

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Научно-исследовательский институт
нейронаук и медицины»

На правах рукописи

Баирова Надежда Будоцыреновна

ПРОИЗВОЛЬНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ ПОВЕДЕНИЯ В ДЕТСКОМ
ВОЗРАСТЕ: СВЯЗЬ С ОСЦИЛЛЯТОРНЫМИ СЕТЯМИ МОЗГА И
ПСИХИЧЕСКИМ ЗДОРОВЬЕМ

19.00.02 – психофизиология
(медицинские науки)

Диссертация

на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Научные руководители:

д.психол.н., к.мед.н. Слободская Елена Романовна

д.б.н., к.б.н. Князев Геннадий Георгиевич

Новосибирск 2021

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	12
1.1. Исследования произвольной регуляции поведения.....	12
1.1.1. Развитие произвольной регуляции поведения в первые годы жизни. Психологические исследования.	13
1.1.2. Экспериментальные исследования произвольной регуляции поведения.	18
1.1.3. Струп-тест	21
1.1.4. Связь произвольной регуляции поведения с исполнительными функциями.	27
1.2. Нейрофизиологические исследования произвольной регуляции поведения.	31
1.2.1. Осцилляторные сети мозга (сети покоя)	31
1.3. Значение произвольной регуляции поведения в детстве для последующего развития	37
1.3.1. Связь произвольной регуляции поведения с личностными чертами	38
1.3.2. Связь произвольной регуляции поведения с благополучием и психическим здоровьем.....	39
1.3.3. Связь произвольной регуляции поведения с образованием	40
ГЛАВА 2. КОНТИНГЕНТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	42
2.1. Организация исследования.....	42
2.2. Характеристики выборки.....	42
2.3. ЭЭГ – исследование.	46
2.4. Инструменты	47
2.4.1. Социально-экономическое положение.....	47
2.4.2. Произвольная регуляция поведения	47
2.4.3. Личностные особенности.....	48
2.4.4. Психическое здоровье	49
2.5. Статистический анализ данных	50
2.5.1. Обработка экспериментальных данных.....	50
2.5.2. Статистический анализ.....	50

2.6. Анализ ЭЭГ данных	52
2.6.1. Удаление артефактов	52
2.6.2. Фильтрация ЭЭГ ритмов в частотные диапазоны	52
2.6.3. Локализация источников данных с помощью метода пространственной фильтрации (Beamforming).....	53
2.6.4. Построение карт коннективности.....	54
2.6.5. Статистический анализ.....	55
ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ.....	56
3.1. Струп-эффект	56
3.2. Эффекты возраста и пола.....	56
3.3. Связь показателей теста «Размер животного» и произвольной регуляции поведения	59
3.4. Связь показателей теста «Размер животного» с личностными чертами	61
3.5. Связь показателей теста «Размер животного» с психическим здоровьем	64
3.6. Регрессионный анализ.....	66
3.7. Результаты ЭЭГ данных.....	68
3.7.1. Предварительный анализ	68
3.7.2. Связь произвольной регуляции поведения с осцилляторными сетями покоя.....	69
ГЛАВА 4. ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ.....	71
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	83
ВЫВОДЫ.....	84
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ.....	86
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	87

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность проблемы

В последние годы проблема произвольной регуляции поведения (*далее* произвольная регуляция) стала одной из важных тем в мировой науке. Проведено множество исследований, посвященных развитию произвольной регуляции и специфике ее проявления на разных возрастных этапах. Усилился интерес к развитию произвольной регуляции в первые годы жизни; установлено, что она является предиктором важнейших результатов развития. Так, низкий уровень произвольной регуляции связан с большей частотой и тяжестью поведенческих проблем и их последствий во взрослом возрасте (Eisenberg, 2012; De Lisi, Vaughn, 2014). Показано также, что недостаточный уровень произвольной регуляции связан с употреблением психоактивных веществ, антисоциальным поведением и преступностью, причем вклад произвольной регуляции не зависит от интеллекта и социального статуса (Moffitt et al., 2011). В то же время высокий уровень произвольной регуляции связан с высокой социальной компетентностью и популярностью среди сверстников (Spinrad et al., 2006). Произвольная регуляция в детском возрасте позволяет прогнозировать такие важные жизненные итоги как физическое здоровье, академическая успеваемость, а также финансовое благополучие. (Moffitt et al., 2011, Nigg, 2017). Полученные данные о значительном влиянии произвольной регуляции на функционирование человека в разных сферах жизни привели к увеличению числа исследований по данной теме в психологии, экономике, социологии, физиологии, психиатрии и других медицинских науках (De Ridder et al., 2012; Nigg 2017).

В связи с тем, что понятие *произвольная регуляция поведения* носит междисциплинарный характер, в мировой литературе можно встретить большое количество содержательно близких терминов, определяющих произвольную регуляцию человека: самоконтроль, саморегуляция,

регуляторные способности, исполнительные функции, волевая регуляция, контроль поведения, импульсивный контроль и другие. Частично эти терминологические расхождения связаны с тем, что исследования произвольной регуляции проводят в разных отраслях науки и различных возрастных группах, а также с разными представлениями о структуре, проявлении и развитии произвольной регуляции. Однако чаще всего различия в терминологии связаны с тем, что, изучая один и тот же объект, исследователи называют его по-разному, что отражает проблему номинальности, т.н. jingle-jangle problem (Halverson et al., 2003; Shiner, 2006). Для определения произвольной регуляции в мировой литературе широко используется термин *effortful control*, который определяют как способность к произвольному контролю поведения и внимания, в т.ч. способность подавлять/тормозить доминантную реакцию и активировать субдоминантную (Rothbart, 2007; Rothbart et al., 2011). Из-за отсутствия непосредственного аналога в русском языке, в данной работе для обозначения *effortful control* используется один из наиболее близких русскоязычных терминов — *произвольная регуляция поведения*.

На сегодняшний день установлено, что предпосылки произвольной регуляции — регуляторные способности закладываются в младенческом возрасте (Rothbart et al., 2011). К концу первого года жизни произвольная регуляция становится более отчетливой, она активно развивается в течение всего раннего детства, на третьем-четвертом году происходит скачок развития, а на протяжении всей жизни — дальнейшее совершенствование. Важным этапом в развитии ребенка и его произвольной регуляции является младший школьный возраст (7-10 лет), во время которого функции когнитивного и эмоционального самоконтроля продолжают активно развиваться. Обучение в школе требует от детей умения концентрировать свое внимание в течение длительного времени, искать и находить информацию, контролировать свои действия и поступки, следовать указаниям взрослых, планировать свои действия, что способствует

созреванию соответствующих функций. Эффективный контроль своего поведения, мыслей и эмоцией является сложной задачей и важным показателем развития ребенка. Поэтому понимание психофизиологической основы возрастных и индивидуальных особенностей произвольной регуляции в первые годы жизни представляет интерес для исследователей, работающих в различных областях науки.

Цель и задачи исследования:

Целью исследования было изучение произвольной регуляции и ее возрастных особенностей в первые годы жизни с использованием экспериментального задания «Размер животного», представляющего новую модификацию Струп-теста для детей, данных психологических опросников и ЭЭГ показателей осцилляторных сетей мозга; а также изучение взаимосвязей произвольной регуляции с личностными чертами и психическим здоровьем.

Для достижения цели были поставлены следующие **задачи**:

1) Изучить возрастные особенности произвольной регуляции поведения по результатам экспериментального задания и данным психологических опросников.

2) Изучить связь между показателями выполнения экспериментального задания, представляющего новую модификацию Струп-теста для детей (правильность ответов, среднее время реакций, вариабельность времени реакции, интерференция), и произвольной регуляцией и ее компонентами (устойчивость внимания, тормозный контроль, сенсорная чувствительность, удовольствие низкой интенсивности, регуляция активности), оцененными с помощью данных родительских опросников.

3) Исследовать связь показателей выполнения экспериментального задания для оценки произвольной регуляции с личностными чертами в рамках пятифакторной модели и психическим здоровьем.

4) Исследовать электрофизиологические особенности осцилляторных сетей покоя, обеспечивающие процессы произвольной регуляции и их связь с психометрическими показателями произвольной регуляции.

Методология и методы исследования

Исследование проведено в Федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Научно-исследовательский институт нейронаук и медицины» (НИИНМ) в соответствии с принципами Хельсинской декларации и было одобрено решением этического комитета НИИНМ.

В исследовании использовали экспериментальные методы (модификация Струп-теста для детей – тест «Размер животного») и международно признанные психометрические инструменты, адаптированные и валидизированные для применения в России. Статистическую обработку данных проводили с использованием SPSS-22. Для изучения психофизиологических механизмов произвольной регуляции применяли методы многоканальной регистрации и анализа электрической активности мозга. Обработка ЭЭГ данных осуществлялась с помощью пакетов EEGLAB и SPM-12 в программной среде Matlab.

Основные положения, выносимые на защиту:

1) Установлены выраженные возрастные различия произвольной регуляции, оцененной с помощью новой модификации Струп-теста для детей: показатели выполнения экспериментального задания (правильность ответов, время реакции и стандартное отклонение времени реакции) на протяжении дошкольного и младшего школьного возраста значительно улучшаются.

2) Показатели выполнения экспериментального задания связаны с родительскими оценками произвольной регуляции и ее компонентов (тормозного контроля, устойчивости внимания и регуляции активности) у детей в повседневной жизни.

3) Показатели выполнения экспериментального задания связаны с личностными чертами домена сознательности (организованностью и отвлекаемостью), а также с уровнем гиперактивности/невнимательности, экстернальных проблем и общим числом проблем психического здоровья детей; величина эффекта сопоставима с модальной в экспериментальных психологических и медицинских исследованиях.

4) Вариабельность времени реакции обнаружила наиболее тесные связи с психометрическими показателями произвольной регуляции, личностной чертой сознательность и проблемами психического здоровья, что позволяет использовать этот показатель в качестве экспериментального индикатора регуляторных функций и поведенческого маркера неврологического и психического здоровья.

5) С помощью ЭЭГ изучены осцилляторные сети мозга, относящиеся к дефолт системе мозга (DMN) и сетям внимания (TPN). Установлена связь произвольной регуляции поведения с ЭЭГ-коррелятами функциональных связей дефолт системы мозга (DMN) и сетей внимания (TPN) в альфа- и бета-диапазонах. Произвольная регуляция, оцененная с помощью родительских опросников, положительно коррелировала с силой связей между разными частями DMN, TPN и структурами мозга, участвующими в восприятии сенсорной информации.

Научная новизна исследования.

Впервые установлена связь экспериментальных показателей произвольной регуляции поведения с психометрическими показателями произвольной регуляции и ее компонентов - тормозного контроля, устойчивостью внимания и регуляции активности, с регуляторными личностными чертами и с показателями психического здоровья детей в широком возрастном диапазоне от 5 до 12 лет.

Впервые установлена связь вариабельности времени реакции в экспериментальном задании с психометрическими показателями

произвольной регуляции и с размерными оценками гиперактивности-невнимательности, экстернальных проблем и общим уровнем психопатологии по данным родительских опросников в популяционной выборке детей.

Впервые исследованы осцилляторные сети мозга на основе электрофизиологических данных и связи произвольной регуляции с показателями коннективности осцилляторных сетей покоя – дефолт системы мозга (DMN) и сетей внимания (TPN), и соотношением их активности на основе ЭЭГ у детей.

Теоретическое и научно-практическое значение работы

Работа посвящена актуальной проблеме изучения произвольной регуляции поведения, ее психофизиологических основ, возрастных особенностей, а также взаимосвязи с личностными чертами и психическим здоровьем. Исследование выполнено на стыке нейрофизиологии, психологии и медицины.

Полученные данные позволили расширить теоретические знания о регуляторных способностях и исполнительных функциях, а также об их связи с психическим здоровьем и распространенными отклонениями. Помимо этого, результаты исследования внесли вклад в понимание нейрофизиологических механизмов (осцилляторных сетей мозга), обеспечивающих произвольную регуляцию поведения.

Выявленные закономерности свидетельствуют о том, что экспериментальные методы исследования произвольной регуляции, а именно недавно разработанная модификация Струп-теста для детей «Размер животного», могут быть использованы для оценки и своевременного выявления дефицита регуляторных способностей. Кроме этого, полученные результаты могут быть положены в основу разработки коррекционных и профилактических программ и проверки их эффективности.

Апробация работы

Основные результаты были доложены в виде устного доклада на международной 22 ежегодной конференции по исследованию темперамента (ОТС, 22nd Occasional Temperament Conference, г. Мурсия, Испания, 2018) и в виде стендового доклада на международной конференции по исследованию развития детей и подростков (SRCDD, Society for Research in Child Development, г. Остин, США, 2017). Сбор экспериментальных данных и исследование ЭЭГ были частично поддержаны грантами РНФ «Волевая регуляция в детском возрасте: развитие и связь с благополучием и проблемами психического здоровья», проект № 16-18-00003 и РФФИ «Осцилляторные сети мозга у детей - лонгитюдинальное исследование», проект № 17-06-00055. Результаты работы опубликованы в 6 печатных трудах, из них: статей в российских журналах – 3, в зарубежных – 3. Основные положения диссертации были доложены и обсуждены на межлабораторном семинаре НИИНМ.

Объем и структура диссертации

Содержание диссертации изложено на 106 страницах печатного текста. Диссертационная работа состоит из введения, обзора литературы, описания методов и материалов исследования, главы результаты собственных исследований, обсуждения, заключения, выводов, списка цитируемой литературы. Работа проиллюстрирована 5 таблицами, 3 рисунками и 2 схемами. Библиографический список включает 251 работы (20 российских, 231 зарубежных источников).

Личный вклад автора

Автором лично выполнены сбор психометрических и экспериментальных данных, разработка дизайна исследования, создание баз данных в программе SPSS, статистический анализ психометрических и экспериментальных показателей с использованием SPSS, первичная

обработка ЭЭГ-данных, научная интерпретация полученных результатов, подготовка публикаций и докладов по теме диссертационной работы, написание текста диссертации и автореферата.

Благодарности

Автор выражает признательность всем сотрудникам НИИНМ, принимавшим участие в работе: Петренко Евгении Николаевне, Козловой Елене Александровне, Варшал Александре Владимировне за помощь в сборе экспериментальных данных и в создании баз данных, Савостьянову Александру Николаевичу, Сапрыгину Александру Евгеньевичу, Таможникову Сергею Сергеевичу, Дмитриенко Надежде Васильевне за помощь в сборе и обработке ЭЭГ-данных, Бочарову Андрею Викторовичу за разработку и создание теста «Размер животного», помощь при анализе ЭЭГ-данных и всем участникам исследования.

ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1. Исследования произвольной регуляции поведения

В последнее время в мировой литературе значительное внимание уделяется изучению произвольной регуляции поведения в детском возрасте (Kochanska et al., 2009; Eisenberg, 2012; Diamond, 2016; Nigg, 2017). Многочисленными исследованиями установлено, что уровень произвольной регуляции в детском возрасте может прогнозировать не только физическое и психическое здоровье во взрослом возрасте, но и финансовое благополучие, академические успехи и преступность - даже при учете интеллекта и социального статуса (Moffitt et al., 2011; Eisenberg, 2012; De Lisi, Vaughn, 2014). Поскольку понятие *произвольная регуляция поведения* имеет междисциплинарный характер и изучается исследователями в рамках различных научных дисциплин (психологии, физиологии, медицины и др.), в литературе встречается ряд содержательно близких терминов, определяющих произвольную регуляцию человека: регуляторные способности (regulatory capacities), волевая регуляция (voluntary regulation), саморегуляция (self-regulation), самоконтроль (self-control), исполнительные функции (executive functions) и другие (Kochanska et al., 1996; De Ridder, 2012; Nigg, 2017). Однако различия в терминологии связаны не только с тем, что ученые из разных областей исследуют один и тот же конструкт, называя его по-разному (так называемая проблема номинальности - “jingle-jangle problem”), но и с изучением разных возрастных этапов и разными представлениями о природе, проявлении и развитии регуляторных способностей (Halverson, 2003; Shiner, 2006).

В мировой литературе для определения произвольной регуляции в

детском возрасте широко используется термин *effortful control*, перевод которого затруднен из-за отсутствия непосредственного аналога в русском языке. Поэтому в российских исследованиях используют разные названия данного конструкта: произвольная регуляция, волевая регуляция, произвольный контроль, контроль усилий, самоконтроль и т.д. (Сергиенко и др., 2010; Виленская, 2014; Кузнецова, Козлова, 2016). Согласно психобиологической модели Ротбарт, *effortful control* - это способность произвольно регулировать поведение, сознательно затормаживая доминантную реакцию и активируя субдоминантную, а также способность фиксировать и переключать внимание, выбирать способ действий в условиях конфликта, планировать на будущее и находить ошибки (Rothbart, Bates, 2006; Rothbart, 2007; Rueda, 2012). В русскоязычной литературе исследования произвольной регуляции проводятся в рамках концепции саморегуляции. Смирнова (1998) определяет саморегуляцию как способность человека сознательно регулировать различные психические процессы и состояния; а согласно Осадько (1988) саморегуляция – это способность управлять своими действиями в соответствии с заданными целями. Исходя из приведенных определений, можно заключить, что основой конструкта *effortful control* является произвольный контроль действий человека, поэтому для обозначения этого конструкта в данной работе используется термин *произвольная регуляция поведения*.

1.1.1. Развитие произвольной регуляции поведения в первые годы жизни. Психологические исследования.

Психологические исследования регуляторных механизмов проводится в сфере темперамента, который Ротбарт и Derryberry (1981) определяют как

индивидуальные различия в реактивности и саморегуляции, имеющие конституциональную (биологическую) основу и формирующиеся под влиянием генетических и средовых факторов. В этой психобиологической модели реактивность определяют как способность человека реагировать на изменения внешней среды и внутренних факторов, а саморегуляция – как процесс, ответственный за модулирование реактивности; центральным звеном саморегуляции является произвольная регуляция. Структура темперамента в рамках психобиологической модели, начиная с младенческого и раннего детского возраста, включает два фактора, относящихся к реактивности - положительную и отрицательную эмоциональность, и фактор произвольной регуляции (Gartstein, Rothbart, 2003; Putnam et al., 2006; Rothbart, 2007).

Большая часть исследований произвольной регуляции в детском возрасте проведена с помощью психометрических инструментов, использующих родительские отчеты о поведении детей (Rothbart, 2007). Родительские опросники являются ценным методом исследования индивидуальных особенностей поведения детей, т.к. родители имеют уникальную возможность наблюдать своих детей в широком диапазоне ситуаций, которые невозможно воспроизвести в лаборатории (Rothbart, Bates, 2006; Durbin et al., 2007). Имеющиеся на сегодняшний день данные показывают, что этот метод обладает наибольшей прогностической валидностью по сравнению с другими источниками информации, включая структурированные наблюдения (Hart, 1999; Pauli-Pott, 2003).

Многочисленными исследованиями установлено, что развитие произвольной регуляции начинается уже с младенчества (Kopp, 1982; Rothbart, Rueda, 2005; Rothbart 2011). Однако в литературе термин «произвольная регуляция поведения» используется для обозначения регуляторных способностей в более позднем возрасте - с 18-ти месяцев, а применительно к первому году жизни используется понятие «регуляторные способности». В первые месяцы жизни происходит постепенное развитие и

становление регуляторных способностей, контролирующих в основном эмоциональное состояние ребенка, его двигательные и висцеральные реакции (Kopp, 1982; Rothbart et al., 2011). На данном этапе развития центральную роль в формировании регуляторных способностей играет ориентировочная система внимания (Rothbart, Derryberry, 2002; Posner et al., 2012; Rothbart, Posner, 2015). Например, уже в первые месяцы жизни ребенок совершает целенаправленные движения в ответ на внешние стимулы и способен ограничивать/ регулировать визуальные или слуховые стимулы, отводя голову или взгляд от пугающего или неприятного объекта. Имеются данные о том, что способность фокусировать внимание в младенчестве прогнозирует последующую произвольную регуляцию (Feldman, 2009). На первом году жизни (от 3 до 12 мес.) регуляторные способности оценивают соответствующей шкалой Модифицированного опросника поведения младенцев (IBQ-R; Gartstein, Rothbart, 2003), включающей подшкалы *Устойчивость внимания*, *Утешаемость*, *Удовольствие низкой интенсивности* и *Прижимание*.

Второй год жизни является важным этапом в развитии произвольной регуляции, так как ребенок начинает учиться вести себя в соответствии с родительскими требованиями. На третьем году жизни значительно улучшается произвольная регуляция поведения: развивается способность тормозить поведенческую активность в ответ на требования взрослого (Eisenberg, 2012). К 30 месяцам у детей появляется способность задерживать неуместные действия и вести себя в соответствии с требованиями взрослого в отсутствие непосредственного внешнего контроля. В дальнейшем показатели произвольной регуляции отличаются значительной стабильностью, сопоставимой со стабильностью коэффициента интеллектуальности, IQ (Kochanska et al., 2000; Eisenberg, 2012) и претерпевают изменения среднего уровня, распространяясь на разные формы активности. К 36-38 месяцам дети способны выполнять задания, требующие переключения внимания и соответственного торможения поведения (типа

Струп-теста) с большой точностью. Для оценивания показателей произвольной регуляции поведения в раннем возрасте (от 18 до 36 мес.) используют шкалу Опросника поведения в раннем детстве (ECBQ; Putnam et al., 2006), которая включает подшкалы *Тормозный контроль*, *Переключение внимания/ Устойчивость внимания*, *Удовольствие низкой интенсивности* и *Прижимание*.

Развитие произвольной регуляции в дошкольном возрасте рассматривается в основном в контексте когнитивного развития ребёнка. Для оценивания показателей произвольной регуляции в возрасте от 3 до 6 лет используют соответствующие шкалы полной и кратких форм Опросника поведения в детстве (CBQ; Rothbart et al., 2001; CBQ-VSF; Putnam, Rothbart, 2006), и подшкалы *Тормозный контроль*, *Устойчивость внимания*, *Удовольствие низкой интенсивности* и *Сенсорную чувствительность*.

Наиболее важным этапом в развитии ребенка и его произвольной регуляции является младший школьный возраст (7-10 лет), во время которого функции когнитивного и эмоционального самоконтроля продолжают активно развиваться. Обучение в школе требует от детей умение концентрировать свое внимание в течение длительного времени, искать и находить информацию, контролировать свои действия и поступки, следовать указаниям взрослых, планировать свои действия, что приводит к быстрому созреванию соответствующих функций. Эффективный контроль своего поведения и мыслей является сложной задачей и важным показателем созревания ребенка. Поэтому понимание психофизиологической основы возрастных индивидуальных особенностей произвольной регуляции представляет собой важную задачу. Для оценки произвольной регуляции у детей 7-10 лет используют шкалу Опросника темперамента в среднем детстве (TMCQ; Simonds, Rothbart, 2004), включающую подшкалы *Регуляция активности*, *Тормозный контроль*, *Устойчивость внимания*, *Удовольствие низкой интенсивности* и *Сенсорную чувствительность*. В целом развитие произвольной регуляции в детском возрасте происходит неравномерно:

проявляясь с первых дней жизни, регуляторные способности наиболее активно развиваются в раннем детстве, дошкольном и раннем школьном возрасте (Olson et al., 2005; Spinrad et al., 2007; Виленская, 2014). К старшему школьному возрасту темп их развития стабилизируется или замедляется (Valiente et al., 2004; Olson et al., 2005).

