

# Мозг и поведение подростков в период полового созревания

Наталья Дубровинская

Аннотация. В статье рассматриваются поведенческие особенности подросткового возраста с точки зрения их обусловленности нейрофизиологическими и нейрохимическими процессами, происходящими в мозге в этот сложный период индивидуального развития. Представлены данные научных статей, опубликованных в рецензируемых журналах в 21 веке.

## 1. Введение

Эта тема знакома читателю и по собственному опыту, и по переживанию подросткового периода вместе с детьми, внуками, правнуками. В последнее время обеспокоенность состоянием психического здоровья подростков значительно усилилась. В обзоре 2005 года авторы [1], отмечая прогрессивные изменения (интеллектуальные завоевания, интерес к философии, политике, социальным проблемам, стремление к самостоятельности, поиск идентичности), привлекают внимание, помимо известных негативных поведенческих проявлений (грубость, необоснованное упрямство, критика родителей), к тревожным (отсутствие интереса к учёбе, вранье, кражи, агрессия по отношению к людям и животным) и опасным симптомам (нарушение социальных норм поведения, суицидальные наклонности, рост числа несчастных случаев, тяга к алкоголю, наркотикам и частое возникновение психических расстройств при сниженной чувствительности к антидепрессантам). Подчеркивается выраженная противоречивость поведения подростка.

В обзоре справедливо указаны внешние и внутренние причины, обусловившие неблагоприятные проявления. Это школьный и производственный прессинг, семейные конфликты, разрыв романтических связей на фоне драматических перестроек в организме и мозге в период полового созревания, продолжающийся от 3-х до 5 лет (12-17 у мальчиков и 11-16 у девочек). К внешним причинам следует отнести, на наш взгляд, и значительно усилившийся поток информации с её относительно лёгким и быстрым получением, не требующим особых умственных усилий (интернет).

Встреча осложнённых внешних условий с существенными внутренними перестройками характеризует критические периоды развития. С точки зрения эволюционной биологии они относятся в основном к раннему онтогенезу с определяющей значимостью временного фактора, когда невстреча развивающегося организма с определёнными, необходимыми условиями среды приводит к несформированности той или иной функции, способности, операции (ситуация «поезд ушёл»). В настоящее время понятие критических периодов прилагается и к более поздним этапам восходящего онтогенеза, когда происходит описанное взаимодействие новых, в основном социальных, условий с существенными перестройками функционирования физиологических систем организма. Роль временного фактора проявляется здесь в усилении степени десинхронизации в темпах созревания и в совместном функционировании компонентов систем, что приводит к внутрисистемной и межсистемной дисрегуляции, дисбалансу и определяет значительный разброс психофизиологических и поведенческих особенностей индивидуумов.

Действительно, в наших исследованиях особенностей мозговой организации, обеспечивающей осуществление высших психических функций (лаборатория нейрофизиологии когнитивной деятельности Института возрастной физиологии РАО) в возрастном интервале от 3-4-х до 15-16-ти лет оказалось невозможным получить достоверные групповые данные в силу чрезмерно усилившейся межиндивидуальной

вариабельности только в двух возрастах. Это 7-8 лет и подростковый возраст – два критических периода восходящего онтогенеза. В первом случае существенные внутренние перестройки касаются регулирующих структур мозга (лобные области коры больших полушарий), а изменившаяся социальная ситуация – переход к систематическому обучению, – часто с трудностями адаптации. В подростковом возрасте – многоуровневые перестройки мозговой организации в связи с половым созреванием (см. ниже) и подготовка к иной социальной среде. Переживание критического периода сопровождается конфликтными тенденциями в поведении – конфликт «хочется/надо» в 7 лет и «хочется/нельзя» - у подростков.

Индивидуальные вариации темпов и особенностей развития приводят к расхождению биологического (реальные возможности) и паспортного возраста, которое может достигать 1.5 лет, и это необходимо иметь в виду родителям и учитывать в практике педагогики. В пубертатный период особенно чётко видно, что именно биологический возраст – стадия полового созревания – является решающим фактором, определяющим функциональные возможности организма и мозга. Подбор групп не по возрасту, а по этому показателю (определялся сотрудниками лаборатории эндокринологии) позволил получить достоверные групповые характеристики и показать приуроченность неблагоприятных поведенческих проявлений к начальным (2-3) стадиям полового созревания.

