическому возрасту, но находящихся в относительно сходных условиях развития и обучения (посещение подготовительных групп дошкольных учреждений), обнаружило не только прогрессивное формирование функций произвольной регуляции и организации деятельности в целом, но и наличие разных траекторий развития отдельных компонентов УФ и внимания: более высокие возможности усвоения инструкций и самостоятельного создания алгоритмов деятельности, механизмов переключения как с действия на действия, так и с программы на программу, более высокие темповые характеристики в тестах на внимание и РП у детей старшей группы (7-7.5 лет) при относительной незрелости функций самоконтроля в предшкольном возрасте в целом. **Многие компоненты УФ и внимания обнаружили значимые различия прежде всего между детьми младшей и старшей возрастных групп, что позволяет обосновать ограничение начала систематического обучения в школе с 6.5 лет с учетом ключевой роли, которую УФ играют в освоении школьных знаний. Вместе с тем, при определении готовности к обучению в школе, а также планировании развивающих и образовательных воздействий при подготовке к ней необходимо учитывать не только возрастные особенности развития УФ, но и индивидуальные траектории их формирования.**

Специфика мозговых механизмов познавательной деятельности в предшкольном и младшем школьном возрасте

- ✓ Относительная возрастная незрелость нейронных сетей лобной коры и ее связей с другими зонами коры и глубинными структурами мозга сопровождается у детей до 5 лет несформированностью механизмов целостного зрительного восприятия, произвольной организации деятельности, трудностями длительного поддержания и переключения внимания и неспособностью удержания даже незначительного количества существенной информации в рабочей памяти
- ✓ Наиболее выраженные трудности у детей 5 лет связаны с выстраиванием последовательности действий для достижения цели. Эти когнитивные операции, наряду со способностью интеграции элементов изображения в целостный образ, являются важными для освоения навыков письма и чтения, и их несформированность указывает на то, что попытки научить детей 4-5 лет читать и писать в большинстве случаев не принесут желаемого результата.
- ✓ Прогрессивные изменения в созревании мозга и формировании когнитивных функций к 5-6 годам создают потенциальные возможности стимулирующего обучения, которое может быть направлено на развитие способностей к пониманию причинно-следственных отношений и планированию последовательности действий для достижения цели. Важным также является развитие целостного зрительного восприятия, вопреки распространенным пособиям, направленным на тренировку внимания к деталям
- ✓ Анализ формирования различных компонентов произвольного контроля, внимания и рабочей памяти в предшкольном возрасте показывает, что в среднем дети готовы к началу систематического обучения в школе с 6.5 лет
- ➢ Важным фактором прогрессивного развития когнитивной деятельности при переходе от предшкольного к младшему школьному возрасту является морфофункциональное созревание лобной коры и ее связей с подкорковыми структурами - фронто-лаламической системы, которая обеспечивает избирательную модуляцию корковых зон при подготовке к анализу значимой информации
- ➢ Несмотря на существенный прогресс в развитии когнитивной деятельности к 7-8 годам, в этом возрасте управляющие функции еще остаются менее эффективными, чем у взрослых и детей более старшего возраста, а индивидуальные особенности мозговых систем избирательного внимания оказывают существенное влияние на успешность обучения

Материал подготовлен на основе опубликованных работ:

Мозговые механизмы формирования познавательной деятельности в предшкольном и младшем школьном возрасте / под ред. Р. И. Мачинской, Д. А. Фарбер. — М. : НОУ ВПО, «МПСУ» ; Воронеж : МОДЭК, 2014. — 440 с.

Захарова, М., Мачинская, Р. (2022). Возрастные изменения управляющих функций у детей 6-7 лет. Психологические исследования, 15(81), 6. https://doi.org/10.54359/ps.v15i81.1079