Таким образом, в структуру произвольной регуляции поведения на разных этапах развития от младенчества до старшего школьного возраста входят такие компоненты как тормозный контроль, переключение/устойчивость внимания, удовольствие низкой интенсивности, сенсорная чувствительность, утешаемость и прижимание. *Тормозный контроль* (inhibitory control), отражающий способность затормозить действие, является одним из основных компонентом произвольной регуляции на всех этапах развития, начиная с раннего детства (Putnam et al., 2001; Rothbart, Bates, 2006). Компонент *Устойчивость внимания*, присутствующий во всех возрастных группах, характеризует способность ребенка длительно фокусировать внимание на объекте. Помимо этого, в структуру произвольной регуляции детей всех возрастных групп входит компонент *Удовольствие низкой интенсивности*, отражающий способность ребенка испытывать удовольствие от спокойных занятий, таких, например, как рассматривание книжек с картинками или укачивание. Компонент *Утешаемость*, характеризующий скорость восстановления после расстройства, восторга или общего возбуждения входит в структуру произвольной регуляции только в младенческом возрасте. *Прижимание*, отражающее радость ребенка, когда его/ее держат на руках и прижимание к телу взрослого, входит в структуру произвольной регуляции в младенческом и раннем детском возрасте. *Сенсорная чувствительность*, характеризующая способность обнаруживать стимулы низкой интенсивности во внешней среде (например, слабые звуки, гладкую или шероховатую поверхность предметов), входит в структуру произвольной регуляции в дошкольном и младшем школьном возрасте. *Регуляция активности*, отражающая

способность совершить действия при сильном нежелании их выполнять (например, делать домашние задания, когда хочется играть), входит в структуру произвольной регуляции, начиная с младшего школьного возраста.

1.1.2. Экспериментальные исследования произвольной регуляции поведения.

На сегодняшний день в экспериментальных исследованиях произвольной регуляции также широко используются стандартизованные поведенческие батареи, разработанные Кочанска с коллегами для детей, начиная с двух лет до раннего школьного возраста (Kochanska et al., 1997; Kochanska et al., 2000; Murray K., Kochanska, G., 2002). Эти батареи представляют собой серии заданий (от 3 до 14), несколько различающихся в зависимости от возраста. С помощью этих заданий оценивают основные аспекты произвольной регуляции: выдержку, управление двигательной активностью (крупной и мелкой моторикой), способность по сигналу затормозить доминантную реакцию и активировать субдоминантную (задания по типу Go/No Go) и модулирование голоса (шепот).

Оценивание выдержки. Применяют задания, включающие вынужденную отсрочку приятного события (угощения или подарка). Например, в задании с ожиданием угощения ребенок может взять угощение (конфета M&M's) из тарелки, стоящей перед ним на столе, только после того, как экспериментатор позвонит в колокольчик; длительность ожидания варьирует от 10 до 30 секунд. В другом задании ребенку необходимо продержать конфету M&M's на языке, не разжевывая ее; длительность ожидания также составляет от 10 до 30 с. Кроме того, имеются задания, где от ребенка требуется подождать 3 мин и не разворачивать запечатанный

подарок. В заданиях с выбором подарка из ящика, наполненного игрушками, ребенку необходимо назвать выбранную игрушку, не касаясь ее.

Управление двигательной активностью. Замедление крупной моторики оценивают при задании двигаться по линии длиной от 1,8 до 3,6 м сначала с обычной скоростью, а затем — с наименьшей. В заданиях на мелкую моторику требуется нарисовать по шаблону круг и звезду или двигать игрушку по заданной криволинейной траектории в обычном темпе, быстро и медленно.

Подавление и инициация активности по сигналу. Применяют задания по типу Go/No Go, где от ребенка требуется произвести определенное действие в ответ на один вид сигнала, а в ответ на другой - это действие подавить. Например, ребенок и экспериментатор строят башню из кубиков, соблюдая очередность. В другом задании ребенок повторяет движения экспериментатора (поднимает ту же руку), когда в руке у экспериментатора знак зеленого цвета, и поднимает противоположную руку, когда в руке у экспериментатора знак красного цвета. В задании “Саймон говорит” ребенок повторяет движения экспериментатора, но только при условии, если экспериментатор сказал определенную фразу.

Модулирование голоса оценивают при предъявлении ребенку картинок с известными ему персонажами мультфильмов. При каждом предъявлении ребенку предлагается прошептать имя персонажа. Каждое задание предъявляется в игровой форме, а не в виде просьбы или запрета; задания чередуются с другими занятиями (чаепитие, свободная игра); ребенка хвалят независимо от правильности выполнения задания. Эта батарея показала свою обоснованность и надежность в западных и восточных странах (Kagan, Fox, 2006; Eisenberg et al., 2007; Spinrad et al., 2007; Chang et al., 2011; Moffitt et al., 2011).

Структура произвольной регуляции по данным поведенческой батареи неоднозначна. В ранних работах Кочанска с коллегами (Kochanska et al., 2000) выделили четыре компонента: выдержка, управление двигательной

активностью, подавление/инициация реакции по сигналу и направленное внимание. В последующем в структуру произвольной регуляции был добавлен компонент “когнитивная рефлексивность” (Murray, Kochanska, 2002). Итоговая оценка представляет собой среднее значение стандартизованных оценок каждого компонента. В недавних работах Кочанска с коллегами предлагают использовать двухмерную модель произвольной регуляции, включающую “горячие” (hot) и “прохладные” (cool) задания (Kim et al., 2013). “Горячие” задания предполагают значительный эмоциональный компонент; их обязательное условие — эмоционально положительное или отрицательное последствие, как например, в заданиях “Задержка угощения” или “Упаковка подарка”. “Прохладные” задания, наоборот, аффективно нейтральны и требуют более абстрактной саморегуляции (Brock et al., 2009), например, торможение крупной и мелкой моторики, снижение голоса и выбор в ситуации конфликта (по типу Go/No Go и Stroop).

Разделение заданий на «горячие» и «прохладные» впервые возникло в нейропсихологии. Зелазо с коллегами разработали концепцию исполнительных функций, включающую координацию мыслительных процессов высшего порядка (тормозный контроль, рабочая память и внимание), и применили термины “hot” для решения эмоциональных задач и “cool” для решения когнитивных задач (Zelazo et al., 2003). Впоследствии стали различать две взаимосвязанные, но функционально различные составляющие исполнительных функций: эмоциональная (hot) и когнитивная (cool) (Brock et al., 2009). Установлено, что модель произвольной регуляции, состоящая из “hot” и “cool” задач, достаточно информативна и хорошо соответствует эмпирическим данным (Brock et al., 2009, Kim et al., 2013). Однако в недавнем исследовании связи произвольной регуляции с академической успеваемостью и социально-экономическим положением большей значимостью обладал одномерный итоговый показатель (Allan,

Lonigan, 2011). Подобные различия в структуре могут быть обусловлены выбором методов: так в одних исследованиях используется полная тестовая батарея, а в других – только несколько заданий (Kim et al., 2013).

Несмотря на концептуальное сходство конструкта произвольной регуляции поведения, оцениваемого с помощью родительских опросников и лабораторных методов, вопрос о взаимозаменяемости данных методов остается открытым. В одних исследованиях обнаружены небольшие или умеренные корреляции между оценками, полученными разными методами (Blair, Razza, 2007; Verstraeten et al., 2010; Zhou et al., 2012), в других находят больше различий, чем сходства (Samyn et al., 2003). Поэтому многие исследователи заключают, что необходимо использовать мультиметодическую оценку произвольной регуляции, включающую как нейрофизиологические экспериментальные задания, так и родительские или учительские опросники (Blair, Razza, 2007; Duckworth, Kern, 2011; Gange, 2017).

1.1.3. Струп-тест

В некоторых исследованиях кроме поведенческих тестовых батарей для исследования исполнительных функций широко применяют Струп-тест и его модификации. С момента как в 1935 году Струп опубликовал свою статью «Studies of interference in serial verbal reactions» прошло почти восемьдесят лет, однако описанный в статье эксперимент, получивший впоследствии название Струп-тест, не теряет актуальности и до сих пор широко используется в таких областях науки как психофизиология, психология, медицина и педагогика. В этом тесте от испытуемых требуется как можно быстрее назвать цвета слов, обозначающих цвет, но напечатанных

несоответствующим цветом (например, слово «красный», напечатанное зеленым цветом). На протяжении многих десятилетий исследователи применяют Струп-тест и его модификации для исследования внимания, самоконтроля, исполнительных функций, тормозного контроля, а также в качестве диагностического инструмента для выявления нейропсихологических расстройств (MacLeod, 1991; Alvarez, Emory, 2006). О широкой распространенности Струп-теста свидетельствует и то, что на сегодняшний день он переведен на множество языков; Струп-тест также имеет компьютеризированную версию для более точной записи времени реакции (Lansbergen, 2007). Помимо исследований среди взрослых людей Струп-тест широко распространен и в детской практике (Nomack, Riccio, 2004; Esposito, 2013). Однако, поскольку классический вариант Струп-теста требует наличия у испытуемых хорошо развитых навыков чтения, его применение среди детей ограничено. Поэтому для исследования внимания и тормозного контроля в детском возрасте используют различные модификации Струп-теста.

В 1994 году Герштат и коллеги предложили модификацию Струп-теста «День/Ночь» для детей дошкольного возраста. В этом тесте детям в случайном порядке предъявляли изображения времени суток (день – ночь). Задача детей состояла в том, чтобы как можно быстрее назвать время дня, противоположное изображенному на картинке (Gerstadt et al., 1994). В другой модификации Струп-теста «Фрукты» детям было предложено назвать правильный цвет неправильно окрашенного фрукта (Archibald, Kerns, 1999). Результаты этого теста коррелировали с результатами предыдущих модификаций Струп-теста, однако, успешность выполнения задания была также связана с объемом рабочей памяти ребенка, так как сначала ребенку необходимо было вспомнить истинный цвет изображенного фрукта. Кочанска с коллегами (Kochanska et. al. 2000) разработали модификацию Струп-теста «Формы» для исследования произвольной регуляции: детям

предлагали назвать предмет наименьшей формы, который был изображен внутри предмета побольше (например, маленькое яблоко в большом банане). В модификации «Снег-трава» детям предлагали указать на картинку, противоположную названной. Например, если экспериментатор говорил «Снег», то детям надо было указать на картинку «Трава» (Carlson, Moses, 2001). Для исследования тормозного контроля у детей 3-16 лет разработана альтернативная версия Струп-теста «Нарисованное животное», предложенная Райт и коллегами в 2003 году (Wright et al., 2003). Более поздняя модификация Струп-теста – задание «Размер животного», в котором детям на экране компьютера предъявляют изображения двух животных; в конгруэнтных пробах животные изображены соответственно своим размерам в реальной жизни (большое животное - большим, маленькое животное – маленьким), а в неконгруэнтных пробах - наоборот. Задача детей в этом тесте заключается в том, чтобы как можно быстрее назвать то животное, которое больше в реальной жизни (Catale, Meulemans, 2009; Szűcs et al., 2009).

Однако, несмотря на различия в описанных модификациях Струп-теста для детей, данные исследований свидетельствуют о том, что результаты выполнения этих тестов взаимосвязаны и имеют схожие тенденции развития (Garon et al., 2008; Macdonald et al., 2014). Это позволяет предположить, что в основе всех этих тестов лежат общие базовые процессы, такие как произвольное внимание и тормозный контроль. Эти конструкты являются компонентами более широкого понятия произвольной регуляции (Zelazo et al., 2003; Rothbart et al., 2011; Rothbart et al., 2011), рассмотренного нами в разделе 1.1. И хотя исполнительные функции, измеряемые Струп-тестом и его модификациями, и произвольная регуляция, измеряемая опросниками, тесно взаимосвязаны, изучение этих конструктов на протяжении многих лет проводилось в разных научных областях (Zhou, 2012; Gagne, 2017; Nigg, 2017). Вероятно, именно поэтому в современной литературе мало сведений о взаимосвязи произвольной регуляции поведения как свойства темперамента и экспериментальными оценками исполнительных функций.

В исследовании Гонсалес и коллег результаты выполнения Струп-теста, в частности показатель Струп-интерференции (разница между средним временем реакции в неконгруэнтных пробах, где цвет и значение слова не соответствовали другу и пробах, где требовалось назвать цвет нейтральных стимулов, таких как ХХХ), у детей семи лет отрицательно коррелировал с тормозным контролем по данным родительских опросников (González et al., 2001). Однако в исследовании Ленгва (Lengua et. al. 2003) не было обнаружено взаимосвязи между Струп-интерференцией и показателями тормозного контроля у детей восьми – двенадцати лет. Результаты исследований дошкольников тоже неоднозначны. К примеру, в исследовании Карлсон и Мозес (Carlson, Moses, 2001) результаты теста «Снег/Трава» коррелировали с показателями тормозного контроля по данным материнских опросников, а результаты теста «День/Ночь» - нет. Вольф и Белл (Wolfe, Bell, 2007) обнаружили взаимосвязь между результатами теста «День/Ночь» и полученными с помощью родительских опросников показателями: произвольная регуляция, удовольствие низкой интенсивности, устойчивость внимания и тормозной контроль у детей трех с половиной лет. Однако у детей четырех и четырех с половиной лет достоверных корреляций выявлено не было.

Согласно данным, полученным при исследовании детей старшего возраста, исполнительные функции, измеряемые с помощью Струп-теста, слабо, но надежно коррелируют с измеренными с помощью опросников показателями самоконтроля в реальной жизни (Duckworth, Steinberg, 2015). Тем не менее, взаимосвязи результатов экспериментальных и психометрических исследований самоконтроля до сих пор находятся в начальной стадии изучения (Nigg, 2017). В целом представляется разумным ожидать, что результаты, полученные при выполнении различных модификаций Струп-теста, будут связаны не только с показателями произвольной регуляции, но с таким личностным фактором как сознательность, характеризующим самоконтроль в ситуациях, связанных с

выполнением заданий (Shiner, 2006). Сознательность включает индивидуальные способности к планированию своих действий, внимательность, осторожность, ответственность, а также мотивацию к достижению поставленных целей (Eisenberg et al., 2014). В широкомасштабном межкультурном исследовании установлено, что сознательность может быть надежно и достоверно оценена у детей, начиная с возраста двух-трех лет (Halverson et al., 2003). Сознательность концептуально и эмпирически связана с произвольной регуляцией (Eisenberg et al., 2014) и с исполнительными функциями (Fleming et al., 2016), но, несмотря на это, на сегодняшний день практически отсутствуют исследования, изучающие ее связь с результатами выполнения Струп-теста и его модификаций.

Понимание взаимосвязи между результатами Струп-теста и психометрическими показателями самоконтроля, такими как сознательность и произвольная регуляция, имеет важное прогностическое значение, так как все эти факторы являются предикторами таких важных результатов развития, как успехи в учебе, психическое и физическое здоровье и приспособленность. Многочисленными исследованиями установлено, что произвольная регуляция и сознательность оказывают краткосрочное и долгосрочное воздействие на социальное и эмоциональное благополучие детей, их школьную успеваемость, проблемы с поведением, а также интернальные и экстернальные проблемы (Eisenberg et al., 2014; Eisenberg et al., 2007; Rothbart, Posner, 2006). Исследуемые с помощью Струп-теста исполнительные функции также имеют важное прогностическое значение для развития детей. В мета-анализе Хомак и Ричио сделан вывод, что результаты выполнения словесно-цветового Струп-теста выявляют дефицит исполнительных функций, связанных с СДВГ, поведенческими проблемами, тревожными расстройствами, аутизмом и расстройствами развития школьных навыков (Homack, Riccio, 2004). При этом у детей с установленным диагнозом результаты выполнения словесно-цветового Струп-теста (по показателям в пробах «слова», «цвета» и «цвета-слова»), а также по

показателям интерференции) были хуже, чем в контрольной группе. В другом мета-анализе установлено, что у детей с СДВГ также снижены показатели в пробах «слова» и «цвета» и показатели интерференции, при этом метод оценки интерференции оказывал сильное влияние на результаты (van Mourik et al., 2005).

На сегодняшний день существуют доказательства обоснованности применения Струп-теста и его модификаций в детском возрасте. В недавнем обзоре Монтгомери и Кольцов обнаружили, что количество правильных ответов при выполнении теста «День/Ночь» отрицательно коррелировало с выраженностью эмоциональных и поведенческих проблем у детей трех-семи лет; наиболее сильные корреляции были получены с показателями гиперактивности и проблем поведения (Montgomery, Coeltzow, 2010). Менее успешное выполнение теста «Нарисованное животное» было связано с более высокими показателями гиперактивности, неустойчивости внимания и оппозиционным поведением у детей в возрасте от трех до шестнадцати лет (Wright et al., 2003). Спан и Гагне обнаружили, что результаты Струп-теста и его модификаций имеют прогностическое значение в отношении агрессивного поведения у нормально развивающихся детей двух с половиной - пяти с половиной лет (Spann, Gagne, 2016). В другом исследовании показатель интерференции в числовом Струп-тесте был предиктором успешности при решении математических задач у детей начальной школы, даже после учета интеллекта, способности к чтению, и объема рабочей памяти (Bull, Scerif, 2001).

Однако не все результаты исследований полностью согласованы. Так, Ким и коллеги (Kim et. al. 2013) обнаружили, что результаты тестов «День/Ночь» и «Снег/Трава» у детей в возрасте 38-52 месяцев имели прогностическое значение в отношении академической успеваемости в школьном возрасте, но не являлись предикторами поведенческих проблем. В другом исследовании (Rubia et. al. 2007) не было обнаружено разницы в показателе Струп-интреференции между детьми с установленным диагнозом

СДВГ и детьми из контрольной группы, хотя количество ошибок у детей с СДВГ было больше. В тесте «Размер животного» дети с диагнозом СДВГ делали значительно больше ошибок в конгруэнтных и неконгруэнтных пробах по сравнению с нормально развивающимися детьми, однако разницы во времени реакции обнаружено не было (Catale, Meulemans, 2009). В недавнем исследовании Икеда и коллег (Ikeda et. al. 2014a) также не было обнаружено разницы во времени реакции при выполнении теста «Размер животного» детьми с умственной отсталостью и аутизмом по сравнению с контрольной группой, при этом показатели правильности ответов и струп-интерференции достоверно различались.

Таким образом, неоднозначность имеющихся результатов свидетельствует о том, что взаимосвязь показателей выполнения Струп-теста и его модификаций с характеристиками саморегуляции и проблемами поведения в детском возрасте еще далеки от ясности.

1.1.4. Связь произвольной регуляции поведения с исполнительными функциями.

Наряду с произвольной регуляцией в мировой литературе значительное внимание уделяют изучению *исполнительных функций* (executive function). Оба этих термина используют для обозначения регуляторных способностей, однако долгое время исследование произвольной регуляции и исполнительных функций происходило в рамках различных научных дисциплин. В то время как произвольную регуляцию изучают в психологических исследованиях в сфере темперамента (Rothbart et al., 2011), исполнительные функции изучают в нейрофизиологических исследованиях (Fox, Calkins, 2003). В русскоязычной литературе кроме исполнительных функций, можно встретить и другие варианты перевода данного термина,

например *управляющие функции* (Виленская, 2007; Семенова и др., 2007; Алфимова и др., 2009; Семенова, Кошельков, 2009) или *управление изменением поведения* (Николаева, Вергунов, 2017; Разумникова, Николаева, 2017), однако наиболее широко употребляется термин *исполнительные функции* (Ковалева, Сергиенко, 2007; Грачев и др., 2008; Алексеев, Рупчев, 2010), который и будет использован в нашей работе. Несмотря на то, что изучением исполнительных функций на протяжении десятилетий занимаются многие исследователи, общепринятого исчерпывающего определения, которое могло бы в полной мере отразить структуру данного конструкта, пока нет (Zelazo, Müller, 2002; Алексеев, Рупчев, 2010; Barkley, 2012). Однако имеющиеся на сегодняшний день данные позволяют заключить, что исполнительные функции - это совокупность высокоуровневых процессов, которые регулируют мысли, действия и поведение человека в соответствии с поставленной целью, что и объясняет их многомерную структуру (Blair et al., 2005; Garon et al., 2008; Miyake, Friedman, 2012; Diamond, 2013; Zelazo, 2015).

Некоторые исследователи рассматривают исполнительные функции как конструкт с одним ведущим компонентом, регулирующим другие составляющие; например, в модели А. Арона основой являются тормозные процессы (Aron, 2007). Однако большинство ученых сходятся во мнении, что исполнительные функции представляют собой многомерный конструкт, состоящий из нескольких равноценных компонентов (Baddeley, 1986; Diamond, 2013). Мияке с коллегами (Miyake et al., 2000) предложили трехфакторную модель исполнительных функций, состоящую из следующих частей: *тормозный контроль* (inhibitory control), *рабочая память* (working memory) и *когнитивная гибкость* (cognitive flexibility/shifting). Эта модель впоследствии была подтверждена и в исследованиях детей школьного возраста (Lehto et al., 2003; Davidson et al., 2006).

Тормозный контроль является ключевым компонентом исполнительных функций, и отражает способность подавлять неуместные

действия или мысли, контролировать свое поведение, а также способность затормозить при необходимости доминантные автоматические реакции (Miyake et al., 2000; Diamond, 2003). Согласно Зелазо (Zelazo, 2015), тормозный контроль также включает в себя способность при необходимости концентрировать внимание и не отвлекаться на посторонние иррелевантные стимулы. *Рабочая память* – это способность удерживать и манипулировать информацией, необходимой для выполнения текущей (сиюминутной) деятельности (Baddeley, 1986; Baddeley et al., 1994; Zelazo, 2015). Согласно Бэддели в рабочую память входят три составляющие: первая ответственна за хранение и использование визуальной информации (visual-spatial sketchpad), вторая – за хранение и использование вербальной информации (phonological loop), а третья - центральная (central executive) - служит координатором, регулируя и контролируя работу этих элементов (Baddeley, 1986). Рабочая память имеет решающее значение при осуществлении таких сложных когнитивных процессов как понимание речи, обучение иностранным языкам, чтение, выполнение математических вычислений и других. *Когнитивная гибкость* характеризует способность переключаться с одной задачи на другую, оценивать ситуацию с различных сторон, а также изменять текущие установки в соответствии с новыми условиями внешней среды (Miyake et al., 2000; Diamand, 2013; Zelazo, 2015). Согласованное функционирование этих трех составляющих необходимо для полноценной повседневной деятельности человека, для принятия взвешенных решений, а также того, чтобы следовать своим целям и планам, вопреки отвлекающим стимулам.

Исходя из этого, можно заключить, что структура исполнительных функций близка к структуре произвольной регуляции. Оба конструкта имеют в своей структуре общие компоненты, такие как торможение и внимание (Liew et al., 2011; Zhou et al., 2012; Bridgett et al., 2013). Важно отметить, что тормозный компонент в исследованиях исполнительных функций чаще рассматривается в рамках когнитивного контроля (например, в модификациях Струп-теста), в то время как в исследованиях произвольной

регуляции процессы торможения рассматриваются шире и включают контроль эмоций и мотивационных поведенческих реакций (например, в заданиях на выдержку). Помимо общих компонентов, произвольная регуляция и исполнительные функции сходным образом измеряются с помощью психометрических методов и заданий по типу Go/No Go и Струп-теста (Kochanska et al., 2000; Kim et al., 2013; Bridgett et al., 2013).