Переходя к основной части статьи, следует отметить, что, при учёте всех сложных и тонких взаимодействий нервных элементов внутри микро- и макросистем мозга и выраженной многообусловленности поведения, будут изложены основные, принципиальные для поставленной задачи данные, которые чётко демонстрируют причинно-следственные отношения мозга и поведения.

## **2. Структурно-функциональное созревание нейронных систем**

Основные элементы, которые рассматриваются, когда речь идёт о микрооснове мозговых процессов, – это нейроны и нервные волокна. Информативные данные об их структурном созревании получены с помощью современных визуализационных методов исследования. Показано [2], что изменение числа нейронов, образующих слои серого вещества коры, характеризуется криволинейной динамикой – нарастанием к началу пубертата с последующим падением к юношескому возрасту. В структурах более высокого порядка, имеющих отношение к высшим психическим функциям и процессам регуляции (височных и лобных) зрелый уровень достигается в более поздние сроки. Важна функциональная значимость описанных изменений. Она состоит в снятии избыточности и формировании специализации компонентов нейронных объединений и нейронных ансамблей, что совершенствует работу мозговых систем. На протяжении подросткового возраста объем серого вещества больше у мальчиков, а его максимальные значения достигаются раньше на 1-2 года у девочек в лобных и височных отделах [3].

У волокнистых структур отмечается прямолинейная динамика – нарастание диаметра волокон (больше у мальчиков) и степени их упорядоченности в трактах. Так же, как и для нейронов, отмечается более позднее созревание волокнистого компонента в регулирующих структурах мозга и более раннее достижение зрелого уровня у девочек [4]. Увеличение диаметра волокон имеет отношение к скорости проведения (ускорение), а значимость упорядоченности, которая начала оцениваться новыми методами (DTI), подтверждается прямыми корреляциями изученных показателей с IQ [5], уровнем выполнения когнитивных заданий и снижением их величины при старении. Характер описанных возрастных преобразований свидетельствует о развитии процессов интеграции специализированных компонентов в рабочие системы мозгового обеспечения деятельности.

Приуроченность описанных процессов к пубертатному периоду предполагает не только временное совпадение, но и причинно-следственные связи. Действительно, половые гормоны, благодаря широкой представленности их рецепторов [6], оказывают организующие влияния на структурное созревание мозга [7]. Под их контролем такие структурные модификации, как клеточная смерть, формирование нейронных объединений, характеристики нервных волокон [8]. Всё это, безусловно, должно специфическим образом модулировать функционирование мозга и поведение подростков.

Приведённые данные свидетельствуют о прогрессивных изменениях мозговой организации когнитивных процессов в подростковом возрасте. Тем не менее, в силу продолжающегося созревания, она характеризуется некоторой (по отношению к структурам и типам заданий) функциональной незрелостью. В обзоре [9], рассматривающем целый ряд исследований, посвящённых оценке функции контроля когнитивных процессов, делается акцент на значимости интеграции специализированных компонентов рабочей системы, увеличении возможности выбора стратегии, обеспечивающей правильное решение, из нескольких, менее оптимальных (функциональная пластичность). При этом подчеркивается необходимость поддержания установки на эксперимент на всем его протяжении (эффект активности мотивационной системы мозга). В этой связи специфика мозгового обеспечения когнитивных процессов, требующих участия контроля, проявляется у подростков в меньшей степени специализации и селективности формирующихся функциональных объединений, меньшей гибкости в выборе стратегии, трудностях торможения неправильного ответа и принятия решения. Возникает вопрос, является ли относительная незрелость регулирующих систем мозга основным фактором, ответственным за выявленные и иногда значительные возрастные различия? Не могут подростки приложить дополнительные усилия или не хотят? Ответы на эти вопросы требуют рассмотрения возрастных особенностей такой важной составляющей когнитивной деятельности, как мотивационная система.