Изучая нейрофизиологическую основу исполнительных функций, многие исследователи также отмечают ее схожесть с произвольной регуляцией. Например, функционирование обоих конструктов связано с работой таких областей головного мозга как префронтальная кора (Posner, Rothbart, 2009; Lezak et al., 2012; Bridgett et al., 2013; Johansson, 2015). Помимо префронтальной коры, работа исполнительных функций также ассоциируется с передней поясной извилиной (передней цингулярной корой) и орбитофронтальной корой (Lehto et al., 2003; Alvarez, Emory, 2006). Данные молекулярно-биологических исследований также указывают на существенный вклад генетических факторов в оба этих конструкта (Yamagata et al., 2005; Lemery-Chalfant et al., 2008; Friedman et al., 2008). Например, ген дофаминового рецептора D4 вносит вклад и в психометрическую оценку произвольной регуляции, и в выполнение заданий, с помощью которых оценивают исполнительные функции (Fan et al., 2003, Barnes et al., 2011). Следует отметить, что развитие исполнительных функций тесно связано с созреванием головного мозга, и что произвольная регуляция и исполнительные функции имеют схожие тенденции развития (Barkley, 2012; Bridgett et al., 2013; Diamond, 2013; Diamond, 2016).

Таким образом, структура, развитие, сферы приложения и методы измерения исполнительных функций близки к таковым произвольной регуляции. Поэтому, по мнению многих исследователей, оба понятия в значительной степени перекрываются концептуально и операционально (Bull, Scerif, 2001; Blair, Razza, 2007; Liew, 2011; Zhou et al., 2012; Bridgett et al., 2013), и это ставит вопрос об их интеграции в рамках единой модели

саморегуляции (Zhou et al., 2012; Nigg, 2017).

1.2. Нейрофизиологические исследования произвольной регуляции поведения.

В настоящее время подавляющая часть имеющихся сведений о функциональной организации мозга человека получены с помощью функциональной магниторезонансной томографии (фМРТ). Этот метод исследования отражает изменение уровня оксигенации крови (BOLD- blood oxygenation level-dependent), регистрирующей метаболическую активность и нуждается в сопоставлении с данными об электрической активности мозга, непосредственно связанной с нейронной активностью. Преимуществом электрофизиологических методов, в особенности, связанных с анализом ритмической электрической активности мозга, состоит в том, что они позволяют не только локализовать структурные компоненты, но и выявить особенности их взаимодействия во времени. Поэтому ЭЭГ-исследование осцилляторных сетей покоя, связанных с произвольной регуляцией поведения, представляется перспективным направлением, однако таких исследований на сегодняшний день недостаточно.

1.2.1. Осцилляторные сети мозга (сети покоя)

Основные работы по проблеме развития произвольной регуляции поведения и исполнительных функций в первые годы жизни проведены на стыке психологических исследований темперамента и нейронаук (Rothbart et

al., 2011; Posner et al., 2012); в результате сложились определенные представления о том, какие процессы происходят при этом в различных областях головного мозга. Чаще всего произвольную регуляцию связывают с работой структур головного мозга, локализованных в основном в передней части поясной извилины (anterior cingulate cortex, ACC), в медиальной (medial prefrontal cortex, MPFC), вентролатеральной (ventrolateral prefrontal cortex, VLPFC) и дорсолатеральной частях (dorsolateral prefrontal cortex, DLPFC) префронтальной коры и орбитофронтальной коре (orbitofrontal cortex, OFC) (Blair et al., 2005; Garon et al., 2008; Rothbart et al., 2011; Zelazo, 2015; Nigg, 2017; Friedman, Miyake, 2017). В исследованиях установлено, что к механизмам, обеспечивающих произвольную регуляцию относят также работу *осцилляторных сетей покоя*, resting state networks (Heatherton, Wagner, 2011; Rothbart et al., 2011; Posner et al., 2012).

На сегодняшний день хорошо исследована дефолт система мозга (default mode network, DMN), ключевыми структурами которой являются описанные выше области головного мозга - ACC, MPFC, задняя часть поясной извилины (posterior cingulate cortex, PCC), а также латеральная, медиальная, нижняя париетальная кора. Ее отличительной особенностью является максимальная активация в состоянии покоя (Raichle et al., 2001). Некоторые авторы предполагают, что DMN наиболее активна во время интроспективного (внутреннего) самоанализа человека, т.е. в процессе осознания своей личности, мыслей, действий, желаний и пр. (Gusnard et al., 2001). В то же время, другие исследователи считают, что DMN выполняет более значительную функцию, оказывая влияние на способность планировать на будущее, которая имеет существенное значение для повседневной деятельности человека (Raichle, 2015). Недавние исследования показали, что работа DMN также близко связана с исполнительными функциями (Gilbert et al., 2006, 2007; Weissman et al., 2006) и системой внутреннего подкрепления, reward processing (Luhmann et al., 2008).

В противоположность DMN, которую часто называют task negative

network, TNN, существует несколько сетей, активирующихся при выполнении заданий, требующих сосредоточения и концентрации внимания. Такие сети называют сетями активной деятельности, или task-positive network, TPN. К ним относятся сети, связанные с саморегуляцией поведения: сеть управляющего контроля (central executive network, CEN) и сеть выявления значимости (salience network, SN). Функции CEN, которую также называют сетью лобно-теменного контроля (fronto-parietal control network; Vincent et al., 2008), связывают с работой DLPFC и задней частью париетальной коры (Seeley et al., 2007; Пирадов и др., 2016); в то время как SN, встречающаяся в литературе под названием cinguloopercular network (Dosenbach et al., 2007), включает в свою структуру задний отдел передней части поясной извилины (dACC), переднюю островковую (AIns) и орбитофронтальную кору. Активность этих сетей коррелирует с экспериментальными оценками исполнительных функций (Seeley et al., 2007). Оптимальный баланс между функциями DMN и другими сетями покоя, связанными с пространственным вниманием и исполнительными функциями, играет значительную роль в умении успешно планировать свои действия, и, в конечном счете, оказывает влияние на регуляторные способности (Shannon et al., 2011).

Согласно Райхле (Raichle, 2015), на сегодняшний день внимание многих исследователей направлено на изучение особенностей баланса между DMN и TPN. Установлено, что DMN и TPN не только функционально противоположны (например, при активации DMN, TPN – неактивна, и наоборот), но и обнаруживают отрицательные корреляции (антикорреляции) в состоянии покоя (Fox et al., 2005). Несмотря на то, что со стороны некоторых авторов метод обработки данных, с использованием которого эти взаимосвязи были выявлены (регрессия глобального сигнала, усредненного по всем вокселям) был подвергнут критике, так как он предположительно мог искусственно создавать антикорреляции в фМРТ данных (Murphy et al., 2009), большинство исследователей считают, что этот метод позволяет

усилить обнаружение системно-специфических корреляций (Fox et al., 2009). Кроме этого, по результатам недавних исследований установлено, что антикорреляции между работой DMN и TPN могут быть обнаружены независимо от данного метода (Chai et al., 2012). Также обнаружено, что реципрокные связи между DMN и TPN соотносятся с их функциональной специфичностью, в связи с тем, что они изменяются при сопутствующей психопатологии (Chai et al., 2011; Hamilton et al., 2011; Marchetti et al., 2012; Knyazev et al., 2016) и с возрастом (Barber et al., 2013).

Изначально структура и функции сетей покоя были исследованы с помощью фМРТ. Однако, как отмечалось выше, этот метод исследования основан на регистрации оксигенации крови, что отражает метаболические процессы в головном мозге, и может быть связан с нейронной активностью только опосредованно (Debener et al., 2006). Поэтому использование электрофизиологических методов исследования, обладающих высоким временным разрешением, может верифицировать имеющиеся фМРТ данные, более полно исследовать структурно-функциональную организацию головного мозга и изучить психофизиологическую основу произвольной регуляции.

Результаты, полученные при МЭГ (de Pasquale et al., 2010; Liu et al., 2010; Brookes et al., 2011a,b, 2012a,b; Hall et al., 2013, 2014; Hipp et al., 2012; Luckhoo et al., 2012; Wens et al., 2014a,b; Hipp and Siegel, 2015) и ЭЭГ (Knyazev et al., 2016; Siems et al., 2016) исследованиях, позволяют заключить, что обнаруженные локализации сетей покоя сопоставимы с данными, полученными при фМРТ исследованиях. В связи с этим на основе имеющихся данных можно предположить, что основой работы сетей покоя являются различные электрофизиологические процессы, которые могут быть напрямую связаны с согласованной активностью нейронов в головном мозге. Помимо этого, установлено, что сети покоя связаны с определенными частотными диапазонами, функциональные корреляты которых достаточно исследованы, что является хорошей основой для дальнейшего изучения

временной динамики сетей покоя, что представляется невозможным в фМРТ исследованиях. В соответствии с литературой функциональные корреляты сетей покоя лучше всего выявляют в альфа- и бета-спектральных диапазонах (Brookes et al., 2011b; Knyazev et al., 2011, 2016; Wens et al., 2014b). Например, увеличение мощности альфа- и бета-осцилляций часто проявляется как коррелят активности DMN при объединенных фМРТ-ЭЭГ-исследованиях (Mantini et al., 2007; Ben Simon et al., 2008; Hlinka et al., 2010; Jann et al., 2009, 2010; Wu et al., 2010; Knyazev, 2013). В дополнение к этому, в мировой литературе неоднократно были зарегистрированы взаимосвязи между активностью в TPN и альфа/бета-осцилляциями (Ben-Simon et al., 2008; Sadaghiani et al., 2010, 2012; Brookes et al., 2012a; Luckhoo et al., 2012; Chen et al., 2013).

В основе большинства исследований, изучающих сети покоя, лежит исследование коннективности - взаимосвязи между структурными элементами; при этом изучают не только анатомические (структурная коннективность), но и функциональные связи (функциональная коннективность). Архитектура сетей покоя хорошо изучена у взрослых, однако на сегодняшний день ее формирование с развитием ребенка исследовано недостаточно. Установлено, что на протяжении всего детского и подросткового возраста усиливается интеграция внутри каждой сети покоя и сегрегация между ними (Vogel et al., 2010). Показано также, что показатели коннективности позволяют достаточно точно определить возраст ребенка. При этом степень ослабления коротких связей - связей, находящиеся в непосредственной близости от семени (предварительно выбранной зоны интереса), является наиболее информативным показателем. Так, например, у младенцев и детей раннего возраста была обнаружена наиболее слабая коннективность между MPFC и PCC DMN, т.н. передне-задние связи (длинные связи), а между MPFC и ACC DMN (короткие связи) – более сильная (Fair et al., 2007; de Bie et al., 2012; Wylie et al., 2014; Muetzel et al., 2016). Помимо этого, анализ структурной и функциональной коннективности

DMN показал, что связи между MPFC и PCC остаются самыми слабыми и у детей 7-9 лет (Supekar et al., 2009). В своем исследовании Вашингтон и ВанМетр (Washington, VanMeter 2015) установили, что характер усиления связей между MPFC и PCC DMN у детей с 6 лет до 25-летнего возраста можно сравнить с графиком квадратичной функцией. Помимо этого исследования, усиление коннективности у детей между ACC и PCC DMN также была обнаружена в исследованиях Сато в Бразилии (Sato et al., 2014) и Соль-Падуле в Испании (Sole'-Padulle и др., 2016). Схожие возрастные изменения (ослабление коротких связей, усиление длинных связей) можно наблюдать при исследовании систем контроля внимания (TPN), например в CEN и SN (Fransson et al., 2007; Sato et al., 2014; Gao et al., 2015). Следует отметить, что взаимосвязь между DMN и TPN также обнаруживает возрастные различия и особенности. Так, например, более сильные антикорреляции между DMN и TPN находят у взрослых, чем у детей 8-12 лет, к тому же величина этих антикорреляций положительно связана с показателем тормозного контроля, измеренного с помощью экспериментальных заданий по типу Go/No Go. Это может свидетельствовать о том, что за увеличением силы антикорреляций между DMN и TPN стоит развитие тормозного контроля (Barber et al., 2013).

Следует отметить, что все рассмотренные выше работы были проведены с помощью фМРТ. Анализ литературы, посвященной электрофизиологическим методам исследования, показал, что на сегодняшний день опубликовано ограниченное количество работ, посвященных изучению возрастных изменений в детском возрасте с помощью ЭЭГ. Одной из первых работ было исследование Тэтчера с коллегами, в котором с возрастом авторы наблюдали нарастание уровня когерентности между лобными и затылочными областями (Thatcher et al., 1987). В недавних кросс-секционных исследованиях обнаруживали нарастание коннективности (Smit et al., 2012; Bathelt et al., 2013; Michels et al., 2013), в то время как в лонгитюдинальном исследовании Борсма и коллег

(Voersma et al., 2011) наблюдали общее снижение функциональной коннективности у детей в возрасте 5-7 лет. Однако, эти работы не могут в явной степени быть сопоставимы с имеющими фМРТ данными и поэтому, проблема электрофизиологических коррелятов сетей покоя в детском возрасте нуждается в дальнейшем изучении.

1.3. Значение произвольной регуляции поведения в детстве для последующего развития

Данные многочисленных исследований позволяют утверждать, что произвольная регуляция поведения в детстве связана с важными результатами развития человека. Произвольная регуляция позволяет прогнозировать моральное развитие и совесть (Kochanska et al., 2000), социальную компетентность, эмпатию, низкий уровень агрессивности, физическое и психическое здоровье и материальное благополучие (Moffitt et al., 2011; Eisenberg, 2012; DeLisi, Vaughn, 2014). Низкий уровень произвольной регуляции и родственных ей свойств связан с большей частотой и тяжестью поведенческих проблем и рискованного поведения в подростковом возрасте, а также с неблагополучием во взрослом возрасте, включая зависимость от психоактивных веществ и преступность (Eisenberg, 2012; DeLisi, Vaughn, 2014). Результаты исследований позволяют утверждать, что раннее выявление дефицита произвольной регуляции имеет важное значение для создания программ профилактики и своевременной коррекции проблем саморегуляции, что является залогом благополучного развития детей и подростков, а также здоровья, благосостояния и безопасности всех членов общества в будущем.

1.3.1. Связь произвольной регуляции поведения с личностными чертами

Взаимосвязи между регуляторными способностями, проявляющимися с младенчества и развивающимися позднее личностными особенностями были продемонстрированы в многочисленных исследованиях (Eisenberg, 2014). Ахади и Ротбарт (Ahadi, Rothbart, 1994) отметили, что сознательность состоит из множества характеристик, связанных с произвольной регуляцией. Например, как сознательность, так и произвольная регуляция и родственные ей свойства отражают способность произвольно (сознательно) фокусировать внимание и не отвлекаться на посторонние стимулы при выполнении какой-либо задачи, а также подавлять при необходимости неуместное поведение. Кроме этого оба конструкта связаны со школьной успеваемостью, просоциальным поведением и межличностными отношениями (Abe, 2005; Jensen-Campbell, 2006; Jensen-Campbell, Malcolm, 2007).

В работе Ахади и Ротбарт (Rothbart, Ahadi, 1994) были найдены связи между произвольной регуляцией и уступчивостью. Дети с высоким уровнем произвольной регуляции способны лучше контролировать свои желания и эмоции, признавать свою неправоту, идти на компромиссы, конструктивно подходить к решению споров (Tobin et al., 2000; Jensen-Campbell, 2006). Связи уступчивости и регуляторных способностей были обнаружены и в экспериментальных исследованиях, где более высокие показатели уступчивости положительно коррелировали с результатами выполнения Струп-теста (Jensen-Campbell et al., 2002). Кроме этого, некоторые исследователи отмечают наличие взаимосвязи между произвольной регуляцией и личностной чертой нейротизм у детей более старшего возраста (Rothbart, Bates, 1998; Nigg, 2001).

1.3.2. Связь произвольной регуляции поведения с благополучием и психическим здоровьем

Многочисленные исследования подтверждают, что произвольная регуляция и ее компоненты являются одним из факторов защиты в отношении проблем психического здоровья и способствует просоциальному поведению (Muris P., Meesters, 2009; DeLisi, Vaughn, 2014). По данным лонгитюдинального исследования, охватившего 1000 детей от рождения до 32 лет, было установлено, что уровень произвольной регуляции поведения в раннем возрасте прогнозировал физическое здоровье, социальное и финансовое благополучие, зависимость от психоактивных веществ и преступность у взрослых (Moffitt et al., 2011). Согласно данному исследованию, дети с низкими показателями самоконтроля имели больше трудностей с планированием бюджета и распределением финансов во взрослом возрасте, испытывали сложности с накоплением средств и имели больше кредитов и долгов. Результаты исследования также выявили, что уровень саморегуляции может прогнозировать проблемы со здоровьем (например, заболевания сердечно-сосудистой системы, ожирение, заболевания, передающиеся половым путем и другие). Кроме этого, дети с низким уровнем саморегуляции в четыре раза чаще, чем дети, обладающие более высокими показателями произвольной регуляции, имели судимости во взрослом возрасте (Moffitt et al., 2011).

Низкий уровень произвольной регуляции поведения и ее компонентов также может в существенной степени прогнозировать развитие экстернальных проблем (Lengua, 2003; Rothbart, 2007; Honomichl, Donnellan, 2012). Значительный массив данных получен в исследованиях произвольной

регуляции при СДВГ (Martel, Nigg, 2006). Результаты продемонстрировали, что у детей, страдающих СДВГ, показатели произвольной регуляции и ее компонентов - тормозного контроля и внимания – были ниже, чем у нормально развивающихся детей (Muris, Ollendick, 2005; Martel, Nigg, 2006; Foley et al., 2008). Помимо этого, высокий уровень произвольной регуляции может являться фактором защиты от возникновения интернальных проблем, хотя и в меньшей степени, чем эстернальных: способность детей при необходимости переключать внимание и отвлекаться от плохих мыслей к более приятным положительно коррелирует с низким уровнем страха, тревоги и депрессии (Derryberry, Reed, 2002; Silk et al., 2003; Rothbart, Bates, 2006).

1.3.3. Связь произвольной регуляции поведения с образованием

Доказано, что хорошая успеваемость в школе является важным фактором, определяющим не только дальнейшие успехи в высших и средних специальных учебных учреждениях, но и возможности трудоустройства (Caspi et al., 1987). Поэтому взаимосвязь произвольной регуляции и успеваемости является предметом изучения многих исследователей из разных научных областей (Blair, Razza, 2007; McClelland et al., 2007; Valiente et al. 2010). Имеющиеся данные говорят о том, что между уровнем произвольной регуляции и успехами в обучении имеется отчетливая связь (Blair, Razza, 2007; Valiente et al. 2007; Valiente et al., 2008). По данным шестилетнего лонгитюдного исследования высокие показатели произвольной регуляции у детей в дошкольном возрасте положительно коррелировали с их хорошей успеваемостью в средних и старших классах школы (Valiente et al., 2011).

Предполагается, что произвольная регуляция оказывает влияние на школьную успеваемость посредством нескольких механизмов (Raver, 2002; Zhou, Main, 2010; Valiente et al. 2011). Во-первых, высокий уровень произвольной регуляции и ее компонентов *тормозный контроль* и *регуляция внимания* помогает детям фокусировать внимание на заданиях, не отвлекаться на отвлекающие стимулы и является одним из ключевых факторов успешного овладения такими навыками как чтение, письмо и математические способности (Blair, Razza, 2007; Posner, Rothbart, 2007, Duncan et al., 2007). Во-вторых, дети с высоким уровнем произвольной регуляции поведения более усидчивы на уроках и способны следовать инструкциям старших, что является залогом хороших отношений с учителями и сверстниками, а это также оказывает влияние на школьную успеваемость (Rothbart, Bates, 2006; Blair, Diamond, 2008; Valiente et al. 2008). В-третьих, установлено, что мотивационные механизмы также вносят существенный вклад в успеваемость: дети с высоким уровнем произвольной регуляции способны самостоятельно повышать и поддерживать мотивацию к учебе (Zimmerman, 1998; Rothbart, Jones, 1998; Meece et al., 2006). Благодаря этим механизмам произвольная регуляция поведения и ее компоненты в детском возрасте являются прогностическими факторами школьной успеваемости.

ГЛАВА 2. КОНТИНГЕНТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Организация исследования

Работа была одобрена Этическим комитетом НИИНМ. К участникам обращались через школы, дошкольные учреждения и непосредственно. Перед началом работы все родители дали информированное согласие на участие в эксперименте. Все дети выполняли экспериментальное исследование, родителям предлагали заполнить комплект опросников; затем у части детей была проведена запись ЭЭГ. По окончании исследования все дети получили подарки, а родители - вознаграждение в качестве благодарности за участие в эксперименте. Сбор данных осуществляли на базе ГБУЗ НСО «Городская поликлиника №14», МДОУ «Детский сад № 485», Социально-психологического центра «НИКА» и НИИНМ г. Новосибирска.

2.2. Характеристики выборки

Исследование охватило 202 ребенка (57% мальчиков) в возрасте от 5 до 12 лет (средний возраст – 8.4 ± 1.6), из них в ЭЭГ-исследовании приняли участие 52 ребенка (31 мальчик), средний возраст – 9.5 ± 0.6 лет. Для изучения возрастных особенностей выборка была разделена на 6 групп, из них в возрасте младше 7 лет – 17%, 7-8 лет – 19%, 8-9 лет – 19%, 9-10 лет – 15%, 10-11 лет – 18%, старше 11 лет – 12%. Большинство детей (79%) проживали в семьях с двумя родителями; 15% – с одним родителем (как правило, с матерью) и 5% – в сводных семьях (как правило, с матерью и

отчимом). Средний размер семьи - четыре человека, большинство детей имели одного или нескольких братьев и/или сестер. У 4% матерей и 5% отцов было среднее или неполное среднее образование, у 12% матерей и 20% отцов – среднее специальное образование, у 76% матерей и 65% отцов было высшее образование, 8% матерей и 10% отцов имели ученую степень. Около 21% родителей занимались ручным и неквалифицированным трудом, 43% матерей и 50% отцов – работой, требующей средней квалификации; 12% матерей и 34% отцов занимались высококвалифицированной и управленческой деятельностью. Менее 3% отцов и 17% матерей не имели постоянной работы.

Методы исследования

Для оценки произвольной регуляции у дошкольников использовали соответствующую шкалу наиболее краткой формы Опросника поведения в детстве (CBQ-VSF, Putnam, Rothbart, 2006; CBQ-VSF, Slobodskaya et al., 2017); у младших школьников применяли краткую версию шкалы произвольной регуляции поведения из Опросника темперамента в среднем детстве (TMCQ, Simonds, Rothbart, 2004; TMCQ, Kornienko et al., 2017). Для оценки личностных черт применяли валидизированную краткую форму Списка индивидуальных особенностей ребенка (ICID-S, Slobodskaya, Zupančič, 2010). Для оценки психического здоровья детей использовали валидизированный Опросник сильные стороны и трудности (SDQ, Goodman et al., 2005). Помимо этого, родители заполняли социально-демографическую анкету. Большинство данных предоставили матери (75%), 22% – отцы, 3% – остальные близкие ребенку взрослые.

Экспериментальное исследование проводили в тихой хорошо освещенной комнате, в которой находились ребенок и экспериментатор;

родители заполняли опросники в коридоре. Большая часть экспериментов была записана на видеокамеру. Детям было предложено выполнить модифицированную компьютерную версию теста «Размер животного» (Szűcs et al., 2009), а также другие тесты, не имеющие отношения к данному исследованию. Длительность теста «Размер животного» составила около 15 минут.

В исследовании использовали разработанную для детей модификацию классического Струп-теста «Размер животного» (Szűcs et al., 2009). Задание предъявляли в виде компьютерной игры, используя программу Inquisit (Millisecond Software). При этом на экране монитора появлялись изображения животных (тигр, слон, заяц, бабочка и божья коровка). В каждом предъявлении животные были изображены попарно на белом фоне (одно животное с правой, другое - с левой стороны экрана). В конгруэнтных случаях большое животное было изображено большим, а маленькое – маленьким (например, большой тигр и маленькая бабочка, рис. 1А); в неконгруэнтных случаях большое животное было изображено маленьким, а маленькое – большим (например, большая бабочка и маленький тигр, рис. 1Б). Использовали двенадцать различных стимулов, каждый из которых предъявляли пять раз. Таким образом, эксперимент состоял из 60 стимулов (30 конгруэнтных и 30 неконгруэнтных), которые предъявляли в случайном порядке.



Рис. 1. Пример стимула из теста «Размер животного». **А** – конгруэнтный. **Б** – неконгруэнтный.

Участникам было предложено выбрать то животное, размер которого в реальной жизни больше, нажимая соответствующую кнопку на клавиатуре (справа или слева). Перед началом теста экспериментатор задавал контрольный вопрос, чтобы убедиться в том, что ребенок правильно понял задание (например, *если на картинке будет изображен маленький слон и большая бабочка, какое животное ты выберешь?*). В случае неверного выбора, экспериментатор объяснял задание еще раз. Если ребенок отвечал верно, то он приступал к выполнению теста. Каждая попытка начиналась с появления в центре экрана фиксационного знака (в нашем случае – изображения глаза) на 500-900 мс для того, чтобы испытуемый мог подготовиться к следующему предъявлению. После этого появлялся стимул, который исчезал с экрана после того как ребенок нажимал на кнопку. Далее следовала пауза (blank period) длительностью от 3000 до 4000 мс (рис.2).

500 – 900



3000-



Рис. 2. Схема предъявления теста.

2.3. ЭЭГ – исследование.

Во время записи ЭЭГ участники эксперимента находились в слабоосвещенной звукоизолированной комнате, детей просили как можно меньше двигаться и моргать. Процедура исследования состояла из двенадцати чередующихся одноминутных записей ЭЭГ (6 минут с закрытыми глазами, 6 минут с открытыми глазами). Во время записи ЭЭГ с открытыми глазами, детям предлагали смотреть на пустой экран компьютера, который располагался на расстоянии 120 см от ребенка. После регистрации фоновой ЭЭГ, дети выполняли дальнейшие экспериментальные задания, не вошедшие в данную работу. Запись ЭЭГ проводили с помощью установки «Brain Products» (Германия) с использованием шапочки Easycap соответствующего размера с 64 электродами, вмонтированными по системе 10-10. Аналоговый сигнал усиливали с помощью многоканального усилителя биопотенциалов с полосой пропускания 0.1 - 100 Гц и превращали в цифровой с частотой дискретизации 1000 Гц. Точные координаты электродов и трех референтных точек (nasion, preauricular) определяли с помощью дигитайзера FASTRAK (Polhemus). В качестве референта использовали Cz электрод, который располагался на верхушке черепа (вертекс), заземляющий электрод располагался в центре лба. Импеданс электродов поддерживался на

уровне не выше 5 кОм. Одновременно с регистрацией ЭЭГ производилась запись окулограммы, которую впоследствии использовали для удаления глазодвигательных артефактов. Оставшиеся артефакты удаляли с помощью анализа независимых компонент с использованием пакета EEGLAB. Количество удаленных компонент не коррелировало с оценками произвольной регуляции поведения.

2.4. Инструменты

2.4.1. Социально-экономическое положение

Оценивали следующие показатели: 1) пол; 2) возраст; 3) состав семьи: а) мать, б) мачеха, в) отец, г) отчим, д) братья/сестры; 4) образование родителей: а) среднее, б) среднее специальное, в) высшее, г) ученая степень; 5) профессиональный статус родителей: а) безработные и домохозяйки, б) ручной и малоквалифицированный труд, в) труд средней квалификации, г) высококвалифицированная и управленческая деятельность; Показатель 1 кодировали дихотомически (0 – мужской, 1 - женский); показатели 4 и 5 выражали в баллах.

2.4.2. Произвольная регуляция поведения

Для оценивания произвольной регуляции поведения применяли валидизированные шкалы родительских опросников, разработанных Ротбарт с коллегами. Для дошкольников применяли шкалу произвольной регуляции наиболее краткой формы Опросника поведения в детстве (CBQ-VSF,

Putnam, Rothbart, 2006; русскоязычная версия: Slobodskaya et al., 2017), включающую четыре компонента: Тормозный контроль, Устойчивость внимания, Сенсорную чувствительность и Удовольствие низкой интенсивности. Для младших школьников применяли краткую версию шкалы произвольной регуляции поведения Опросника темперамента в среднем детстве (TMCQ, Simonds, Rothbart, 2004; русскоязычная версия: Kornienko et al., 2017), включающую три компонента: Регуляция активности, Тормозный контроль и Устойчивость внимания. Респонденты отмечали, насколько хорошо каждое утверждение описывает ребенка за последние полгода, по 7-балльной шкале от 1 – «совершенно неверно» до 7 – «совершенно верно». В настоящем исследовании коэффициенты внутренней согласованности (альфа Кронбаха) шкалы произвольной регуляции составили 0.77 у дошкольников и 0.80 у младших школьников. Коэффициенты внутренней согласованности компонентов произвольной регуляции поведения у дошкольников варьировали от 0.43 до 0.79, у младших школьников – от 0.39 до 0.83.

2.4.3. Личностные особенности

Личностные особенности ребенка оценивали при помощи краткой формы Списка индивидуальных особенностей ребенка (ISID-S, Slobodskaya, Zupančič, 2010), состоящей из 62 утверждений, с помощью которых оценивают 15 личностных черт в рамках пятифакторной модели (экстраверсия, нейротизм, уступчивость, сознательность и открытость). Респонденты отмечали, насколько точно каждое утверждение описывает ребенка в сравнении с другими детьми такого же возраста, по 7-балльной шкале 1 – «намного меньше, чем другие» до 7 – «намного больше, чем другие». Шкала экстраверсии состояла из активности, общительности и

положительных эмоций. Шкала неуступчивости состояла из упрямства, антагонизма и сочувствия. Шкала сознательности состояла из ориентации на достижения, организованности, покладистости и отвлекаемости. Шкала нейротизма состояла из боязливости, застенчивости и негативных эмоций. Шкала открытости состояла из открытости опыту и интеллекта/обучаемости. Коэффициенты внутренней согласованности шкал Большой пятерки в настоящем исследовании варьировали от 0.79 до 0.90 при среднем значении 0.66; коэффициенты внутренней согласованности шкал среднего уровня варьировали от 0.72 до 0.88 при среднем значении 0.80.

2.4.4. Психическое здоровье

Для оценивания психического здоровья использовали *Опросник «Сильные стороны и трудности»* (SDQ, Goodman et al., 2001) для родителей, содержащий 25 утверждений о распространенных эмоциональных (интернальных) и поведенческих (экстернальных) проблемах и положительных свойствах ребенка. Русскоязычная версия SDQ была адаптирована и валидизирована на рандомизированной стратифицированной выборке школьников (Goodman et al., 2005). Родители отмечают, насколько каждое утверждение соответствует поведению ребенка за последние шесть месяцев, по трехбалльной шкале: 0 – «неверно», 1 - «отчасти верно» или 2 – «верно». Утверждения равномерно распределяются по пяти подшкалам: просоциальное поведение, эмоциональные симптомы, проблемы с поведением, гиперактивность/ невнимательность и проблемы со сверстниками; сумма последних четырех подшкал составляет общее число проблем ($\alpha = 0.82$). Коэффициенты внутренней согласованности подшкал в настоящей работе колебались от 0.58 до 0.77 со средним значением 0.66. Шкала экстернальных проблем ($\alpha = 0.81$) включала проблемы с поведением и

гиперактивность/невнимательность, шкала интернальных проблем ($\alpha = 0.74$) включала эмоциональные симптомы и проблемы со сверстниками.

2.5. Статистический анализ данных

2.5.1. Обработка экспериментальных данных

С помощью программы Inquisit (Millisecond Software) регистрировали правильность ответа и время реакции в каждом предъявлении. Время реакции (ВР) соответствовало интервалу в мс между появлением стимула на экране и ответом ребенка. В соответствии с предшествующими исследованиями у каждого участника из дальнейшего анализа исключали выбросы: ВР короче 350 мс и длиннее двух стандартных отклонений от среднего арифметического (Kindt, Brosschot, 1999; Assef et al. 2007). После удаления выбросов с помощью программы Matlab вычисляли среднее ВР, его стандартное отклонение (СОВР) и процент правильных ответов в целом и отдельно для конгруэнтных и неконгруэнтных стимулов. Кроме этого вычисляли два показателя интерференции: 1) величина интерференции (ВИ) - разность между средним ВР на неконгруэнтные и конгруэнтные стимулы; 2) индекс интерференции (ИИ,%) – частное от деления ВИ на среднее ВР на конгруэнтные стимулы $\times 100$. Более низкие показатели соответствовали лучшим результатам.

2.5.2. Статистический анализ

Статистический анализ проводили в программе SPSS 22. Надежность шкал, измеряющих показатели произвольной регуляции поведения,

личностных особенностей, а также показатели психического здоровья, определяли с помощью коэффициента внутренней согласованности альфа Кронбаха (α).

Для оценки Струп-эффекта и вклада возраста и пола в показатели теста «Размер животного» были проведены две серии дисперсионного анализа ANOVA (общих линейных моделей). В первой серии внутригрупповым фактором был вид стимула (конгруэнтный/неконгруэнтный), межгрупповыми факторами - шесть возрастных групп (до 7 лет – 17%, 7-8 лет – 19%, 8-9 лет – 19%, 9-10 лет -15%, 10-11 лет -18% и старше 11 лет) и пол (мальчики и девочки); результирующими переменными были правильность ответов, среднее ВР и его СОВР. Во второй серии ANOVA оценивали вклад возраста и пола в показатели интерференции. Величину эффекта оценивали с помощью η^2 (%), этот показатель оценивает долю разнообразия признака, обусловленную данным фактором. Согласно критериям Коэна (Cohen, 1988), эффекты, объяснявшие 1% - 5.8% разнообразия, считали небольшими, эффекты, объяснявшие 5,9% - 13.9% разнообразия – умеренными, а эффекты, объяснявшие более 14% – существенными.

Взаимосвязи показателей теста «Размер животного» (правильность ответов, среднее ВР, СОВР, ВИ и ИИ) с показателями произвольной регуляции поведения, личностных особенностей и психического здоровья по данным опросников изучали при помощи корреляционного анализа. Помимо этого, методом множественной иерархической пошаговой регрессии оценивали общую прогностическую значимость возраста, пола и психометрических показателей в отношении результатов теста «Размер животного» с помощью коэффициента множественной детерминации R^2 , независимый вклад каждого предиктора оценивали с помощью стандартизованного регрессионного коэффициента β . В регрессионном анализе первым блоком вводили пол и возраст ребенка, а вторым блоком – показатели произвольной регуляции, личностных черт и проблем поведения

по данным родительских опросников. Анализы проводили со шкалами высшего и среднего уровня.

2.6. Анализ ЭЭГ-данных

2.6.1. Удаление артефактов

Были удалены сверхмедленные и быстрые колебания с использованием фильтрации в диапазоне от 1 до 45 Гц, а также «шумящие» артефактные каналы с помощью функции автоматической детекции под зрительным контролем в программе EEGLAB toolbox (<http://www.sccn.ucsd.edu/eeglab/>). Далее для удаления артефактов движения глаз, сердечной деятельности и сокращения мышц применялась процедура анализа независимых компонент (АНК; Independent component analysis – ICA). Анализ независимых компонент представляет собой алгоритм слепой декомпозиции сигнала на статистически независимые источники (Bell et al., 1995; McKeown et al., 1998; Boly et al., 2008).

2.6.2. Фильтрация ЭЭГ-ритмов в частотные диапазоны

После удаления артефактов с помощью анализа независимых компонент данные фильтровали в спектральных диапазонах стандартных ЭЭГ-ритмов (Mantini et al., 2011; O'Neill et al., 2015). Поскольку частотный состав ЭЭГ изменяется с возрастом и у детей по сравнению с взрослыми сдвинуто в низкочастотную область (Klimesch, 1999, Niedermeyer and Da Silva, 2004), частотные диапазоны определяли относительно индивидуальной частоты альфа-пика (Doppelmaier et al., 1998), с использованием методов,

описанных Лансбергенем с коллегами (Lansbergen et al. 2011): $1-0.4 * \text{ИПЧА}$, $0.4 * \text{ИПЧА}$ $-0.8 * \text{ИПЧА}$, $0.8 * \text{ИПЧА}$ $-1.2 * \text{ИПЧА}$, $1.2 * \text{ИПЧА}$ -25 и 25-45 Гц для дельта, тета, альфа, бета, и гамма-ритмов, соответственно. Данные ЭЭГ были отфильтрованы с использованием фильтра Баттерворта и с помощью функции определения фильтров Matlab.

2.6.3. Локализация источников данных с помощью метода пространственной фильтрации (Beamforming)

Следующий этап анализа данных после фильтрации - локализацию источников данных - осуществляли с помощью метода пространственной фильтрации. Для снижения погрешностей, связанных с разными размерами и формой черепа у детей различного возраста, для построения модели головы методом граничных элементов (boundary element head model, Fuchs et al., 2001) использовали возраст-специфичные усредненные МРТ (<http://jerlab.psych.sc.edu/NeurodevelopmentalMRIDatabase/>) для детей от 6 до 10 лет с интервалом в 0.5 года из международной базы (Richards et al., 2016). Корегистрацию с МРТ моделями производили с использованием программного обеспечения SPM-12 (<http://www.fil.ion.ucl.ac.uk/spm/>) на основе замеренных координат электродов и референтных точек на черепе. Для пространственной фильтрации данных применяли метод минимальной дисперсии с линейными ограничениями (linearly constrained minimum variance, van Veen, et al., 1997) в программе SPM 12, который минимизирует дисперсию на выходе фильтра. Полученные в результате пространственной фильтрации четырехмерные пространственно-временные матрицы были нормализованы, чтобы соответствовать стандартному мозгу, для проведения дальнейших анализов.

2.6.4. Построение карт коннективности

Коррекция утечки сигнала, возникающей вследствие плохого пространственного разрешения метода локализации источников, проводили с помощью метода ортогонализации (Brookes et al., 2012b; Hipp et al., 2012). После коррекции утечки сигнала с использованием трансформации Гилберта, рассчитывали огибающую сигнала (envelope), которая после снижения частоты оцифровки до 1 сек. использовали для построения карт коннективности (Brookes et al., 2011b).

Один из методов изучения сетей покоя – это построение карт коннективности на основе предварительно выбранной точки мозга – семени (seed, Brookes et al., 2011b). Локализацию семени в нашей работе определяли в соответствии с данными предыдущих фМРТ исследований. В частности мы помещали семя в три области, отражающие месторасположение основных структур сетей покоя: для DMN – в медиальную префронтальную кору (с координатами по фМРТ - 1, 49, 2); для SEN - в правую дорсолатеральную префронтальную кору (44, 36, 20) и для SN – в область правой островковой коры (36, 24, 6) (Fox et al., 2005; Seeley et al., 2007). Затем были рассчитаны корреляции Пирсона между временным ходом активности в этой точке и во всех остальных вокселях мозга. Далее с помощью z-трансформации Фишера нормализовывали распределения коэффициентов корреляции, выполняли Гауссовское сглаживание карт коннективности с полушириной (FWHM) равной 8 мм и полученные таким образом карты коннективности использовали для дальнейшего статистического анализа второго уровня в программе SPM-12.

2.6.5. Статистический анализ

На первом этапе анализа для выявления статистически значимых связей был применен одновыборочный Т-тест. Поправка на множественные сравнения проводилась в два этапа – сначала на уровне каждого вокселя ($p < 0.001$), затем на уровне кластера (family-wise error corrected $p < 0.05$). Для сравнения топографии полученных карт коннективности с топографией известных сетей покоя были использованы находящиеся в свободном доступе маски этих сетей (Smith et al., 2009). Далее рассчитывали пространственные корреляции между полученной в результате Т-теста картой достоверных вокселей и маской соответствующей сети. Для оценки разницы показателей коннективности внутри и вне сети рассчитывали индекс функциональной специализации сетей. Дальнейший статистический анализ в пакете SPM-12 методом регрессии оценок произвольной регуляции на карты антикорреляций.

ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ

3.1. Струп-эффект

В таблице 1 представлены показатели теста «Размер животного» в зависимости от возраста ребенка и вида стимула (конгруэнтный/неконгруэнтный). Результаты дисперсионного анализа ANOVA показали, что статистически достоверный Струп-эффект наблюдался как в отношении среднего ВР, $F(1, 186) = 31.55, p < .001$, так и в отношении количества правильных ответов, $F(1, 186) = 5.63, p = 0.019$. Как видно из таблицы, участники исследования правильнее и быстрее выполняли задания с конгруэнтными стимулами, чем с неконгруэнтными. Величина эффекта в отношении правильности выполнения заданий была небольшой ($\eta^2 = 2.9\%$), а в отношении среднего ВР – существенной ($\eta^2 = 14.5\%$). В отношении СОВР Струп-эффект был недостоверным, как и взаимодействия вида стимула с полом и возрастом.

3.2. Эффекты возраста и пола

Статистически достоверные возрастные эффекты были обнаружены относительно трех показателей: правильности ответов, $F(5, 201) = 3.54, p = 0.004, \eta^2 = 8.3\%$; среднего ВР, $F(5, 197) = 11.27, p < 0.001, \eta^2 = 22.7\%$, и СОВР, $F(5, 197) = 7.74, p < 0.001, \eta^2 = 16.8\%$. С возрастом у детей значительно улучшалась правильность ответов и уменьшалось среднее ВР (табл. 1). В конгруэнтных пробах доля правильных ответов существенно возрастала, начиная с 10-летнего возраста; в неконгруэнтных пробах дети младшего школьного возраста (7-11 лет) отвечали правильнее, чем

дошкольники. Как в конгруэнтных, так и в неконгруэнтных пробах дошкольники отвечали значительно медленнее, чем дети младшего школьного возраста; дети двух старших возрастных групп (10-12 лет) отвечали значительно быстрее, чем младшие. Возрастные различия СОВР имели сходный характер: у младших детей вариативность ответов была больше, чем у старших. Эффекты возраста в отношении правильности выполнения заданий, среднего ВР и его СОВР были умеренными или существенными. Возрастных различий по показателям интерференции не выявлено; показатели теста «Размер животного» у мальчиков и девочек не различались; взаимодействия пола и возраста также были недостоверны.

Таблица 1. Описательная статистика показателей теста «Размер животного» в зависимости от возраста и вида стимула

Показатели	Возрастная группа					
	5-6	7	8	9	10	11-12
<i>ПО, % (конгруэнтные)</i>						
среднее	92.69 _a	95.84 _a	97.29 _a	92.00 _a	99.33 _b	99.88 _b
SD	19.87	10.48	9.03	22.13	2.47	0.61
<i>ПО, % (неконгруэнтные)</i>						
среднее	84.13 _a	92.83 _b	92.87 _b	93.27 _b	97.56 _b	97.96 _b
SD	26.21	13.95	18.77	20.22	4.44	3.42
<i>СВР (конгруэнтные)</i>						
среднее	1600.21 _a	1165.30 _b	1231.44 _b	1149.68 _b	775.72 _c	721.68 _c
SD	908.69	464.56	489.29	609.22	229.24	205.87
<i>СВР (неконгруэнтные)</i>						
среднее	1660.95 _a	1274.23 _b	1348.06 _b	1199.04 _b	849.36 _c	785.93 _c
SD	824.11	521.34	562.15	598.69	227.43	184.78
<i>СОВР (конгруэнтные)</i>						
среднее	624.08 _a	404.61 _b	404.92 _b	353.76 _{bc}	203.76 _c	187.54 _c
SD	658.20	308.70	243.47	307.36	118.63	118.88
<i>СОВР (неконгруэнтные)</i>						
среднее	623.57 _a	392.75 _b	423.22 _b	345.83 _{bc}	189.73 _c	189.30 _c
SD	604.53	292.02	296.20	283.32	90.71	106.84
<i>ВИ</i>						
среднее	60.73	108.92	116.92	49.36	73.64	64.25
SD	319.58	133.35	167.11	238.63	48.94	68.46
<i>ИИ, %</i>						
среднее	8.03	9.84	9.27	6.83	10.36	10.14
SD	16.54	9.21	10.58	15.22	6.45	8.39

ПО - правильность ответов, СВР – среднее время реакции, СОВР - стандартное отклонение времени реакции, ВИ - величина интерференции, ИИ - индекс интерференции.

Средние значения в строках с одинаковым индексом достоверно не различаются в соответствии с попарными сравнениями ($p < .05$).

3.3. Связь показателей теста «Размер животного» и произвольной регуляции поведения

В таблице 2 приведены коэффициенты корреляции Пирсона между показателями теста «Размер животного» (правильность ответов, среднее ВР, СОВР для неконгруэнтных стимулов, величина интерференции, индекс интерференции) и психометрическими показателями произвольной регуляцией поведения. Поскольку три показателя теста существенно коррелировали с возрастом ребенка (правильность выполнения заданий, $r = .25$; среднее ВР, $r = -.45$; СОВР, $r = -.38$, все $p < .001$), мы подсчитали также частные корреляции под контролем возраста. Как видно из таблицы, среднее ВР и СОВР отрицательно коррелировали с произвольной регуляцией поведения и ее компонентами – устойчивостью внимания, тормозным контролем и регуляцией активности. В то же время правильность выполнения заданий и оба показателя интерференции не обнаружили достоверной связи с результатами теста.

Таблица 2. Корреляции показателей теста «Размер животного» с произвольной регуляцией

	ПО	СВР	СОВР	ВИ	ИИ
Произвольная регуляция	-.03	-.17*	-.20**	.01	.04
	(-.02)	(-.20**)	(-.22**)	(.01)	(.04)
Устойчивость внимания	-.03	-.14*	-.17*	.08	.11
	(-.03)	(-.17*)	(-.19**)	(.08)	(.11)
Тормозный контроль	.03	-.16*	-.25***	.04	.02
	(.02)	(-.15*)	(-.25***)	(.04)	(.02)
Сенсорная чувствительность	.10	.05	.05	-.08	-.09
	(.10)	(.05)	(.06)	(-.08)	(-.09)
Удовольствие низкой интенсивности	-.08	.00	-.03	-.07	-.16
	(-.06)	(-.05)	(-.06)	(-.08)	(-.16)
Регуляция активности	-.07	-.17*	-.19*	-.04	.07
	(-.06)	(-.20**)	(-.21**)	(-.04)	(.07)

ПО - правильность ответов, СВР - среднее время реакции, СОВР - стандартное отклонение времени реакции, ВИ - величина интерференции, ИИ - индекс интерференции.

В скобках приведены частные корреляции под контролем возраста.

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < 001$.

3.4. Связь показателей теста «Размер животного» с личностными чертами

В таблицах 3 и 4 приведены коэффициенты корреляции Пирсона и частные корреляции под контролем возраста между показателями теста «Размер животного» и личностными чертами по данным родительского опросника ISID-S. Анализ показал, что правильность ответов была положительно связана с сознательностью и коррелировала с двумя чертами, входящими в этот фактор: с организованностью – положительно, а с отвлекаемостью - отрицательно. Кроме этого, правильность ответов была положительно связана с чертой интеллект/обучаемость, однако при учете возраста ребенка эта связь перестала быть достоверной.

Достоверные отрицательные корреляции ВР с сознательностью и входящую в нее черту уступчивость были обнаружены только под контролем возраста, как и положительные взаимосвязи с нейротизмом и входящей в этот фактор чертой отрицательные эмоции. СОВР отрицательно коррелировало с сознательностью и со всеми ее подшкалами. Помимо этого, СОВР положительно коррелировало с антагонизмом, а под контролем возраста – с отрицательными эмоциями. Индекс интерференции отрицательно коррелировал с чертой антагонизм; достоверных корреляций показателей интерференции с личностными чертами домена сознательности не было выявлено. В ходе анализа также не было обнаружено связей между показателями теста и личностным доменом экстраверсии.