### **3. Нейрофизиологический анализ мотивационной системы подростков**

Вопрос «не могут или не хотят» возник в ходе наших исследований динамики внимания подростков при предъявлении им повторяющихся звуковых сигналов (экспериментальная ситуация, лишённая непосредственного интереса и специальной инструкции, когда вовлечение в работу зависит от «внутренней», познавательной, исследовательской мотивации). При этом одни испытуемые задавали вопросы о задачах исследования и их роли в нём, для других – основным был уход с урока (эксперименты проводилось в школе) и отключение/расслабление. У заинтересованных наблюдались четкие закономерности, у «отдыхающих» – их отсутствие. Успешность/неуспешность исследования оказалось возможным безошибочно предсказать на основе поведения испытуемых. Что же происходит с мотивационной системой подростков? Ответ на эти вопросы исследователи искали в анализе реактивности основных компонентов этой системы при предъявлении испытуемым заданий, близких к жизненным ситуациям, включающих выигрыш/проигрыш со значительным вкладом эмоционального компонента. Было показано [10], что реактивность мотивационной системы, нарастая, достигает максимума в 12-13-летнем возрасте, а затем уменьшается, но как раз в начале пубертатного периода превышает постепенно возрастающую реактивность регулирующих структур (областей лобной коры), влияния которых на организацию деятельности таким образом снижаются. Сравнение реакций структур эмоционально-мотивационной системы детей, подростков и взрослых [10,11] выявило почти двукратное возрастание реактивности у подростков по сравнению с младшей и старшей группой; в работе [11], наряду с этим, подчеркивается, что нарастание реактивности больше выражено у подростков-мальчиков. Интересно, что при более выраженном по сравнению со

взрослыми ответе подростков на подкрепление (награду, выигрыш), реакция на неудачу меньше, чем у взрослых [12], что кажется странным, но подтверждается различиями результатов ранжирования ситуаций выигрыш/проигрыш – большее удовольствие и меньшее огорчение, соответственно [13]. Такое рассогласование отражает разную чувствительность к поощрению и наказанию на протяжении подросткового возраста – первая нарастает от 10 до 13-16 лет, затем снижается и примерно в 12-13-летнем возрасте доминирует над линейно нарастающей чувствительностью к наказанию [14], дополнительно подчеркивая приуроченность неблагоприятных сдвигов разного типа к начальным стадиям полового созревания.

В представленных результатах просматривается включение в работу различных систем мозга. Существует условное разделение разумных («холодных») и эмоционально насыщенных («горячих») аспектов когнитивных процессов. К первым относятся саморегуляция, рабочая память, планирование, ко вторым – оттормаживание непосредственных побуждений, принятие решений при вовлечении эмоционального компонента (особенно в ситуации выигрыш/потеря) с разными источниками регуляции в составе лобной коры. У подростков доминирует «горячий», эмоциональный аспект, и усилия контролирующей инстанции «холодной» разумной системы теряют приоритет в принятии решений. Налицо дисрегуляция и дисбаланс, свойственные критическим периодам развития.

В мозговое обеспечение деятельности у подростков, помимо нейрофизиологических, включаются и нейрохимические механизмы.

#### **4. Нейрохимические особенности мотивационной системы подростков**

Нейрохимические эффекты в пубертатном периоде также связаны в основном с системой подкрепления. В данном сообщении будет уделено внимание моноаминам, дофамину в первую очередь, поскольку его влияния достаточно чётко объясняют специфику поведения подростков.

В исследованиях, посвящённых дофамину [15], он рассматривается как «молекула удовольствия» и центральная часть сложнейшей цепи нейрохимических событий (каскад) с участием и взаимодействием гормонов и медиаторов, определяющих эффект положительного подкрепления (награды). Особенности этих взаимодействий являются предметом нескончаемых дискуссий в литературе. Полученные противоречивые данные во многом объясняются анализом разных процессов, связанных с содержанием дофамина в подкрепляющих и регулирующих структурах мозга. А оно зависит от количества выделяемого нейронами дофамина, его обратного захвата, числа и чувствительности рецепторов на воспринимающих дофамин нейронах. Процессы, связанные с дофамином, характеризуются не сильно выраженной, но разнообразной генетической обусловленностью (генный полиморфизм, взаимовлияния генов, варианты аллелей - [16]), что ещё больше усложняет проблему. Но для настоящего рассмотрения важен результат – реальное содержание дофамина в структурах, обеспечивающих положительное подкрепление, вне зависимости от того, чем это вызвано. А нехватка «молекулы удовольствия» (RDS - [15]) приводит к охоте за ним и получению удовольствия любыми путями, любой ценой, и немедленно, будь это «синица в руках». Если при этом учесть, что источником повышения содержания дофамина в мозге являются алкоголь, наркотики, сексуальные отношения, то становятся реальными опасности подросткового возраста. Учитывая чрезвычайную выраженность межиндивидуальной вариативности функциональных возможностей подростков, которая неоднократно упоминалась, такая опасность не обязательно возникает, но если возникает, то имеет вполне обоснованную обусловленность. Одним из опасных следствий поиска удовольствия является склонность к принятию рискованных решений и осуществлению рискованных поступков без учёта