Таблица 3. Корреляции показателей теста «Размер животного» с сознательностью

	ПО	СВР	СОВР	ВИ	ИИ
Сознательность	.14*	-.13	-.20**	.05	.08
	(.16*)	(-.16*)	(-.23**)	(.05)	(.09)
Ориентированность на достижения	.08	-.09	-.17*	.05	.05
	(.09)	(-.13)	(-.21**)	(.05)	(.05)
Организованность	.18**	-.13	-.19**	.05	.08
	(.19**)	(-.13)	(-.20**)	(.05)	(.07)
Отвлекаемость	-.15*	.11	.16*	-.05	-.10
	(-.17*)	(.14)	(.20**)	(-.05)	(-.10)
Покладистость	.07	-.12	-.16*	.04	.06
	(.08)	(-.14*)	(-.18*)	(.04)	(.07)

ПО - правильность ответов, СВР - среднее время реакции, СОВР - стандартное отклонение времени реакции, ВИ - величина интерференции, ИИ - индекс интерференции. В скобках приведены частные корреляции под контролем возраста. * $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$.

Таблица 4. Корреляции показателей теста «Размер животного» с личностными чертами

	ПО	СВР	СОВР	ВИ	ИИ
Экстраверсия	.01 (.00)	.02 (.00)	.02 (.01)	.08 (-.08)	-.10 (-.10)
Активность	.00 (.05)	.05 (.03)	.09 (.07)	.10 (-.10)	.11 (-.11)
Общительность	-.03 (-.07)	.02 (.04)	.01 (.03)	-.09 (-.09)	.09 (-.10)
Положительные эмоции	.04 (.02)	-.04 (-.06)	-.06 (-.08)	.02 (.02)	-.00 (.00)
Неуступчивость	-.01 (-.03)	.08 (.11)	.10 (.13)	-.08 (-.08)	.10 (-.10)
Упрямство	-.00 (-.02)	.02 (.05)	.04 (.06)	.03 (-.03)	-.02 (-.02)
Антагонизм	-.04 (-.04)	.13 (.14)	.14* (.15*)	-.13 (-.13)	-.16 (-.16*)
Сочувствие	-.02 (.01)	-.04 (-.09)	-.06 (-.09)	.04 (.04)	.04 (.05)
Сознательность	.14* (.22**)	-.13 (-.16*)	-.20** (-.23**)	.05 (.05)	-.08 (.09)
Ориентированность на достижения	.08 (.17*)	-.09 (-.13)	-.17* (-.21**)	.05 (.05)	.05 (.05)
Организованность	.18** (.22**)	-.13 (-.13)	-.19** (-.20**)	.05 (.05)	.07 (.07)
Отвлекаемость	-.15* (-.23**)	.11 (.14*)	.16* (.20**)	-.05 (-.05)	-.10 (-.10)
Покладистость	.07 (.13)	-.12 (-.15*)	-.16* (-.19**)	.04 (.04)	.06 (.07)
Нейротизм	.03 (.00)	.13 (.14)	.13 (.13*)	-.07 (-.07)	-.08 (-.08)
Боязливость	.00 (-.02)	.08 (.05)	.09 (.06)	-.02 (-.02)	.00 (.01)
Застенчивость	.13 (.12)	.08 (.10)	.06 (.08)	-.03 (-.03)	-.05 (-.05)
Негативные эмоции	-.04 (-.08)	.13 (.15*)	.13 (.15*)	-.10 (-.10)	-.11 (-.11)
Открытость	.13 (.16*)	-.08 (-.07)	-.09 (-.08)	-.11 (-.11)	-.11 (-.11)
Интеллект	.15* (.16*)	-.12 (-.09)	-.14 (-.11)	-.14 (-.13)	-.12 (-.13)
Открытость опыту	.06 (.11)	.00 (-.03)	-.01 (-.02)	-.04 (-.04)	-.07 (-.07)

ПО - правильность ответов, СВР - среднее время реакции, СОВР - стандартное отклонение времени реакции, ВИ - величина интерференции, ИИ - индекс интерференции. В скобках приведены частные корреляции под контролем возраста. * $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < 001$.

3.5. Связь показателей теста «Размер животного» с психическим здоровьем

В таблице 5 представлены парные корреляции Пирсона и частные корреляции под контролем возраста между показателями теста «Размер животного» и шкалами SDQ. Правильность ответов была отрицательно связана с гиперактивностью/невнимательностью. Среднее ВР положительно коррелировало с общим числом проблем, экстернальными проблемами и гиперактивностью/невнимательностью. Под контролем возраста положительная связь ВР с проблемами поведения стала статистически достоверной, в то время как связь ВР с гиперактивностью/невнимательностью утратила статистическую значимость. СОВР положительно коррелировало с общим числом проблем, экстернальными проблемами и гиперактивностью/невнимательностью. Под контролем возраста стали статистически достоверными положительные корреляции СОВР с проблемами поведения, интернальными проблемами и эмоциональными симптомами. Индекс интерференции был отрицательно связан с проблемами поведения, значимых корреляций между величиной интерференции и распространенной психопатологией не обнаружено.

Таблица 5. Корреляции показателей теста «Размер животного» и психопатологией

	ПО	СВР	СОВР	ВИ	ИИ
Экстернальные проблемы	-.07	.15*	.19**	-.04	-.11
	(-.07)	(.16*)	(.20**)	(-.05)	(-.11)
Проблемы с поведением	.06	.11	.13	-.10	-.14*
	(.06)	(.14*)	(.16*)	(-.09)	(-.14*)
Гиперактивность/невнимательность	-.16*	.15*	.20**	.00	-.07
	(-.14*)	(.14)	(.19**)	(-.00)	(-.07)
Интернальные проблемы	.00	.11	.13	.00	-.06
	(-.00)	(.14)	(.14*)	(.00)	(-.06)
Эмоциональные симптомы	.05	.12	.11	-.04	-.09
	(-.00)	(.14)	(.14*)	(.00)	(-.06)
Проблемы со сверстниками	-.05	.08	.11	.05	-.01
	(-.06)	(.11)	(.13)	(.05)	(-.01)
Общее число проблем	-.05	.16*	.20**	-.03	-.11
	(-.05)	(.18*)	(.21**)	(-.03)	(-.11)

ПО - правильность ответов, СВР - среднее время реакции, СОВР - стандартное отклонение времени реакции, ВИ - величина интерференции, ИИ - индекс интерференции.

В скобках приведены частные корреляции под контролем возраста.

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$.

3.6. Регрессионный анализ

В таблице 6 приведены результаты множественного регрессионного анализа, отражающие прогностическую значимость возраста, пола, психометрических показателей произвольной регуляции и психического здоровья на показатели теста «Размер животного». Анализ показал, что возраст ребенка вносит самостоятельный вклад в такие показатели как правильность ответов, среднее ВР и СОВР. Сознательность и входящая в нее черта организованность позволяли прогнозировать правильность ответов ($p < .05$, $p < .01$, соответственно). Произвольная регуляция была предиктором среднего ВР и определяла около 3% вариации. На уровне компонентов достоверным предиктором ВР была устойчивость внимания. Сознательность была достоверным предиктором СОВР, определяя 4.6% вариации. На уровне компонентов достоверным предиктором СОВР был тормозный контроль. Регуляторные черты не вносили вклада в прогноз показателей интерференции.

Таблица 6. Результаты регрессионного анализа, отражающие прогностическую значимость возраста и шкал высшего и среднего уровня на показатели теста «Размер животного».

результат	Блок	Предикторы	<i>R</i>	Adj. <i>R</i> ²	ΔF	<i>df</i>	β^a
ПО							
Шкала высшего уровня	1	Возраст	.25	.05	6.71**	2,199	.26***
	2	Сознательность	.29	.07	4.97*	1,198	.15*
Шкала среднего уровня	1	Возраст	.25	.05	6.71**	2,199	.25***
	2	Организованность	.31	.08	7.01**	1,198	.18**
СВР							
Шкала высшего уровня	1	Возраст	.45	.19	24.22***	2,194	-.44***
	2	Произвольная регуляция	.48	.22	7.75**	1,193	-.18**
Шкала среднего уровня	1	Возраст	.45	.19	24.14***	2,193	-.44***
	2	Устойчивость внимания	.48	.21	5.64*	1,192	-.15*
СОВР							
Шкала высшего уровня	1	Возраст	.38	.14	16.31***	2,194	-.38***
	2	Сознательность	.44	.18	10.84**	1,193	-.22**
Шкала среднего уровня	1	Возраст	.38	.14	16.26***	2,193	-.36***
	2	Тормозный контроль	.44	.18	12.509***	1,160	-.23***
	1		.05	.00	.26	2,195	
ИИ							
	2	Антагонизм	.17	.01	4.93*	1,194	-.16*

ПО - правильность ответов, СВР – среднее время реакции, СОВР - стандартное отклонение времени реакции, ИИ - индекс интерференции

3.7. Результаты ЭЭГ- данных

3.7.1. Предварительный анализ

Поскольку DMN и TPN находятся друг с другом в реципрокных отношениях, и сила их антикорреляции является важным показателем развития (Barber et al., 2013), оценивали баланс DMN и TPN. Для этого рассчитывали разностные карты коннективности DMN – SEN и DMN - SN у каждого ребенка отдельно. Для оценки степени интегрированности сетей у каждого испытуемого в каждой сети по каждому частотному диапазону в каждом условии (с открытыми и с закрытыми глазами) были рассчитаны индексы соответствия (GOF, разность z-оценок между корреляциями внутри и вне сети). Предварительный анализ показал, что в соответствии с имеющимися фМРТ данными наиболее высокие значения GOF наблюдали при открытых глазах; в DMN максимальные значения GOF были обнаружены в альфа-диапазоне, а в SEN и SN - в диапазоне бета. Исходя из этих результатов и имеющихся фМРТ данных, дальнейший анализ ЭЭГ-данных был ограничен двумя частотными диапазонами (альфа и бета) при открытых глазах. На рисунке 3 показаны карты коннективности детей вместе с соответствующими картами коннективности, полученными по данным фМРТ.

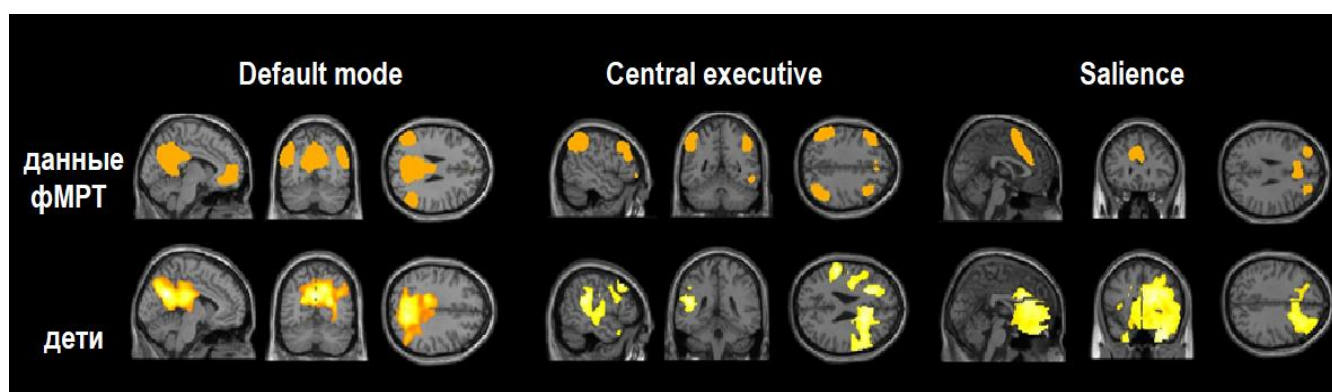


Рис. 3. Полученные карты коннективности детей с соответствующими картами коннективности, полученными по данным фМРТ.

3.7.2. Связь произвольной регуляции поведения с осцилляторными сетями покоя

Регрессионный анализ оценок показателей произвольной регуляции на карты коннективности был проведен с использованием карт коннективности с расположением семени в DMN, CEN и SN и двух разностных карт - MPFC-DLPFC и MPFC-Ains отдельно для частотного диапазона альфа и бета. Возраст и пол ребенка использовали в качестве ковариат. Все достоверные эффекты отображены в таблице 7. Из таблицы видно, что в альфа-диапазоне произвольная регуляция поведения положительно коррелировала с силой связи между DMN и правой верхней височной извилиной, а также отрицательно с силой связи между сетью SN и правой островковой корой. В бета диапазоне произвольная регуляция поведения отрицательно коррелировала с силой связи между CEN и левой задней поясной корой, входящей в задний центр DMN. Кроме этого, в бета диапазоне произвольная регуляция коррелировала с доминированием DMN над TPN, оцененным с помощью разностных карт коннективности DMN – CEN и DMN – SN, положительно в правой преклиновидной коре, являющейся частью DMN, и отрицательно в левой веретенообразной извилине.

Таблица 7. Регрессионный анализ зависимости оценок произвольной регуляции и карт коннективности.

Анатомическая локализация	Координаты (x,y,z)	Объем (воксели)	t- критерий	Достоверность (p-FWE)
Семя: MPFC; частота альфа				
+правая верхняя височная извилина	59,-36,17	6633	4.21	0.021
Семя: DLPFC; частота бета				
- левая задняя поясная кора	-15,-38,27	934	3.92	0.013
Семя: AIns; частота альфа				
+правый островок	35,-22,19	1887	4.12	0.013
-левая верхняя средняя фронтальная извилина	-53,50,5	10613	3.95*	0.003
MPFC-AIns; частота альфа				
+левая верхняя фронтальная извилина	-43,42,35	6023	4.33	0.027
MPFC-DLPFC; частота бета				
+правое предклинье	15,-54,55	17859	5.1*	<0.001
- левая веретенообразная извилина	39,-40,-21	7414	4.8	0.026
MPFC-AIns; частота бета				
+правое предклинье	16,-55,-57	10651	3.63*	0.004
- левая веретенообразная извилина	-39,-40,-17	7312	3.99	0.020

MPFC-медиальная префронтальная кора; DLPFC – дорсолатеральная префронтальная кора; AIns – передняя островковая кора. *p < .005.

Глава 4. ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

Целью диссертационной работы являлось изучение взаимосвязи между экспериментальными показателями произвольной регуляции поведения у детей, оцененными с помощью модифицированного Струп-теста «Размер животного», и психометрическими показателями произвольной регуляции поведения и ее компонентов, личностных особенностей и психического здоровья. Полученные результаты подтверждают целесообразность проведения данного теста для оценивания регуляторных способностей и психического здоровья у детей дошкольного и раннего школьного возраста. Дети испытывали больше трудностей при выполнении теста в неконгруэнтных пробах, когда размер животного, представленного на картинке, не совпадал с его размером в реальной жизни. Это свидетельствует о наличии Струп-эффекта, аналогичного таковому в классическом словесно-цветовом Струп-тесте. Наибольшие различия между конгруэнтными и неконгруэнтными пробами наблюдались по среднему ВР, разница в показателях правильности выполнения задания была меньше. Статистически значимый Струп-эффект прослеживался во всех возрастных группах независимо от пола ребенка, однако возрастных различий в показателях интерференции обнаружено не было. В целом, дети старшего возраста выполняли тест быстрее и правильнее, а их ответы были менее вариабельными, чем у детей младших возрастных групп.

Достоверных межполовых различий между мальчиками и девочками в результатах выполнения теста «Размер животного» обнаружено не было, и это согласуется с результатами предыдущих исследований, полученных как при предъявлении классического Струп-теста (MacLeod, 1991), так и при использовании его модификаций: тестов «День/Ночь» («Day/Night»; Montgomery, Coeltzow, 2010), «Нарисованное животное» («Pictorial animal-stroop task»; Wright et al., 2003) и «Цвет/Предмет» («Color/Object task»; Prevor, Diamond, 2005). Однако, следует отметить, что в некоторых исследованиях показатели

выполнения таких тестов как «День/Ночь» (Montgomery, Coeltzow, 2010), «Снег/Трава» («Grass/Snow task»; Carlson, Moses, 2001) и других модификаций Струп-теста для детей (Spann, Gagne, 2016) у девочек были лучше, чем у мальчиков.

Данные большинства исследований свидетельствуют о том, что результаты выполнения классического Струп-теста и его модификаций на протяжении дошкольного и младшего школьного возраста улучшаются (Nichelli et al., 2005; Wright et al., 2003; Catale, Meulemans, 2009; Charchat-Fichman, Oliveira, 2009). Однако в нескольких исследованиях достоверного улучшения не наблюдали (Macdonald et al., 2014; Montgomery, Coeltzow, 2010). Отсутствие возрастных различий может объясняться различными траекториями развития психофизиологических процессов, обеспечивающих выполнение этих тестов, а также чувствительностью тестов и полученных с их помощью показателей к возрастным изменениям. Например, классическому Струп-тесту присущ т.н. floor effect, отражающий развитие у детей навыков чтения (интерференция наблюдается только при наличии навыка беглого чтения), а широко используемому тесту «День/Ночь» присущ т.н. ceiling effect, т.к. начиная с определенного возраста (в некоторых исследованиях уже с четырех лет) с этим заданием успешно справляются все дети (Montgomery, Coeltzow, 2010; PaSNich et al., 2010).

Возрастные различия в показателях интерференции также далеки от ясности. В своем обзоре Маклеод (MacLeod, 1991) пришел к выводу, что при выполнении классического Струп-теста интерференция появляется в раннем школьном возрасте, нарастает по мере того, как дети учатся читать, достигает максимума к второму-третьему классу, а к старости постепенно снижается. В более поздних исследованиях, проведенных с использованием словесно-цветового Струп-теста среди детей школьного возраста в Японии (Ikeda, Okuzumi, Kokubun, Haishi, 2011) и Франции (Roy et al., 2018), установлено, что показатель интерференции снижается с возрастом. Однако в бразильском исследовании школьников семи-десяти лет возрастных различий в показателях интерференции

обнаружено не было (Charchat-Fichman, Oliveira, 2009). Результаты исследований с использованием различных модификации Струп-теста у детей дошкольного и школьного возраста тоже не полностью однозначны. Показатели интерференции уменьшались с возрастом в исследованиях с использованием тестов «Нарисованное животное» (pictorial animal-stroop task; Nichelli et al., 2005; Wright et al., 2003) и «Размер нарисованного животного» (pictorial animal size test; Ikeda et al., 2014b), в то время как в тесте «Размер животного» (real animal size test) значимых возрастных изменений обнаружено не было (Catale, Meulemans, 2009; Ikeda et al., 2014b). Отсутствовали возрастные различия по показателю интерференции и в тесте «Цвет-предмет» (color-object task) у детей в возрасте трех с половиной - шести с половиной лет (Prevor, Diamond, 2005). Недавнее исследование детей в возрасте от пяти до восьми лет с использованием трех различных модификации Струп-теста, также дало неоднозначные результаты (Macdonald et al., 2014).

Неоднозначность полученных результатов может быть связана с различными процессами, обеспечивающих выполнение этих тестов в разных возрастных группах. Имеющиеся данные указывают на то, что исполнительные функции, измеряемые классическим Струп-тестом и его модификациями, представляют собой единый конструкт, состоящий из нескольких относительно независимых компонентов, которые появляются, начиная с раннего возраста (Garon et al., 2008) и развиваются по мере взросления детей и на протяжении дальнейшей жизни (Best et al., 2009). Однако развитие исполнительных функций и их ключевых компонентов, таких как переключение (когнитивная гибкость), рабочая память и тормозный контроль (Zhou et al., 2012; Nigg, 2017), носит гетерохронный характер, то есть эти компоненты характеризуются разными траекториями развития и соответственно разными поведенческими проявлениями в разном возрасте (Petersen et al., 2016). Поэтому чрезвычайно важно установить, что результаты выполнения экспериментальных исследований теоретически ожидаемым образом связаны с оценками, полученными в ходе наблюдения за поведением ребенка в условиях каждодневной деятельности.

В проведенном нами исследовании результаты выполнения детьми экспериментального теста «Размер животного» обнаружили осмысленные связи с показателями произвольной регуляции и проблемами поведения, измеренными с помощью родительских опросников. В результате исследования было установлено, что правильность выполнения задания в неконгруэнтных пробах положительно коррелировала с сознательностью и двумя личностными чертами, входящими в это фактор (организованностью и отвлекаемостью) и отрицательно коррелировала с гиперактивностью/ невнимательностью. А результаты множественного регрессионного анализа показали, что сознательность и входящая в нее черта организованность вносили достоверный вклад в правильность выполнения задания независимо от возраста детей. Время реакции было отрицательно связано с психометрическими показателями произвольной регуляции поведения и ее компонентов: устойчивостью внимания и тормозным контролем. Разница в величине коэффициента корреляции с этими двумя компонентами была незначительной; множественный регрессионный анализ показал, что устойчивость внимания вносила независимый и достоверный вклад в показатель ВР, в то время как тормозный контроль вносил независимый и достоверный вклад в СОВР.

Эти результаты свидетельствуют о том, что модификации Струп-теста могут использоваться как для изучения произвольного внимания (*effortful attention*) (Kochanska et al., 2000; Lengua, 2003; Rothbart, Posner, 2006; Kim et al., 2013), так и для изучения тормозного контроля (Archibald, Kerns, 1999; Carlson and Moses 2001; Catale, Meulemans, 2009; Macdonald et al., 2014; Petersen et al., 2016). Гусдорф с коллегами (Gusdorf et al., 2011) при исследовании детей дошкольного возраста получили схожие результаты: показатели выполнения модифицированного Струп-теста «Формы» достоверно коррелировали с психометрическими показателями произвольной регуляции, причем коэффициент корреляции с тормозным контролем был выше, чем с устойчивостью внимания, $r = .20$ и $r = .14$ соответственно. Однако, Вольф и Белл (Wolfe, Bell, 2007) при исследовании детей дошкольного возраста с использованием похожей

модификации Струп-теста «День/Ночь» установили, что показатели выполнения данного теста были сильнее связаны с устойчивостью внимания ($r = .45$), чем с тормозным контролем ($r = .32$). В целом, эти результаты согласуются с мнением о том, что выполнение сложных тестов, основанных на подавлении/задержке доминантной реакции (таких, например, как Струп-тест и его модификации), обеспечивается за счет сочетания процессов, связанных и с произвольным вниманием и с тормозным контролем (Wright et al., 2003; Garon et al., 2008; Howard et al., 2014).

Кроме этого, в нашей работе экспериментальные показатели ВР и СОВР были связаны с другим компонентом произвольной регуляции - регуляцией активности, отражающей способность при необходимости сосредоточиться и выполнить задание (Eisenberg et al., 2016). Эти результаты хорошо согласуются с теорией и ограниченными экспериментальными данными (Bull, Scerif, 2001; Bell et al., 2007). А именно, процессы саморегуляции, участвующие в контроле произвольной активности, позволяют преодолевать привычные формы реакции, когда требуется другой, более подходящий ответ (Kuhl, Beckmann, 2012). Полученные в нашем исследовании данные свидетельствуют о том, что для разрешения конфликта, имеющего место в парадигме Струп-теста, помимо подавления доминантного, но неправильного ответа, важно иметь способность активировать субдоминантную, более правильную реакцию.

СОВР было еще более тесно связано с показателями произвольной регуляции и проблемами поведения, чем среднее ВР. Эти результаты хорошо согласуются с данными исследований последних лет, показавших, что у детей и взрослых, страдающих СДВГ, вариабельность ВР больше, чем в контрольной группе без отклонений развития (Kofler et al., 2013; Karalunas et al., 2014). Этот феномен выявлен во многих нейрофизиологических заданиях, включая Струп-тест (Kofler et al., 2013). Нейробиологические интерпретации этого феномена связывают его с работой сетей покоя, в частности с балансом активации т.н. дефолт системы мозга (DMN), характеризующей работу мозга в состоянии покоя, и сетей внимания (attentional networks), работающих при выполнении заданий

(Karalunas et al., 2014). Так, Сонуга-Барке и Кастеланос предположили, что вмешательство DMN при выполнении целенаправленных мыслительных операций, требующих сосредоточения, может вызывать неустойчивость внимания и колебания при выполнении тестов (Sonuga-Barke, Castellanos, 2007). Имеющиеся эмпирические данные говорят о том, что следует рассматривать и другие когнитивные и нейронные механизмы, обеспечивающие вариабельность ВР (Kofler et al., 2013; Karalunas et al., 2014). Помимо СДВГ, большая вариабельность ВР была обнаружена у детей с другими расстройствами неврологического развития, такими как расстройства аутистического спектра (Karalunas et al., 2014), а также у детей и взрослых с другими расстройствами (Kofler et al., 2013). Однако большая часть исследований взаимосвязи между вариабельностью ВР и психическим здоровьем основывалась на сравнении дискретных диагностических групп (с установленным диагнозом и без него). В настоящее время все больше исследователей признают, что использование размерного подхода к патологии может быть очень информативным (Karalunas et al., 2014).

Результаты нашего исследования показали, что вариабельность времени реакции (СОВР) была связана не только с гиперактивностью, импульсивностью и невнимательностью в исследованной выборке из популяции, но и с общим числом экстернальных проблем и уровнем психопатологии в целом. При учете возраста, вариабельность ВР была также связана с проблемами поведения, эмоциональными симптомами и общим числом интернальных проблем. В настоящее время опубликовано только одно исследование взаимосвязи между вариабельностью ВР и широким спектром проблем психического здоровья в общей популяции (Bastiaansen et al., 2015). Результаты этого исследования показали, что вариабельность ВР у молодых людей в ходе выполнения заданий, требующих устойчивого продолжительного сосредоточения, были связаны с проблемами внимания, экстернальными и интернальными проблемами - это согласуется с полученными нами данными.

При размерном подходе к психопатологии, используемым в программе исследовательских критериев доменов (Research Domain Criteria framework), принятой в США национальным институтом психического здоровья, рассматривается весь спектр вариации поведения, от нормального до аномального, в т.ч. и психические расстройства (Cuthbert, Insel, 2013). Насколько нам известно, в этом исследовании впервые показано, что связь вариабельности ВР с регуляторными чертами, такими как произвольная регуляция поведения и сознательность, сопоставима по силе или даже сильнее, чем связь вариабельности ВР с проблемами психического здоровья. Эти результаты свидетельствуют об общей биологической основе индивидуальных особенностей и психопатологии, и могут стать основой дальнейших исследований. Взаимосвязи вариабельности ВР с индивидуальными особенностями (чертами темперамента и личности) и симптомами невнимательности и гиперактивности исследовали только в одной опубликованной работе (Martel et al., 2008). Авторы обнаружили, что и произвольная регуляция поведения и сознательность достоверно коррелировали с вариабельностью ВР в пробах «Go» экспериментальной парадигмы «Go/No Go» и с симптомами дефицита внимания и гиперактивности у детей 7-13 лет. Эти данные подтверждают мнение о том, что внутрииндивидуальная вариабельность ВР при выполнении компьютеризированных заданий является индикатором когнитивной результативности и поведенческим маркером неврологического и психического здоровья (Karalunas et al., 2014; Bastiaansen et al., 2015; Raine et al., 2018).

В исследовании оба показателя Струп-интерференции не были связаны с регуляторными чертами. Эти результаты сопоставимы с результатами других исследований, например, Мартель с коллегами (Martel et al., 2008) также не обнаружили в своей работе достоверных взаимосвязей между показателем Струп-интерференции в классическом словесно-цветовом Струп-тесте и показателями произвольной регуляции поведения и сознательности у детей. Ограниченное количество других исследований связи Струп-интерференции и произвольной регуляции поведения дали неоднозначные результаты (González et al., 2001;

Lengua, 2003). Отсутствие взаимосвязей между показателями Струп-интерференции в тесте «Размер животного» и проблемами поведения также согласуется с результатами исследований, проведенных с помощью классического словесно-цветового Струп-теста у детей школьного возраста (van Mourik et al., 2005) и с помощью модификаций Струп-теста у детей дошкольного возраста (Wright et al., 2003; Rubia et al., 2007; Kim et al., 2013). Несмотря на то, что в ряде других исследованиях у детей с СДВГ и другими распространенными психическими расстройствами показатели Струп-интерференции были выше, чем в контрольной группе (Nomack, Riccio, 2004), достоверной взаимосвязи между показателями Струп-интерференции и размерными показателями проблем психического здоровья установлено не было. Было предложено несколько факторов, объясняющих столь неоднозначные результаты. Среди них следует отметить низкую экологическую валидность лабораторных тестов, низкую надежность оценок родителей и учителей и различные психофизиологические процессы, обеспечивающие выполнение детьми тестовых заданий и их поведение в повседневной жизнедеятельности (Wright et al., 2003; Ten Eycke, Dewey, 2016).

Результаты исследования установили, что показатели выполнения теста «Размер животного» демонстрируют выраженный Струп-эффект, а также статистически значимые взаимосвязи с регуляторными чертами и проблемами психического здоровья, в особенности с проблемами внимания и поведения. Величина эффекта или сила связей между экспериментальными показателями ВР и его вариабельности в тесте «Размер животного» и оценками произвольной регуляции поведения, сознательности, невнимательности/гиперактивности и общим числом психиатрических проблем находилась в диапазоне от .15 до .25, что сопоставимо с модальной величиной эффекта в психологических и медицинских исследованиях, включая экспериментальные исследования (Meyer et al., 2001).

Целью ЭЭГ-исследования являлось изучение сетей покоя на основе ЭЭГ, а также исследование их взаимосвязи с оценками произвольной регуляции поведения по данным родительских опросников. Кроме этого, мы проверили

насколько имеющиеся фМРТ данные о сетях покоя и их коннективности в детском возрасте сопоставимы с данными электрофизиологических методов. Результаты исследования показали, что наиболее высокие значения GOF в DMN наблюдались при открытых глазах в альфа-диапазоне, который согласно литературе, признан наиболее надежным коррелятом активности DMN (Mantini et al., 2007; BenSimon et al., 2008; Brookes et al., 2011b; Wu et al., 2010; Hlinka et al., 2010; Jann et al., 2009, 2010; Knyazev et al., 2011, 2016; Wens et al., 2014b), а в CEN и SN - в диапазоне бета. Тем не менее, проблема спектральных характеристик коннективности сетей покоя, подлинно отражающих активность головного мозга, до сих пор остается предметом многочисленных исследований и дискуссий. Согласно обзору О'Нейла и его коллег (O'Neill et al., 2015), спектральные характеристики паттернов коннективности могут отражать способ построения мозгом иерархической структуры взаимосвязанных сетей. Существует и другое мнение, что максимальная коннективность сетей (и, следовательно, наиболее надежные ЭЭГ-корреляты сетей покоя), которая наблюдается в диапазонах альфа и бета, отражает максимальное значение отношения сигнал/ шум (SNR) в этих частотных диапазонах. Снижение шумовых характеристик на электрофизиологических частотах позволяет выявлять корреляты сетей покоя по широкому диапазону частот от 2 до 128 Гц (Hipp, Siegel, 2015). Однако результаты недавних исследований, демонстрирующие, что процессы созревания сетей покоя в частотных диапазонах альфа и бета (диапазоны с наибольшим SNR) носят гетерохронный характер (Knyazev et al., 2016), позволяют предположить, что спектральные характеристики больше связаны с определенными (пока неизученными) процессами в головном мозге, чем с различиями в SNR.

При этом, маловероятно, что каждая сеть покоя связана конкретно с определенной ЭЭГ-частотой. Согласно общепринятому мнению, осцилляторы всех ЭЭГ частотных диапазонов распределены не только по всей толще коры головного мозга, но и в подкорковых структурах (например, в таламусе), что свидетельствует о том, что каждый частотный диапазон может быть связан с любой сетью покоя (Basar, 1998). Следовательно, более вероятно, что активность

каждой сети покоя может быть выражена на разных частотах в зависимости от функционального процесса. Например, функциональные корреляты DMN: одним из процессов, который некоторые исследователи связывают с функционированием DMN, является интроспективный анализ, т.е. наблюдение за собственными психическими процессами, мыслями, действиями, желаниями (Gusnard et al., 2001). Специфично для этого процесса, имеющиеся в литературе данные, позволяют предположить, что он связан с альфа-активностью (Knyazev, 2013), в то время как другие процессы, обеспечиваемые функционированием DMN могут проявляться в других частотных диапазонах: при депрессии нарушение баланса в работе DMN (Hamilton et al., 2011) наиболее легко обнаруживают в частотном диапазоне дельта (Knyazev et al., 2016). А функционирование DMN, связанное с исполнительными функциями (Gilbert et al., 2006, 2007; Weissman et al., 2006), и баланс между DMN и сетями покоя, контролирующими пространственное внимание и произвольную регуляцию поведения, предположительно относят к бета диапазону. В этом случае, наблюдаемая в этом исследованиях гетерохрония в созревании DMN в альфа- и бета-диапазонах (Knyazev et al., 2016) может свидетельствовать о том, что в DMN раньше созревают структуры, обеспечивающие процессы самоанализа и рефлексии, чем процессы исполнительного контроля. Ранний школьный возраст является важным периодом для социального развития ребенка, в этом возрасте происходит осознание своих взаимоотношений с окружающими, что предполагает самоанализ действий, поступков, мыслей, и соответственно, все процессы, связанные с этими способностями в раннем школьном возрасте быстро развиваются. В то время как развитие исполнительных функций, отвечающих за контроль поведения и способность к планированию, требует гораздо больше времени; они продолжают активно развиваться и в подростковом возрасте.

Несмотря на то, что полученные результаты, отражающие спектральные характеристики сетей покоя, имеют большое значение, более важным представляется вопрос об их соотношении с функциональными коррелятами. Для изучения этого вопроса в исследовании были использованы психометрические

методы оценивания произвольной регуляции поведения (Rothbart, 2007). Анализ взаимосвязей между психометрическими показателями произвольной регуляции поведения и картами коннективности, показал, что в частотном диапазоне альфа произвольная регуляция положительно коррелировала с силой связи между DMN и правой верхней височной извилиной, а также с силой связи между сетью SN и правой островковой корой. Поскольку альфа-осцилляции связывают с тормозным контролем (Klimesch et al., 2007) и эффекты выявлены в центрах, участвующих в регуляции эмоций, можно думать, что хорошая произвольная регуляция поведения проявляется в усилении тормозного контроля эмоциональных центров как со стороны DMN, которая активна в периоды покоя, так и со стороны SN, активной при оперативной деятельности. В бета диапазоне произвольная регуляция поведения отрицательно коррелировала с силой связи между SEN и левой задней поясной корой, входящей в задний центр DMN. Кроме этого, в бета диапазоне произвольная регуляция коррелировала с доминированием DMN над TPN, оцененным с помощью разностных карт коннективности DMN – SEN и DMN – SN, положительно в правой прекилиновидной коре, являющейся частью DMN, и отрицательно в левой веретенообразной извилине, участвующей в распознавании зрительных образов. Это свидетельствует о том, что хорошая произвольная регуляция связана с лучшей интегрированностью DMN и меньшей ее интерференцией с процессами восприятия зрительной информации.

Преимуществами данной работы являются не только большой объем выборки детей с широким возрастным диапазоном, но и использование различных методов измерения: показателей теста «Размер животного», произвольной регуляции, личностных особенностей, общей психопатологии, а также электрофизиологических методов для изучения нейрофизиологической основы произвольной регуляции поведения. Для анализа полученных результатов мы использовали размерный подход, изучая совместно личностные черты и проблемы поведения на уровнях более высокого, так и более низкого порядка. С учетом этих преимуществ также важно учитывать ограничения нашего исследования: несмотря на то, что выборка была достаточно разнообразной, в

дальнейшем было бы предпочтительнее проводить исследования с более репрезентативными группами участников, включая как клинические группы, так и популяцию целом. Во-вторых, кросс-секционный метод исследования, используемый в нашей работе не представляет возможность оценить временную динамику изменения полученных показателей, поэтому в будущих работах было бы интересно использовать лонгитюдинальные методы исследования. В-третьих, мы использовали недавно разработанную модификацию Струп-теста, которая нуждается в более исчерпывающей и комплексной психофизиологической оценке. Кроме этого, в дальнейших ЭЭГ-исследованиях для локализации источников было бы предпочтительнее использовать модель головы, построенную на основе индивидуальных данных МРТ, и большее количество электродов, которые также помогают увеличить точность определения локализации источников. Наконец, в будущих исследованиях было бы целесообразно проводить электрофизиологические методы исследования при выполнении лабораторных экспериментальных задач, а также в условиях повседневной деятельности.

Заключение

С помощью данного исследования мы изучили взаимосвязь между результатами, полученными с помощью использования одной из модификаций Струп-теста «Размер животного» и психометрическими показателями произвольной регуляции, личностных черт и проблем поведения в большой выборке детей 5-12 лет. Кроме этого, с использованием электрофизиологических методов мы изучили сети покоя у детей и их взаимосвязи с психометрическими оценками произвольной регуляции поведения, а также сопоставили полученные данные с результатами фМРТ исследований. Полученные результаты продемонстрировали наличие Струп-эффекта для таких показателей как правильность выполнения задания и времени реакции для мальчиков и девочек во всех возрастных группах. Кроме этого, правильность ответов была положительно связана сознательностью, а время реакции было отрицательно связано с показателями произвольной регуляции и ее ключевыми компонентами: устойчивостью внимания и тормозным контролем. В то время как СОВР было отрицательно связано и с показателями произвольной регуляции поведения (включая ее компоненты), и с сознательностью (включая ее черты более низкого уровня). Результаты теста «Размер животного» были также осмысленно связаны с гиперактивностью/невнимательностью, экстернальными проблемами и общим уровнем психопатологии в детском возрасте. В целом, эти результаты установили, что данная модификация Струп-теста «Размер животного» показала высокий уровень внешней валидности, и может быть полезна при нейрофизиологических исследованиях детей дошкольного и школьного возраста. Кроме этого, в нашей работе на основе ЭЭГ впервые исследованы сети покоя (DMN TPN), сопоставимые с результатами фМРТ исследований, и установлены электрофизиологические функциональные корреляты произвольной регуляции поведения.

Выводы

1) В модификации Струп-теста для детей «Размер животного» установлен достоверный Струп-эффект в отношении правильности ответов и среднего времени реакции и выраженные возрастные различия: показатели выполнения теста (правильность ответов, среднее время реакции и стандартное отклонение времени реакции) на протяжении дошкольного и младшего школьного возраста значительно улучшались.

2) Показатели выполнения теста «Размер животного» были связаны с родительскими оценками произвольной регуляции поведения и ее компонентов (тормозного контроля, произвольного внимания и регуляции активности) у детей в реальной жизни, а также с личностными чертами домена сознательности - организованностью и отвлекаемостью.

3) Показатели выполнения теста «Размер животного» были связаны с уровнем гиперактивности/невнимательности, а среднее время реакции и вариабельность времени реакции, кроме того, - с уровнем экстернальных проблем и общим числом проблем психического здоровья детей; величина эффекта была сопоставима с модальной величиной эффекта в психологических и медицинских исследованиях, включая экспериментальные исследования.

4) Вариабельность времени реакции обнаружила наиболее тесные связи с психометрическими показателями произвольной регуляции поведения, регуляторными чертами и проблемами психического здоровья, что позволяет использовать ее в качестве объективного экспериментального показателя регуляторных функций и поведенческого маркера неврологического и психического здоровья.

5) На основе ЭЭГ-данных у детей изучены осцилляторные сети покоя, относящиеся к дефолт системе мозга (DMN), ключевыми структурами которой являются задняя часть поясной извилины, медиальная префронтальная кора, передняя часть поясной извилины и париетальная кора с предклиньем, и к двум

системам контроля внимания (TPN): сеть исполнительного контроля (CEN) и входящими в нее дорсолатеральной префронтальной корой, задней частью париетальной коры и сеть выявления значимости (SN) с задним отделом передней части поясной извилины и передней островковой корой.

б) Установлено, что в альфа-диапазоне произвольная регуляция поведения положительно коррелировала с силой связи между DMN и правой верхней височной извилиной, а также с силой связи между SN и правой островковой корой. В бета диапазоне произвольная регуляция поведения коррелировала с доминированием DMN над TPN, положительно в правой преклиновидной коре, являющейся частью DMN, и отрицательно в левой веретенообразной извилине, участвующей в распознавании зрительных образов.

Список сокращений

DMN – дефолт система мозга (default mode network)

RSN –сети покоя (resting state network)

фМРТ - функциональная магниторезонансная томография

ACC - передняя часть поясной извилины (anterior cingulate cortex)

MPFC – медиальная часть префронтальной коры (medial prefrontal cortex)

VLPFC - вентролатеральная часть префронтальной коры (ventrolateral prefrontal cortex)

DLPFC - дорсолатеральная часть префронтальной коры (dorsolateral prefrontal cortex)

OFC - орбитофронтальная кора (orbitofrontal cortex)

PCC - задняя часть поясной извилины (posterior cingulate cortex)

TNN – сеть бездействия (task negative network)

TPN - сеть, активирующаяся при выполнении заданий (task positive network)

CEN - сеть управляющего контроля (executive-control network)

SN - сеть выявления значимости (SNience network)

CBQ-VSF - краткая форма Опросника поведения в детстве (*англ.* The Children's Behavior Questionnaire (Very Short Form))

TMCQ - Опросник темперамента в среднем детстве (*англ.* The Temperament in Middle Childhood Questionnaire)

SPM12 - программа статистического параметрического картирования (Statistical Parametric Mapping, Software)

RFT - теория случайных полей (random field theory)

ROI - область интересов (region of interest)

GOF - критерий согласия (goodness-of-fit)

МЭГ-магнитоэнцефалография

ЭЭГ-электроэнцефалография

Список литературы

1. Алексеев А.А., Рупчев Г.Е. Понятие об исполнительных функциях в психологических исследованиях: перспективы и противоречия [Электронный ресурс] / Алексеев А.А., Рупчев Г.Е. // Психологические исследования. – 2010. – № 4(12).
2. Алфимова М.В., Голимбет В.Е., Егорова М.С. Личностные черты, управляющие функции и генетические особенности метаболизма моноаминов // Психология. Журнал высшей школы экономики. – 2009. - № 4. – С. 24-41.
3. Виленская Г.А., Сергиенко Е.А. Роль темперамента в развитии регуляции поведения в раннем возрасте // Психологический журнал. 2001. - Т. 22(3). - С. 68–85.
4. Виленская Г.А. Средовые и генетические влияния на контроль поведения в раннем онтогенезе человека // Психологический журнал. – 2007. – Т. 28. – №4. – С. 52-63.
5. Виленская Г.А. Контроль поведения и развитие индивидуальности // Образовательная политика. - 2014. – Т. 2. - С. 46–52
6. Виленская Г.А. Исполнительные функции: природа и развитие // Когнитивная психология. – 2016. – Т. 37. – №4. – С. 21-31.
7. Грачев В.В., Обухова Е.Ю., Строганова Т.А. Нарушение внимания у детей с особенностями развития // Вопросы психологии. – 2008. – № 3. – С.61.
8. Ковалева Ю.В., Сергиенко Е.А. Контроль поведения при различном течении беременности // Психологический журнал. – 2007. – Т.28. – №1. – С. 70-82.
9. Козлова Е.А., Слободская Е.Р., Ахметова О.А. Индивидуальные особенности и социально-экономические характеристики семьи как факторы психического здоровья детей // Культурно-историческая психология. - 2014.- Т. 10. - С. 46–53.
10. Кузнецова В.Б., Козлова Е.А. Современные представления о самоконтроле: обзор зарубежной литературы // Теоретическая и экспериментальная психология. - 2016. - Т. 9. - С. 84–94.

11. Николаева Е.И., Вергунов Е.Г. Что такое “executive functions” и их развитие в онтогенезе // Теоретическая и экспериментальная психологи. – 2017. – Т.10. – № 2. – С. 62-81.
12. Осадько О.Ю. Психологические особенности формирования системы саморегулирования деятельности у младших школьников // Дис. канд. психол. н. Киев. - 1988. – 132 с.
13. Пирадов М.А., Супонева Н.А., Селиверстов Ю.А., Лагода Д.Ю., Сергеев Д.В., Кремнева Е.И., и др. Возможности современных методов нейровизуализации в изучении спонтанной активности головного мозга в состоянии покоя // Неврологический журнал. -2016. - № 1. - С. 4–12.
14. Разумникова О.М., Николаева Е.И. Значение тормозного контроля в онтогенезе когнитивных функций [Электронный ресурс] // Когнитивные исследования на современном этапе (КИСЭ-2017): материалы Всерос. Конференции: Казань, 2017. - Режим доступа: https://kpfu.ru/portal/docs/F61288343/Razumnikova_Nikolaeva.PDF
15. Савина Е.А. Проблема развития произвольной регуляции у детей в современной западной психологии // Современная зарубежная психология. - 2015. - Т.4. - С. 45–54.
16. Семенова О.А., Кошельков Д.А., Мачинская Р.И. Возрастные изменения произвольной регуляции деятельности в старшем дошкольном и младшем школьном возрасте // Культурно - историческая психология. – 2007. - №4. – С. 39-49.
17. Семенова О.А., Кошельков Д.А. Возрастные особенности выработки стратегии когнитивной деятельности детьми восьми лет и взрослыми // Культурно - историческая психология. – 2009. - №1. – С. 85-95.
18. Сергиенко Е.А., Виленская Г.А. Динамика изменений раннего психического развития: психогенетический и онтогенетический аспекты // Вестник Российского гуманитарного научного фонда. - 2004. - N 4(37). - С. 105–118.
19. Сергиенко Е.А., Виленская Г.А., Ковалева Ю.В. Контроль поведения как субъектная регуляция. // М.: Изд-во “Институт психологии РАН”, 2010. - 352 с.