последствий. В специальном исследовании [17] регистрировалась активность мозговых структур методом функциональной магниторезонансной томографии и реакции подростков и взрослых во время компьютерной игры «Колесо фортуны», где выигрышем было денежное подкрепление, величина которого и вероятность получения непрогнозируемо менялись. Оценивалось число рискованных выборов подкрепления, которое оказалось в отрицательной зависимости от возраста испытуемых. Вторым важным результатом была отрицательная корреляция числа рискованных решений и активности структур, ответственных за регуляцию поведения в высокоэмоциональных ситуациях. Интересно отметить также, что регулирующая инстанция «интеллектуального мозга» вообще не включалась в эту «горячую» систему у подростков; при принятии решений четко выявился приоритет эмоциональной значимости (хочу!). В отличие от этого у взрослых испытуемых активировалась система представления и разрешения конфликта, регистрировались компоненты ответов, связанные с прогнозированием исходов и оценкой неудач.

Следует заметить, что усиленный поиск новизны и ощущений при исследовании среды соответствует значимости этого критического периода – самоидентификация, стремление к независимости, попытки принятия взрослой роли (аналог у животных – выход из гнезда и начало самостоятельной жизни). Но при этом на очередь дня выходит важность сбалансированного функционирования всех систем мозгового обеспечения поведения, а приоритетность механизмов непосредственного положительного подкрепления часто доминирует при принятии решений.

### **5. Сенситивность подросткового возраста**

Пубертатный период рассматривается не только как критический, но и последний сенситивный период восходящего онтогенеза, проявляющийся в необычайно высокой чувствительности к социальному окружению, что естественно для подростков, готовящихся к выбору профессии, самостоятельности, независимости. В настоящее время стали выделять систему структур, относящихся к так называемому «социальному» мозгу [18 и др.] по признаку их избирательной чувствительности к социальным стимулам – выражению глаз, лица, интонации голоса, движениям рук, тела (угрожающим, доброжелательным), в целом к особенностям поведения окружающих людей. Эта система созревает длительно, включая и поздний юношеский возраст. Иногда (индивидуальные вариации) она оказывается недостаточно сформированной и у взрослых, поскольку характеризуется, помимо чувствительности к стимулам, направленным на субъекта, способностью понимать и разделять чувства и намерения других людей (*Theory of Mind* в англоязычной литературе). У подростков по сравнению со взрослыми (групповые данные) обнаружена большая степень активации пунктов передней лобной коры в ответ на эмоции социального характера по сравнению с базовыми эмоциями, но направленные «на себя» [19]. А среди социального окружения резко выделяется категория сверстников, реакция на присутствие которых, на их одобрение по показателю выраженности и локализации активации, совпадает с ответом на награду и выигрыш [20]. Принятие в группу, доминирование в ней (больше у мальчиков), успех, желание общаться и не только группой (больше у девочек) начинают играть роль положительного подкрепления, а игнорирование, изоляция – отрицательного. Эффекты влияния сверстников проявляются уже в 10-летнем возрасте, и дети различаются по устойчивости/неустойчивости к этим влияниям. В подростковом возрасте зависимость от сверстников достигает почти патологических размеров, проявляясь, по замечанию Стейнберга [14] как бред отношения, когда подростку кажется, что все его поведение – объект внимания и немедленного вмешательства членов группы. Автор, рассматривая среди других характеристик нейрохимический «портрет» подросткового периода, уделяет внимание выявленной

пролиферации рецепторов окситоцина, имеющего отношение к разного рода привязанностям (больше материнским). Последние, по его гипотезе, проявляются у подростков как привязанность к сверстникам, что приводит к повышению значимости группы и «одобрению» с её стороны рискованных поступков. Для проверки этого предположения на трёх возрастных группах испытуемых, 14, 20 и 34 лет (средний возраст) было проведено специальное исследование. Компьютерная игра (вождение автомобиля на фоне громкой музыки), в которой они участвовали, содержала опасную ситуацию выбора: продолжение движения на желтый свет могло привести через меняющийся интервал времени к аварии. Авария уничтожала все заработанные очки, зависящие от длительности езды. Эксперименты проводились при двух условиях: испытуемый работал либо в одиночку, либо в присутствии двух друзей. Первое условие не привело к значимым межгрупповым различиям по числу рискованных решений. Присутствие друзей не повлияло на решения взрослых, увеличило на 50% опасные выборы юношей и удвоило их число у подростков. В пробном исследовании той же группы (двое испытуемых 19 лет) с оценкой характера вовлечения в рабочие системы структур мозга выявлена разная картина мозгового обеспечения деятельности (та же экспериментальная ситуация). Но друзья либо следят по монитору за действиями испытуемого и получают часть выигрыша, либо удаляются из лаборатории. Показано, что под влиянием сверстников дополнительно активизируется, по выражению автора, «социально-эмоциональная система» и возрастают рискованные действия.

Почти все авторы, исследующие особенности подросткового периода онтогенеза, специально подчеркивают выраженные индивидуальные варианты развития с соответствующими поведенческими проявлениями. Тем не менее, следует иметь в виду потенциально опасные тенденции, наблюдающиеся у подростков, особенно мужского пола. Это, прежде всего, импульсивность при принятии решений, склонность к риску, модулируемые повышенной значимостью положительного подкрепления (удовольствия), стремление искать его и получить как можно быстрее и любой ценой. Опасность поиска умножается, поскольку известно, что такие факторы, как алкоголь и наркотики, удовлетворяют этот поиск, повышая выделение дофамина, а присутствие сверстников (эффект группы) ещё больше стимулирует рискованные поступки вплоть до совершения противоправных действий. Естественно, возникает вопрос, как быть и что делать.

## **6. Коррекционные возможности в подростковом возрасте**

Трудно предлагать здесь готовые рецепты. Тем более, что и специалисты иногда разводят руками, сталкиваясь с трудным случаем, включая и собственных детей. Родительский метод в основном – метод наблюдения, и его надо использовать с момента рождения ребенка. Обширная литература по динамике развития поможет заметить некоторые поведенческие проявления, имеющие прогностическое значение и выработать правильную стратегию обращения с подрастающим человеком, не отягощённую перегибами. Родителям, воспитателям и учителям нужно помнить о балансе интеллектуального и эмоционального развития, о законе оптимума при умственных и физических нагрузках, о поддержании исследовательской мотивации, о возможном расхождении биологического и паспортного возраста. Это выглядит тривиально, но собственный опыт исследовательской работы с детьми и общение на этой основе с учителями и родителями показывает, что даже такие моменты, лежащие на поверхности, не используются. Подростковый возраст, как известно и видно из текста статьи, привносит дополнительные сложности, тем более, что одним из поведенческих проявлений может быть отход от родителей, их критика и поиск других (часто нежелательных, да и просто опасных), авторитетов. В этой связи чрезвычайно важна направленность интересов (спорт, конкурсы, школьный театр), когда стремление к

удовольствию и награде подкрепляется безопасным образом, а групповое участие в этих мероприятиях удовлетворяет жажду общения со сверстниками, часто предоставляет возможность выбора авторитета, примера для подражания и обеспечивает занятость. При этом нужно не забывать, что многие тревожные симптомы – это не вина, а беда подростка, имеющая определённые конкретные нейрофизиологические и нейрхимические основания, стараться не терять контакта и общаться с ним, учитывая его биологический возраст.

В профессиональной коррекционной работе применяются специальные методики, использующие электрофизиологические индикаторы функционирования мозговых систем (компоненты регуляции, адекватные заданию рабочие ритмы). Мониторинг электрической активности мозга испытуемого, выполняющего определённое задание, позволяет обеспечивать успехи при появлении значимых и адекватных заданию индикаторов. По мере тренировки испытуемый постепенно научается путем саморегуляции поддерживать этих феноменов (см., например, [21]). Положительные результаты удерживались на протяжении 6 месяцев. Безусловно, у этих методик есть свои слабые места, которые отмечают и сами авторы – нечеткий подбор групп, отсутствие контрольной группы, недостаточные теоретические основания. Но разработка таких подходов и внедрение методик в практику, тем не менее, продолжается. В отношении нормально развивающихся подростков с перечисленными поведенческими проблемами, но без патологических отклонений представляется перспективным использование их «слабых» мест (подверженность влиянию сверстников и ценность одобрения с их стороны) в групповой коррекционной терапии. Терапевтический эффект такого рода и успешность психотерапевтической консультационной работы в исключительной степени зависит от профессионализма руководителя (человеческий фактор), именно поэтому важно развивать направления обучения этому в вузах соответствующего профиля.