20. Смирнова Е.О. Развитие воли и произвольности в раннем и дошкольном возрастах // М.: Издательство "Институт практической психологии". Воронеж: НПО "МОДЭК", 1998. – 256 с.
21. Abe J. A. The predictive validity of the Five-factor model of personality with preschool age children: A nine year follow-up study // *Journal of Research in Personality*. – 2005. – V. 39(4). – P. 423–442.
22. Ahadi, S., Rothbart, M. K. In C. F. Halverson, D. Kohnstamm, R. Martin. Development of the structure of temperament and personality from infancy to adulthood // Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1994. – P.189–208.
23. Allan N.P., Lonigan C.J. Examining the dimensionality of effortful control in preschool children and its relation to academic and socioemotional indicators // *Dev. Psychol.* - 2011. - V. 47. - P. 905–915.
24. Alvarez, J. A., Emory, E. Executive function and the frontal lobes: a meta-analytic review // *Neuropsychology Review* – 2006. – № 16. – P. 17-42.
25. Archibald, S. Identification and description of new tests of executive functioning in children / Archibald, S., Kerns, K. A. // *Child Neuropsychology*. – 1999 – V. 5. – P. 115-129.
26. Aron A.R. The neural basis of inhibition in cognitive control // *Neuroscientist*. – 2007. – V. 13(3). – P. 214-228.
27. Assef E.C., Capovilla A.G., Capovilla F.C. Computerized Stroop Test to Assess Selective Attention in Children with Attention Deficit Hyperactivity Disorder. *The Spanish Journal of Psychology*. – 2007. – V.10 (1). – P. 33-40.
28. Baddeley A. Working memory. // New York: Oxford University Press, 1986.
29. Baddeley A., Hitch A.D., Graham J. Developments in the concept of working memory // *Neuropsychology*. – 1994. – V. 8(4). – P.485-493
30. Barber A.D. Caffo B.S., Pekar J.J., Mostofsky S.H. Developmental changes in within- and between-network connectivity between late childhood and adulthood // *Neuropsychologia*. – 2013. – V.51. - P. 156-167
31. Barkley, R. A. Executive functions: What they are, how they work, and why they evolved. / Barkley, R. A. // New York, NY, US: Guilford Press, (2012). – P. 244

32. Barnes J. J. M., Dean A. J., Nandam L. S., O'Connell R. G., Bellgrove M. A. The molecular genetics of executive function: Role of monoamine system genes // *Biological Psychiatry*. – 2011. – V. 69. – P.127-143.
33. Basar E. Brain function and oscillations. // *Brain oscillations. Principles and approaches*. Berlin, Heidelberg: Springer, 1998.
34. Bastiaansen J. A., van Roon A. M., Buitelaar J. K., Oldehinkel A. J. Mental health problems are associated with low-frequency fluctuations in reaction time in a large general population sample. The TRAILS study. // *European Psychiatry*. – 2015. – V. 30. – P. 347-353.
35. Bathelt J., O'Reilly H., Clayden J.D., Cross J.H., de Haan M. Functional brain network of children between 2 and 5 years derived from reconstructed activity of cortical sources of high-density EEG recordings. // *NeuroImage*. – 2013 – V. 82. – P. 595–604.
36. Bell A.J., Sejnowski T.J. An information-maximization approach to blind separation and blind deconvolution // *Neural Comput.* – 1995. - V. 7. - P. 1129–1159.
37. Bell M. A., Wolfe C. D., Adkins, D. R. Frontal lobe development during infancy and childhood. In D. Coch, G. Dawson, K.W. Fischer (Eds.) / *Human behavior, learning, and the developing brain: Typical development* // New York: Guilford, 2007. – P. 247-276.
38. Ben-Simon E., Podlipsky I., Arieli A., Zhdanov A., Hendler T. Never resting brain: simultaneous representation of two alpha related processes in humans. *PLoS ONE* 3. – 2008.
39. Best J. R., Miller P. H., Jones L. L. Executive functions after age 5: Changes and correlates. // *Developmental Review*. - 2009. – V.29. – P. 180-200.
40. Blair C., Diamond A. Biological processes in prevention and intervention: The promotion of self-regulation as a means of preventing school failure // *Developmental psychopathology*. – 2008. – V. 20(3). – P. 899-911.
41. Blair C., Razza R.P. Relating Effortful Control, Executive Function, and False Belief Understanding to Emerging Math and Literacy Ability in Kindergarten // *Child Dev.* – 2007. – V. 78. – P. 647–663.

42. Blair C., Zelazo P.D., Greenberg M.T. The Measurement of Executive Function in Early Childhood // *Developmental neuropsychology*. – 2005. – V. 28(2). – P. 561-571.
43. Boersma M., Smit D.J., De Bie H.M., Van Baal G.C.M., Boomsma D.I., De Geus E.J., Delemarre-Van De Waal H.A., Stam C.J. Network analysis of resting state EEG in the developing young brain: structure comes with maturation. // *Human Brain Mapp.* – 2011. – V. 32. – P. 413–425.
44. Boly M., Phillips C., Tshibanda L. L., Vanhaudenhuyse A., Schabus M., Dang-Vu T.T., Laureys S. Intrinsic brain activity in altered states of consciousness: how conscious is the default mode of brain function? // *Ann. NY Acad. Science.* – 2008. - V. 1129. - P. 119–129.
45. Bridgett D. J., Oddi K. B., Laake L. M., Murdock K. M., Bachmann M. N. Integrating and differentiating aspects of self-regulation: Effortful control, executive functioning, and links to negative affectivity // *Emotion*. – 2013. – V. 13. – P. 47-63.
46. Brock L.L., Rimm-Kaufman S.E., Nathanson L., Grimm K.J. The contributions of «hot» and «cool» executive function to children’s academic achievement, learning-related behaviors, and engagement in kindergarten // *Early Child. Res. Quarterly*. - 2009. - V. 24. - P. 337–349.
47. Brookes M.J., Hale J.R., Zumer J.M., Stevenson C.M., Francis S.T., Barnes G.R., Owen J.P., Morris P.G., Nagarajan S.S. Measuring functional connectivity using MEG: methodology and comparison with fcMRI. // *NeuroImage*. – 2011a. – V. 56. – P.1082–1104.
48. Brookes M.J., Woolrich M., Luckhoo H., Price D., Hale J.R., Stephenson M.C., Barnes G.R., Smith S.M., Morris P.G. Investigating the electrophysiological basis of resting state networks using MEG. // *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* - 2011b. – V. 108 (40). – P. 16783–16788.
49. Brookes M.J., Liddle E.B., Hale J.R., Woolrich M.W., Luckhoo H., Liddle P.F., Morris P.G. Task induced modulation of neural oscillations in electrophysiological brain networks. // *Neuroimage*. – 2012a. – V. 63. – P. 1918– 1930.

50. Brookes M.J., Woolrich M.W., Barnes G.R. Measuring functional connectivity in MEG: A multivariate approach insensitive to linear source leakage. // *Neuroimage*. – 2012b. – V. 63. – P. 910–920.
51. Bull R., Scerif G. Executive functioning as a predictor of children's mathematics ability: Inhibition, switching, and working memory // *Developmental neuropsychology*. – 2001. – V. 19. – P. 273-293.
52. Carlson S.M., Moses L.J. Individual differences in inhibitory control and children's theory of mind // *Child Development*. – 2001. – V. 72. – P.1032–1053.
53. Carlson S.M., Moses L.J., Claxton L.J. Individual differences in executive functioning and theory of mind: An investigation of inhibitory control and planning ability // *Journal of Experimental Child Psychology*. – 2004. – V. 87. – P. 299–319.
54. Caspi A., Elder G., Bem D. Moving against the World: Life Course Patterns of Explosive Children // *Developmental Psychology*. – 1987. – V.23. – P. 308-311.
55. Catale C., Meulemans T. The Real Animal Size Test (RAST): A new measure of inhibitory control for Young Children // *European Journal of Psychological Assessment*. – 2009. – V. 25. – P. 83-91.
56. Chang H., Olson S.L., Sameroff A.J., Sexton H.R. Child effortful control as a mediator of parenting practices on externalizing behavior // *Journ. Abnorm. Child Psychol.* - 2011. - V. 39. - P. 71–81.
57. Chai A.N., Castanon D. Ongur, Whitfield-Gabrieli S. Anticorrelations in resting state networks without global signal regression. // *NeuroImage*. – 2012. – V. 59. – P. 1420-1428.
58. Chai X. J., Whitfield-Gabrieli S., Shinn A. K., Gabrieli J. D., Nieto Castanon A., McCarthy J. M., Cohen B. M., Ongur D. Abnormal medial prefrontal cortex resting-state connectivity in bipolar disorder and schizophrenia. // *Neuropsychopharmacology*. – 2011. – V. 36. – P. 2009–2017.
59. Charchat-Fichman H., Oliveira R. M. Performance of 119 Brazilian children on Stroop paradigm—Victoria version // *Arquivos de Neuro-Psiquiatria*. – 2009. – V.67 (2-B). – P. 445-449.

60. Chen J. L., Ros T., Gruzelier J. H. Dynamic changes of ICA-derived EEG functional connectivity in the resting state. // *Human Brain Mapp.* – 2013. – V. 34. – P. 852–868.
61. Cuthbert N.B., Insel T.R. Toward the future of psychiatric diagnosis: the seven pillars of RDoC. // *BMC Med.* – 2013. – V. 11(1). – P. 126.
62. Davidson M. C., Amso D., Anderson L. C., Diamond A. Development of cognitive control and executive functions from 4 to 13 years: Evidence from manipulations of memory, inhibition, and task switching // *Neuropsychologia.* – 2006. – V. 44. – P. 2037–2078.
63. Debener S., Ullsperger M., Siegel M., Fiehler K., von Cramon D.Y., Engel A.K. Single-trial EEG/fMRI reveals the dynamics of cognitive function. // *Trends Cogn. Science.* – 2006. - V. 10. – P. 558-563.
64. Ridder D.T.D., Lensvelt-Mulders G., Finkenauer C., Stok F.M., Baumeister R.F. Taking stock of self-control: A meta-analysis of how trait self-control relates to a wide range of behaviors // *Pers. Soc. Psychol. Rev.* – 2012. – V. 16. – P. 76–99.
65. Derryberry D., Reed M. A. Anxiety-related attentional biases and their regulation by attentional control. // *Journal of Abnormal Psychology.* – 2002. – V.111(2). – P. 225-236.
66. De Bie H.M.A., Boersma M., Adriaanse S., Veltman D.J., Wink A.M., Roosendaal S.D. et al. Resting-state networks in awake five- to eight-year old children. // *Human Brain Mapp.* - 2012. – V. 33. – P. 1189–1201.
67. DeLisi M., Vaughn M.G. Foundation for a temperament-based theory of antisocial behavior and criminal justice system involvement // *Journ. Crim, Justice.* - 2014. - V. 42. - P. 10–25.
68. De Pasquale F., Della S., Penna A., Snyder Z., Lewis C., Mantini D., Marzetti L., Belardinelli P., Ciancetta L., Pizzella V., Romani G.L., Corbetta M. Temporal dynamics of spontaneous MEG activity in brain networks. // *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* – 2010. – V. 107. – P. 6040-6045.

69. Dempster F. N. The rise and fall of the inhibitory mechanism: Toward a unified theory of cognitive development and aging // *Developmental Review*. – 1992. – V. 12(1). – P. 45-75.
70. Duckworth, A. L., Steinberg, L. Unpacking self- control // *Child Development Perspectives*. – 2015. – V. 9. – P. 32-37.
71. Diamond A. Executive Functions // *Annual review of psychology*. – 2013. – V.64. – P.135–168.
72. Diamond A. Why improving and assessing executive functions early in life is critical. // In J. A. Griffin, P. McCardle, & L. S. Freund (Eds.). *Executive function in preschool-age children: Integrating measurement, neurodevelopment, and translational research*. 2016. – P. 11-43.
73. Dosenbach N.U., Fair D.A., Miezin F.M., Cohen A.L., Wenger K.K., Dosenbach R.A.T., Fox M.D., Snyder A.Z., Vincent J.L., Raichle M.E., Schlaggar B.L., Petersen S.E. Distinct brain networks for adaptive and stable task control in humans. // *Proc Natl Acad Sci U S A*. – 2007. – V. 104. – P. 11073–11078.
74. Duckworth A.L., Kern M. A meta-analysis of the convergent validity of self-control measures // *Journ. Res. Pers.* - 2011. - V. 45. - P. 259–268.
75. Duncan G.J., Dowsett C.J., Claessens A., Magnuson K., Huston A.C., Klebanov P., Pagani L.S., Feinstein L., Engel M., Brooks-Gunn J., Sexton H., Duckworth K., Japel C. School readiness and later achievement // *Developmental psychology*. – 2007. – V.43(6) – P. 1428-1446.
76. Durbin C.E., Hayden E.P., Klein D.N., Olino T.M. Stability of laboratory-assessed temperamental emotionality traits from ages 3 to 7 // *Emotion*. 2007. - V. 7. - P. 388–399.
77. Eisenberg, N., Duckworth, A. L., Spinrad, T. L., Valiente, C. Conscientiousness: Origins in childhood? // *Developmental Psychology*. – 2014. – V. 50. – P. 1331-1349.
78. Eisenberg N. Effortful control and its socioemotional consequences: *Handbook of emotion regulation* / Eisenberg N., Hofer C., Vaughan J. In J. J. Gross (Eds.) // New York: Guilford, 2007. – P. 287–306.

79. Eisenberg N. Temperamental effortful control (self-regulation) / Encyclopedia on Early Childhood Development. – 2012. – V. 1. – P. 1–5.
80. Eisenberg N., Smith C. L., Spinrad T. L. Effortful control: Relations with emotion regulation, adjustment, and socialization in childhood. In K. D. Vohs & R. F. Baumeister (Eds.), Handbook of self-regulation: Research, theory, and applications (3rd ed.) // New York: Guilford. - 2016. - P. 263–283.
81. Esposito A., Baker-Ward L., Mueller S. Interference suppression vs. response inhibition: An explanation for the absence of a bilingual advantage in preschoolers' Stroop task performance // Cognitive Development. – 2013. – V.28. – P. 354–363.
82. Fair D.A., Dosenbach N.U., Church J.A. et al. Development of distinct control networks through segregation and integration. // Proc Natl Acad Sci U S A. – 2007. – V.104 (33). – P. 13507–13512.
83. Fan J., Fossella J. A., Sommer T., Posner M. I. Mapping the genetic variation of executive attention onto brain activity // Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. – 2003. – V.100. – P. 7406-7411.
84. Feldman R. The development of regulatory functions from birth to 5 years: Insights from premature infants // Child Development. - 2009. - V. 80 (2). - P. 544—561.
85. Fleming, K. A., Heintzelman, S. J., Bartholow, B. D. Specifying associations between conscientiousness and executive functioning: Mental set shifting, not prepotent response inhibition or working memory updating // Journal of Personality. – 2016. – V. 84. – P. 348-360.
86. Foley M., McClowry S. G., Castellanos F. X. The relationship between attention deficit hyperactivity disorder and child temperament // Journal of Applied Developmental Psychology. – 2008. – V. 29. – P. 157–169.
87. Fox N.A., Calkins S.D. The development of self-control of emotion: Intrinsic and extrinsic influences // Motivation and Emotion. - 2003. - V.27. - P. 7–26.
88. Fox M.D., Snyder A.Z., Vincent J.L., Corbetta M., Van Essen D.C., Raichle M.E. The human brain is intrinsically organized into dynamic, anticorrelated functional networks. // Proc Natl Acad Sci U S A. – 2005. – V.102. – P. 9673–9678.

89. Fox E., Ridgewell A., Ashwin C. Looking on the bright side: Biased attention and the human serotonin transporter gene // *Proc Biol Science*. – 2009. - V. 276. - P. 1747-1751.
90. Fransson P., Skiold B., Horsch S., Nordell A., Blennow M., Lagercrantz H., Aden U. Resting-state networks in the infant brain. // *Proc Natl Acad Sci U S A*. – 2007. – V. 104. – P. 15531–15536.
91. Friedman N. P., Miyake A., Young S. E., DeFries J. C., Corley R. P., Hewitt J. K. Individual differences in executive functions are almost entirely genetic in origin // *Journal of Experimental Psychology: General*. – 2008. – V.137. – P. 201-205.
92. Gagne, J. R. Self- control in childhood: A Synthesis of perspectives and focus on early development // *Child Development Perspectives*. – 2017. – V. 11. – P. 127-132.
93. Gao W., Alcauter S., Smith J.K., Gilmore J., Lin W. Development of human brain cortical network architecture during infancy. // *Brain Struct Function*. - 2015. – V. 220. – P. 1173–1186.
94. Garon N., Bryson S. E., Smith I. M. Executive function in preschoolers: a review using an integrative framework // *Psychological Bulletin*. – 2008. – V. 134. – P. 31.
95. Gartstein M.A., Knyazev G.G., Slobodskaya H.R. Cross-cultural differences in the structure of infant temperament: United States of America (U.S.) and Russia // *Infant Beh. and Dev*. - 2005. - V. 28. - P. 54–61.
96. Gartstein M.A., Rothbart M.K. Studying infant temperament via a revision of the infant behavior questionnaire // *Infant Beh. and Dev*. - 2003. - V. 26. - P. 64–86.
97. Gerstadt, C. L., Hong, Y. J., Diamond, A. The relationship between cognition and action: Performance of children 3 1/2–7 years old on a Stroop-like day-night test // *Cognition*. – 1994. – V.53. – P. 129–153.
98. Gilbert S.J., Spengler S., Simons J.S., Frith C.D., Burgess P.W. Differential functions of lateral and medial rostral prefrontal cortex area 10 revealed by brain-behavior associations. // *Cereb Cortex*. – 2006. – V.16. – P.1783–1789.
99. Gilbert S.J., Dumontheil I., Simons J.S., Frith C.D., Burgess P.W. Comment on “Wandering minds: the default network and stimulus-Independent thought”. // *Science*. – 2007. – V. 317. – P. 43.

100. González C., Fuentes L. J., Carranza J. A., Estévez A. F. Temperament and attention in the self-regulation of 7-year-old children // *Personality and individual differences*. – 2001. – V. 30. – P. 931-946.
101. Goodman R., Slobodskaya H. R., Knyazev G. G. Russian child mental health: a cross-sectional study of prevalence and risk factors. // *European Child and Adolescent Psychiatry*. – 2005. – V. 14. – P. 28-33.
102. Gusdorf L. M., Karreman A., van Aken M. A., Deković M., van Tuijl C. The structure of effortful control in preschoolers and its relation to externalizing problems. // *British Journal of Developmental Psychology*. 2011. – V. 29. – P. 612-634.
103. Gusnard D.A, Akbudak E., Shulman G.L, Raichle M.E. Medial prefrontal cortex and self-referential mental activity: relation to a default mode of brain function. // *Proc Natl Acad Science USA*. – 2001. – V. 98. – P. 4259–4264.
104. Hall E.L., Woolrich M.W., Thomaz C.E., Morris P.G. Brookes M.J. Using variance information in magnetoencephalography measures of functional connectivity. // *Neuroimage*. – 2013. – V. 67. – P. 203.
105. Halverson C. F., Havill V. L., Deal J., Baker S. R., Victor J., Pavlopoulos V., Besevegis E., Wen L. Personality structure as derived from parental ratings of free descriptions of children: The Inventory of Child Individual Differences // *Journal of Personality*. – 2003. – V. 71. – P.995-1026.
106. Hamilton J.P., Furman D.J., Chang C., Thomason M.E., Dennis E., Gotlib I.H. Default-mode and task-positive network activity in major depressive disorder: implications for adaptive and maladaptive rumination // *Biological psychiatry*. - 2011. - V. 70 (4). - P. 327-333.
107. Hart S., Field T., Roitfarb M. Depressed mothers' assessments of their neonates' behaviors // *Journ. Infant Mental Health*. - 1999. - V. 20. - P. 200–210.
108. Heatherton T.F., Wagner D.D. Cognitive neuroscience of self-regulation failure // *Trends in Cognitive Sciences*. - 2011. - V. 15. - P. 132–139.
109. Hipp J.F., Hawellek D.J., Corbetta M., Siegel M., Engel A.K. Large-scale cortical correlation structure of spontaneous oscillatory activity. // *Nat. Neuroscience*. – 2012. – V. 15. – P. 884–902.

110. Hipp J.F., Siegel M. BOLD fMRI correlation reflects frequency-specific neuronal correlation. // *Curr. Biol.* – 2015. – V. 25. – P. 1368.
111. Hlinka J., Alexakis C., Diukova A., Liddle P. F., Auer D. P. Slow EEG pattern predicts reduced intrinsic functional connectivity in the default mode network: an inter-subject analysis. // *Neuroimage*. 2010. – V. 53. – P. 239–246.
112. Homack, S., Riccio C. A. A meta-analysis of the sensitivity and specificity of the Stroop color and word test with children. // *Archives of Clinical Neuropsychology*. – 2004 – V. 19. – P. 725-743.
113. Honomichl R. D., Donnellan M. B. Dimensions of temperament in preschoolers predict risk taking and externalizing behaviors in adolescents // *Social Psychological and Personality Science*. – 2012. – V. 3(1). – P. 14-22.
114. Howard S. J., Johnson J., Pascual-Leone J. Clarifying inhibitory control: Diversity and development of attentional inhibition. // *Cognitive Development*. – 2014. – V. 31. – P. 1-21.
115. Jann K., Dierks T., Boesch C., Kottlow M., Strik W., Koenig T. BOLD correlates of EEG alpha phase-locking and the fMRI default mode network. // *Neuroimage*. – 2009. – V.45. – P. 903–916
116. Jann K., Kottlow M., Dierks T., Boesch C., Koenig T. Topographic electrophysiological signatures of fMRI resting state networks. // *PLoS ONE* 5, 2010: e12945.10.1371/journal.pone.0012945.
117. Jensen-Campbell L.A. Conscientiousness and agreeableness as predictors of school grades, TAKS scores, and adjustment // *Unpublished raw data*. – 2006.
118. Jensen-Campbell L.A., Malcolm K.T. The importance of conscientiousness in adolescent interpersonal relationships. // *Personality and Social Psychology Bulletin*. – 2007. – V. 33(3). – P. 368-83.
119. Jensen-Campbell L. A., Rosselli M., Workman K. A., Santisi M., Rios J., Bojan D. A. Agreeableness, conscientiousness, and effortful control processes // *Journal of Research in Personality*. – 2002. – V.36. – P. 476–489.

120. Ikeda, Y., Okuzumi, H., Kokubun, M. Inhibitory control in children with intellectual disabilities with and without autism spectrum disorders in animal size tests // *International Journal of Developmental Disabilities*. – 2014a. – V. 60. – P. 80-88.
121. Ikeda Y., Okuzumi H., Kokubun M., Haishi K. Age-related trends of interference control in school-age children and young adults in the Stroop color-word test // *Psychological reports*. – 2011. – V.108. – P. 577-584.
122. Johansson M. Attention and Self-regulation in Infancy and Toddlerhood The Early Development of Executive Functions and Effortful Control. // *UppsNa: Acta Universitatis UpSNIensis*. – 2015. – P. 71.
123. Kagan J., Fox N.A. Biology, culture, and temperamental biases // Damon W., Lerner R., Eisenberg N. (Eds.) *Handbook of child psychology: Social, emotional and personality development*, 6th ed. New York: Wiley, 2006. - P. 167–225.
124. Karalunas S. L., Geurts H. M., Konrad K., Bender S., Nigg, J. T. Annual research review: Reaction time variability in ADHD and autism spectrum disorders: Measurement and mechanisms of a proposed trans- diagnostic phenotype. // *Journal of Child Psychology and Psychiatry*. – 2014. – V. 55. – P. 685-710.
125. Kim S., Nordling J. K., Yoon J. E., Boldt L. J., Kochanska G. Effortful control in “hot” and “cool” tasks differentially predicts children’s behavior problems and academic performance // *Journal of Abnormal Child Psychology*. – 2013. – V. 41. - P. 43-56.
126. Kindt M., Brosschot J. Cognitive Bias in Spider-Phobic Children: Comparison of a Pictorial and a Linguistic Spider Stroop. // *Journal of Psychopathology and Behavioral Assessment*. – 1999. – V. 21(3). – P. 207–220.
127. Knyazev G. G. Extraversion and anterior vs. posterior DMN activity during self-referential thoughts. // *Front. Hum. Neuroscience*, 2013a 6:34810.3389/fnhum.2012.00348 [[PMC free article](#)] [[PubMed](#)].
128. Knyazev G. G. Comparison of spatial and temporal independent component analyses of electroencephalographic data: a simulation study. // *Clin. Neurophysiology*, 2013b 10.1016/j.clinph.2013.02.011 [[PubMed](#)].