### ***Словарь терминов***

**Онтогенез** – индивидуальное развитие организма.

**Пубертатный период** – процесс полового созревания.

**IQ** – коэффициент умственного развития.

**DTI** – диффузионный тензорный анализ.

**RDS** – reward deficiency syndrome – недостаток награды (позитивного подкрепления).

**Реактивность** – способность реагирования.

**Рабочая память** – поддержание информации, необходимой для принятия решения.

### **Источники**

1. Michaud, P-A., Frombonne, E. ABC of adolescents. Common mental health problems. //Biomed.J., 2005, 330(7495), 835-38.
2. Gogtay, N. et al. Dynamic mapping of human cortical development during childhood through early adulthood. //PNAS, 2004, 101(21), 8174-79.
3. Lenroot, R.K. et al. Sexual dimorphism of brain development. Trajectories during childhood and adolescence. //Neuroimage, 2007, 36(4), 1065-73.
4. Asato, M. et al. White matter integrity. White matter development in adolescence: a DTI study. //Cerebral Cortex, 2010, 20(9), 2122-31.
5. Chiang, M.-C. et al. Genetics of brain fiber architecture and intellectual performance. //J.Neurosci., 2009, 29(7) 2212-24.
6. Coates, J., Gurnell, M., Sarnyai Z. From molecule to market: Steroid Hormones and financial risk taking. //Philos.Trans.R.Soc.Lond.Biol.Sci., 2010, 365(1538), 331-43.

7. Sisk, C., Zehr, J. Pubertal Hormones organize the adolescent brain and behavior. //Front Neuroendocrinol., 2005, 26(3-4), 163-74.
8. Schulz, K., Molenda-Figueira, H., Sisk, C. Back to the Future: The organizational-activational Hypothesis adapted to Puberty and adolescents. //Horm.Behav. 2009, 55(5), 597-604.
9. Luna, B., Padmanabhan, A., O'Hearn, K. What has fMRI told us about the development of cognitive control through adolescence? //Brain Cogn. 2010, 72(1), 101-13.
10. Somerville, L., Jones, R., Casey, B. A time of change: a behavioral and neural correlates of adolescents sensitivity to appetitive and aversive environmental cues. //Brain Cogn., 2010, 72(1), 124-33.
11. Casey, B., Getz, S., Galvan, A. The Adolescents Brain. //Dev.Rev., 2008, 28(1), 62-77.
12. Ernst, M., Mueller, S. The adolescent's brain: insights from functional neuroimaging research. //Dev. Neurobiol., 2008, 78(6), 724-43.
13. Ernst, M., Fudge, J. A developmental neurobiological model of motivated behavior: anatomy, connectivity and ontogeny of the triadic nodes. //Neurosci. Biobehav. Rev., 2009, 33(3), 367-82.
14. Steinberg, L. A Social Neuroscience Perspective on Adolescents risk taking. //Dev.Rev, 2008, 28(1), 78-106.
15. Blum, K. et al. Reward deficiency syndrome: a biogenetic model for the diagnosis and treatment of impulsive, addictive and compulsive behaviors. //J.Psychoactive drugs. 2000, Nov.32, Suppl. I-IV, pp. 1-112.
16. Nemoda, Z., Szekely, A., Sasvari-Szekely, M. Psychopathological aspects of DA-ergic gene polymorphisms in adolescence and young adulthood. //Neurosci. Biobehav. Rev., 2011, 35(8), 1665-86.
17. Eshel, N. et al. Neural substrates of choice selection in adults and adolescents: development of ventrolateral and anterior cingulated cortices. //Neuropsychologia, 2007, 45(6), 270-79.
18. Blakmore, S. The Social Brain in Adolescence. //Nat.Rev.Neurosci., 2008, 9(4), 267-77.
19. Burnett, S. et al. Pubertal development of the understanding of social emotions: implication for education. //Learn. Individ. Diff., 2011 21(6), 681-89.
20. Choudhury, S., Blakmore, S., Charman, T. Social cognitive development during adolescence. //Soc.Cogn.Affect.Neurosci., 2006, 1(3), 165-74.
21. Heinrich, H. et al. Training of slow cortical potentials in ADHD: evidence for positive behavioral and neurophysiological effects. //Biol. Psychiatry, 2004, 55(7), 772-75.