129. Knyazev G.G., Savostyanov A.N., Bocharov A.V., Tamozhnikov S.S., Saprigyn A.E., Task-positive and task-negative networks and their relation to depression: EEG beamformer analysis. // *Behavioural Brain Research*. – 2016. – V. 306. – P. 160-169.
130. Knyazev G. G., Savostyanov A. N., Bocharov A. V., Slobodskaya H. R., Bairova N. B., Tamozhnikov S. S., Stepanova V. V. Effortful control and resting state networks: A longitudinal EEG study. // *Neuroscience*. – 2017. – V. 346. – P. 365–381.
131. Kochanska G., Murray K., Jacques T., Koenig A., Vandegest K. Inhibitory Control in Young Children and Its Role in Emerging Internalization // *Child Development*. – 1996. – V. 67(2). – P. 490-507.
132. Kochanska G., Murray K., Coy K.C. Inhibitory Control as a Contributor to Conscience in Childhood: From Toddler to Early School Age // *Child Dev.* – 1997. – V. 68. – P. 263–277.
133. Kochanska, G., Murray, K. T., Harlan, E. T. Effortful control in early childhood: Continuity and change, antecedents, and implications for social development // *Developmental Psychology*. – 2000. – V.36. – P. 220– 232.
134. Kochanska, Barry R.A., Jimenez N.B., Hollatz A.L., Woodard J. Guilt and Effortful Control: Two Mechanisms that Prevent Disruptive Developmental Trajectories // *J Pers Soc Psychol*. – 2009. – V. 97(2) – P. 322–333.
135. Kofler M. J., Rapport M. D., Sarver D. E., Raiker J. S., Orban S. A., Friedman L. M., Kolomeyer E. G. Reaction time variability in ADHD: a meta-analytic review of 319 studies. // *Clinical Psychology Review*. – 2013. – V. 33. – P. 795-811.
136. Kopp C. B. Antecedents of self-regulation: A developmental perspective. // *Developmental Psychology*. - 1982. – V. 18. – P. 199–214.
137. Kornienko O.S., Petrenko E.N., Leto I.V., Fedorova N.A., Slobodskaya H.R. Effortful Control in primary schoolchildren: links with personality and well-being. *Infant and Child Development* , 2017 (Under review).
138. Kuhl J., Beckmann J. (Eds.). *Action control: From cognition to behavior*. // Springer Science & Business Media, 2012.

139. Lansbergen M. M., Kenemans J. L., Van Engeland H. Stroop interference and attention-deficit/hyperactivity disorder: a review and meta-analysis // *Neuropsychology*. – 2007. – V. 21. – P. 251.
140. Lehto J., Juujarvi P., Kooistra L., Pulkkinen L. Dimensions of executive functioning: Evidence from children // *British Journal of Developmental Psychology*. – 2003. – V. 21. – P. 59–80.
141. Lemery-Chalfant K., Doelger L., Goldsmith H.H. Genetic relations between effortful and attentional control and symptoms of psychopathology in middle childhood // *Infant and Child Development*. – 2008. – V.17. – P. 365-385.
142. Lengua, L. J. Associations among emotionality, self-regulation, adjustment problems, and positive adjustment in middle childhood // *Journal of Applied Developmental Psychology*. – 2003. – V. 24. – P. 595-618.
143. Lezak, M. D., Howieson D. B., Bigler E. D., Tranel D. *Neuropsychological assessment* // New York, NY: Oxford University Press, 2012.
144. Liew J. Effortful Control, Executive Functions, and Education: Bringing Self-Regulatory and Social-Emotional Competencies to the Table // *Child Development Perspectives*. – 2011. – V. 6(2). – P. 105-111.
145. Luhmann C.C., Chun M.M., Yi D.J., Lee D., Wang X.J. Neural dissociation of delay and uncertainty in intertemporal choice. // *J. Neuroscience*. – 2008. – V. 28. – P.14459–14466.
146. Liu Z., Fukunaga M., de Zwart J.A., Duyn J.H. Large-scale spontaneous fluctuations and correlations in brain electrical activity observed with magnetoencephalography. // *Neuroimage*. – 2010. – V. 51. – P. 102–114.
147. Luckhoo H., Hale J.R., Stokes M.G., Nobre A.C., Morris P.G., Brookes M.J., Woolrich M.W. Inferring task-related networks using independent component analysis in magnetoencephalography. // *Neuroimage*. – 2012. – V. 62. – P.530–41.
148. Macdonald J. A., Beauchamp M. H., Crigan J. A., Anderson P. J. Age-related differences in inhibitory control in the early school years // *Child Neuropsychology*. – 2014. – V. 20. – P. 509-526.

149. MacLeod C. M. Half a century of research on the Stroop effect: an integrative review. // *Psychological Bulletin*. – 1991. – № 109. – P. 163-203.
150. Mantini D., Perrucci M. G., Del Gratta D., Romani G. L., Corbetta M. Electrophysiological signatures of resting state networks in the human brain. // *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* – 2007. – V. 104. – P. 13170–13175.
151. Marchetti I., Koster E. H., Sonuga-Barke E. J., De Raedt R. The default mode network and recurrent depression: a neurobiological model of cognitive risk factors. // *Neuropsychol. Rev.* – 2012. – V.22. – P. 229–251.
152. Martel M.M., Nigg J. T. Child ADHD and personality/temperament traits of reactive and effortful control, resiliency, and emotionality. // *Journal of Child Psychology and Psychiatry*. – 2006. – V. 47(11). – P. 1175–1183.
153. Martel M. M., Nigg J. T., Lucas R. E. Trait mechanisms in youth with and without attention-deficit/hyperactivity disorder. // *Journal of Research in Personality*. – 2008. – V. 42. – P. 895-913.
154. McClelland M.M., Cameron C.E., Connor C.M., Farris C.L., Jewkes A.M., Morrison F.J. Links between behavioral regulation and preschoolers' literacy, vocabulary, and math skills // *Developmental Psychology*. – 2007 – V.43 – P. 947–959.
155. Meece J. L., Anderman E. M., Anderman L. H. Classroom goal structure, student motivation, and academic achievement // *Annual Review of Psychology*. – 2006. – V.57. – P. 487-503.
156. Meyer G. J., Finn S. E., Eyde L. D., Kay G. G., Moreland K. L., Dies R. R., Reed G. M. Psychological testing and psychological assessment: A review of evidence and issues. // *American Psychologist*. – 2001. - V.56. – P. 128-165.
157. Michels L., Muthuraman M., Luchinger R., Martin E., Anwar A.R., Raethjen J., Brandeis D., Siniatchkin M. Developmental changes of functional and directed resting-state connectivities associated with neuronal oscillations in EEG. // *NeuroImage*. – 2013. – V. 81. – P. 231–242.
158. Miyake A., Friedman N.P., Emerson M.J., Witzki A.H., Howerter A., Wager T.D. The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex

- “frontal lobe” tasks: a latent variable analysis // *Cognitive Psychology*. – 2000 – V. 41. – P.49–100.
159. Miyake A., Friedman N.P. The Nature and Organization of Individual Differences in Executive Functions: Four General Conclusions. // *Current Directions in Psychological Science*. – 2013. – V.21 (1). – P. 8–14.
160. Moffitt T.E., Arseneault L., Belsky D., Dickson N., Hancox R.J., Harrington H., Caspi A. A gradient of childhood self-control predicts health, wealth, and public safety // *Proceedings of the National Academy of Sciences*. – 2011. – V. 108. – P. 2693–2698.
161. Montgomery D. E., Koeltzow T. E. A review of the day–night task: The Stroop paradigm and interference control in young children // *Developmental Review*. – 2010. – V. 30 – P. 308-330.
162. Muetzel R.L., Blanken L.M.E., Thijssen S., van der Lugt A., Jaddoe V.W.V., Verhulst F.C. et al. Resting-state networks in 6-to-10 year old children. // *Human Brain Mapp*, 2016.
163. Muris P., Meesters C. Reactive and Regulative Temperament in Youths: Psychometric Evaluation of the Early Adolescent Temperament Questionnaire-Revised. // *Journal of Psychopathology and Behavioral Assessment*. – 2009. – V.31 (1). – P. 7-19 .
164. Muris P., Ollendick T. H. The Role of temperament in the etiology of child psychopathology. // *Clinical Child and Family Psychology Review*. – 2005. – V.8. – P. 271–289.
165. Murray K.T., Kochanska, G. Effortful control: Factor structure and relation to externalizing and internalizing behaviors // *Journ. Abnorm. Child Psychol*. – 2002. – V. 30. – P. 503–514.
166. Nichelli F., Scala G., Vago C., Riva D., Bulgheroni S. Age-Related Trends in Stroop and Conflicting Motor Response Task Findings. // *Child Neuropsychology*. – 2005. – V. 11. – P. 431-443.
167. Nigg J. T. Is ADHD a disinhibitory disorder? // *Psychological Bulletin*. – 2001. – V. 127(5). – P. 571-598.

168. Nigg, J. T. Annual Research Review: On the relations among self- regulation, self- control, executive functioning, effortful control, cognitive control, impulsivity, risk- taking, and inhibition for developmental psychopathology // *Journal of Child Psychology and Psychiatry*. – 2017. – V. 58. – P. 361-383.
169. Olson S.L., Sameroff A. J., Kerr D.C., Lopez N.L., Wellman H.M. Developmental foundations of externalizing problems in young children: The role of effortful control. // *Developmental psychopathology*. – 2005. – V. 17(1). – P. 25-45.
170. O’Neill G.C., Barratt E.L., Hunt B.A.E., Tewarie P.K., Brookes M.J. Measuring electrophysiological connectivity by power envelope correlation: a technical review on MEG methods. // *Phys Med Biol*. – 2015. – V. 60. – P. R271–R295.
171. PaSNich D. S., Livesey D. J., Livesey E. J. Performance on Stroop-like assessments of inhibitory control by 4- and 5-year-old children. // *Infant and Child Development*. – 2010. – V. 19(3). – P. 252-263.
172. Petersen I. T., Hoyniak C. P., McQuillan M. E., Bates J. E., Staples A. D. Measuring the development of inhibitory control: The challenge of heterotypic continuity. // *Developmental Review*. – 2016. V. 40. – P. 25-71.
173. Pauli-Pott U., Mertesacker B., Bade U., Haverkock A., Beckmann D. Parental perceptions of infant temperamental development. // *Infant Beh. and Dev.* - 2003. - V. 26. - P. 27–48.
174. Posner M. I. Rothbart M. K. Developing mechanisms of self-regulation. // *Development and psychopathology*. – 2000. – V.12 (3). – P. 427-41.
175. Posner M. I. Rothbart M. K. Toward a physical basis of attention and self-regulation. // *Physics of Life Reviews*. – 2009. – V.6. – P. 103-120.
176. Posner M. I., Rothbart, M. K., Sheese B. E., Voelker P. Control networks and neuromodulators of early development // *Developmental Psychology*. – 2012. – V. 48(3). – P. 827.
177. Prevor M. B., Diamond A. Color-object interference in young children: A Stroop effect in children 3½-6½ years old. // *Cognitive development*. – 2005. – V. 20(2). – P. 256-278.

178. Putnam S. P., Ellis L. K., Rothbart M. K. The structure of temperament from infancy through adolescence // In A. Elias, A. Angleitner (Eds.). *Advances/proceedings in research on temperament*. Germany: Pabst Scientist Publisher. – 2001. – P. 165–182.
179. Putnam S.P., Rothbart M.K. Development of short and very short forms of the Children's Behavior Questionnaire // *Journ. Pers. Assess.* - 2006. - V. 87. - P. 102–112.
180. Putnam S.P., Gartstein M.A., Rothbart M.K. Measurement of fine-grained aspects of toddler temperament: The Early Childhood Behavior Questionnaire // *Infant Beh. and Dev.* - 2006. - V. 29. - P. 386–401.
181. Raichle M.E., MacLeod A.M., Snyder A.Z., Powers W.J., Gusnard D.A., Shulman G.L. A default mode of brain function. // *Proc Natl Acad Science USA*. – 2001. –V. 98. – P. 676–682.
182. Raichle M.E. The brain's default mode network. // *Annu Rev Neuroscience*. – 2015. – V. 38. – P. 433–447.
183. Raine L. B., Kao S. C., Pindus D., Westfall D. R., Shigeta T. T., Logan N., Khan N. A. A large-scale reanalysis of childhood fitness and inhibitory control. // *Journal of Cognitive Enhancement*. – 2018. – V. 2. – P. 170-192.
184. Raver C.C. Emotions matter: Making the case for the role of young children's emotional development for early school readiness. // *Social Policy Report*. – 2002 – V.16 (3). – P.3–18.
185. Rothbart M. K., Chew K. H., Gartstein M. A. Assessment of temperament in early development: Biobehavioral assessment of the infant. / In L. T. Singer, P. S. Sanford (Eds.). // New York: Guilford Press, 2001. – P. 190–208.
186. Rothbart M.K., Derryberry D. Development of individual differences in temperament // *Advances in Developmental Psychology Erlbaum*. – 1981. – V. 1. – P. 33-86.
187. Rothbart M. K., Ahadi S. A., Hershey K. L., Fisher P. Investigations of temperament at 3-7 years: The Children's Behavior Questionnaire. // *Child Development*. – 2001. – V.72. – P. 1394-1408.

188. Rothbart M.K. Temperament – Synthesis // R.E. Tremblay, M. Boivin, R.DeV. Peters (Eds.) Encyclopedia on early childhood development [online], 2012.
189. Rothbart M.K. Temperament, development and personality // Cur. Direct. in Psychol. Science. – 2007. – V. 16. – P. 207–212.
190. Rothbart M.K., Bates J.E. Temperament: Handbook of Child Psychology / Rothbart M.K., Bates J.E. In W. Damon, N. Eisenberg (Eds.)// New York: Wiley, 1998. – V.3. - P. 105-176.
191. Rothbart M.K., Bates J.E. Temperament: Handbook of child psychology: Social, emotional and personality development, 6th ed. / In Damon W., Lerner R., Eisenberg N. (Eds.) // New York: Wiley, 2006. – P. 99–166.
192. Rothbart, M. K., Jones, L. B. Temperament, Self-Regulation, and Education. // School Psychology Review. – 1998. – V. 27. – P.479.
193. Rothbart M. K., Posner M. I. Temperament, attention, and developmental psychopathology. / In D. Cicchetti and D. J. Cohen (Eds.). // Developmental psychopathology. Developmental neuroscience (2nd ed., pp. 465–501). Hoboken, NJ: Wiley, 2006. – V.2.
194. Rothbart M.K., Sheese B.E., Rueda M.R., Posner M.I. Developing mechanisms of self-regulation in early life // Emotion Review. - 2011. - V. 2. - P. 207–213.
195. Rothbart M.K., Derryberry D. Temperament in children // Psychology at the turn of the millennium. Vol. 2: Social, developmental, and clinical perspectives / Eds. C. von Hofsten, L. Bäckman. East Sussex, UK: Psychology Press, 2002. - P. 17—35.
196. Rothbart M.K., Posner M.I. The developing brain in a multitasking world // Developmental Review. - 2015. - V. 35. - P. 42—63.
197. Roy A., Kefi M. Z., Bellaj T., Fournet N., Le Gall D., Roulin J. L. The Stroop test: A developmental study in a French children sample aged 7 to 12 years // Psychologie Française. – 2018. – V. 63. – P. 129-143.
198. Rubia K., Smith A., Taylor E. Performance of children with attention deficit hyperactivity disorder (ADHD) on a test battery of impulsiveness // Child Neuropsychology. – 2007. – V. 13 – P. 276-304.

199. Rueda M., Posner M., Rothbart M. Attentional control and self-regulation: Handbook of Self-Regulation. Research, Theory and Applications. / In K. D. Vohs, R. F. Baumeister (Eds.) // New York, NY US: Guilford Press , 2011. – P. 283-300.
200. Rueda M. R., Rothbart M.K., McCandliss B.D., Saccomanno L., Posner M.I. Training, maturation, and genetic influences on the development of executive attention // Proceedings of the National Academy of Sciences USA. - 2005. - V. 102. - P. 14931–14936.
201. Rueda M. Effortful control: Handbook of temperament / In M. Zentner, R. L. Shiner (Eds.). // New York, NY, US: Guilford Press, 2012. – P. 145-167.
202. Sadaghiani S., Scheeringa R., Lehongre K., Morillon B., Giraud A. L., D'Esposito M., et al. Alpha-band phase synchrony is related to activity in the frontoparietal adaptive control network. // J. Neuroscience. – 2012. V. 32. – P. 14305–14310.
203. Sadaghiani S., Scheeringa R., Lehongre K., Morillon B., Giraud A. L., Kleinschmidt A. Intrinsic connectivity networks, alpha oscillations, and tonic alertness: a simultaneous electroencephalography/functional magnetic resonance imaging study. // J. Neuroscience. – 2010. - V. 30. – P. 10243–10250.
204. Samyn V., Roeyers H., Bijttebier P., Wiersema J.R. Attentional networks in boys with ADHD or autism spectrum disorder and the relationship with effortful control // Journ. Attent. Disord. - 2013. - V. 20. - P. 1–12.
205. Sato J.R., Salum G.A., Gadelha A., Picon F.A., Pan P.M., Vieira G., et al. Age effects on the default mode and control networks in typically developing children. // J. Psychiatry Res. – 2014. – V. 58. – P. 89–95.
206. Seeley W.W., Menon V., Schatzberg A.F., Keller J., Glover G.H., Kenna H., Reiss A.L., Greicius M.D. Dissociable intrinsic connectivity networks for SNience processing and executive control. // J. Neuroscience. – 2007. – V. 27. – P. 2349–2356.
207. Shannon B.J., Raichle M.E., Snyder A.Z., Fair D.A., Mills K.L., et al. Premotor functional connectivity predicts impulsivity in juvenile offenders. // Proc Natl Acad Sci U S A. – 2011. – V.108. – P.11241–11245.

208. Shiner R. L. Temperament and personality in childhood: Handbook of personality development / In D. K. Mroczek, T. Little (Eds.) // Mahwah, NJ: Erlbaum, 2006. – P. 213-230.
209. Siems M., Pape A.A., Hipp J.F., Siegel M. Measuring the cortical correlation structure of spontaneous oscillatory activity with EEG and MEG. // *NeuroImage*. – 2016. – V. 129. – P. 345-355.
210. Silk J.S., Steinberg L., Morris A.S. Adolescents' emotion regulation in daily life: Links to depressive symptoms and problem behavior. // *Child Development*. – 2003. – V. 74. – P. 1869-1880.
211. Simonds J., Rothbart M.K. The Temperament in Middle Childhood Questionnaire (TMCQ): A computerized self-report measure of temperament for ages 7–10 // Poster presented at the Occasional Temperament Conference, Athens, GA, 2004.
212. Slobodskaya H.R., Petrenko E.N., Loginova S.V. Relations of child effortful control to personality, well-being and parenting. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 2017 (Under review).
213. Slobodskaya H. R., Zupancic M. Development and Validation of the Inventory of Child Individual Differences-Short Version in Two Slavic Countries. // *Studia Psychologica*. – 2010. – V.52 (1). – P. 23.
214. Smit D.J., Boersma M., Schnack H.G., Micheloyannis S., Boomsma D.I., Hulshoff Pol H.E., Stam C.J., de Geus E.J. The brain matures with stronger functional connectivity and decreased randomness of its network. *PloS One* 7, 2012: e36896.
215. Sole'-Padulle's C., Castro-Fornieles J., de la Serna E., Calvo R., Baeza I., Moya J., et al. Intrinsic connectivity networks from childhood to late adolescence: effects of age and sex. // *Dev Cogn Neuroscience*. – 2016. – V.17. – P. 35–44.
216. Sonuga-Barke E. J., Castellanos F. X. Spontaneous attentional fluctuations in impaired states and pathological conditions: a neurobiological hypothesis. // *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*. – 2007. – V. 31. – P. 977-986.
217. Spann C. A., Gagne J. R. Aggressive behaviors in young siblings: associations with executive functions and maternal characteristics // *Journal of Abnormal Child Psychology*. – 2016. – V. 44. – P. 523-533.

218. Spinrad T.L., Eisenberg N., Cumberland A., Fabes R.A., Valiente C., Shepard S.A., Reiser M., Losoya S.H., Guthrie I.K.. Relation of emotion-related regulation to children's social competence: a longitudinal study. // *Emotion*. – 2006. – V. 6(3). – P. 498–510.
219. Spinrad T.L., Eisenberg N., Gaertner B., Popp T., Smith C.L., Kupfer A., Greving K., Liew J., Hofer C. Relations of Maternal Socialization and Toddlers' Effortful Control to Children's Adjustment and Social Competence // *Developmental Psychology*. – 2007. – V. 43(5). – P. 1170-1186.
220. Stroop J. R. Studies of interference in serial verbal reactions. // *Journal of Experimental Psychology*. – 1935. – V. 8(6). – P. 643-662.
221. Supekar K., Musen M., Menon V. (2009) Development of large-scale functional brain networks in children. // *Neuroscience*. – 2009. – V. 171. – P.622–634.
222. Szűcs D., Soltész F., Bryce D., Whitebread D. Real-time tracking of motor response activation and response competition in a Stroop task in young children: a lateralized readiness potential study // *Journal of Cognitive Neuroscience*. – 2009. – V.21. – P. 2195-2206.
223. Thatcher R.W., Walker R.A., Giudice S. Human cerebral hemispheres develop at different rates and ages. // *Science*. – 1987. – V. 236. – P. 1110–1113.
224. Ten Eycke K. D., Dewey D. Parent-report and performance-based measures of executive function assess different constructs. // *Child Neuropsychology*. – 2016. – V. 22. – P. 889-906.
225. Tobin R. M., Graziano W. G., Vanman E. J. Personality, emotional experience, and efforts to control emotions Tobin R. M., Graziano W. G., Vanman E. J. // *Journal of Personality and Social Psychology*. – 2000. – V.79 (4). – P.656–669.
226. Valiente C., Lemery-Chalfant K., Castro K.S. Children's effortful control and academic competence. Mediation through school liking // *Merrill-Palmer Quarterly*. – 2007. – V.53. – P.1-25.
227. Valiente C., Lemery-Chalfant K., Swanson J., Reiser M. Prediction of children's academic competence from their effortful control, relationships, and classroom participation. // *Journal of Educational Psychology*. – 2008 – V.100. – P.67–77.

228. Valiente C., Lemery-Chalfant K., Swanson J. Children's responses to daily social stressors: relations with parenting, children's effortful control, and adjustment. // *Journal of child psychology and psychiatry, and allied disciplines*. – 2009. – V.50 (6). – P. 707-17.
229. Valiente C., Lemery-Chalfant K.S., Swanson J. Prediction of kindergartners' academic competence from their effortful control and negative emotionality: Evidence for direct and moderated relations. // *Journal of Educational Psychology*. – 2010. – V.102. – P.550–560.
230. Valiente C., Eisenberg N., Haugen R., Spinrad T.L., Hofer C., Liew J., Kupfer A. Children's Effortful Control and Academic Achievement: Mediation Through Social Functioning. // *Early education and development*. 2011. – V.22 (3). – P.411-433.
231. Valiente C., Eisenberg N., Smith C., Reiser M., Fabes R., Losoya S., Guthrie I., Murphy B. The Relations of Effortful Control and Reactive Control to Children's Externalizing Problems: A Longitudinal Assessment. // *Journal of personality*. – 2004. – V. 71. – P. 1171-96.
232. Van Mourik R., Oosterlaan J., Sergeant J. A. The Stroop revisited: A meta-analysis of interference control in ADHD. // *Journal of Child Psychology and Psychiatry*. – 2005. – V.46. – P. 150–165.
233. Vermeulen N., Godefroid J., Mermillod M. Emotional Modulation of Attention: Fear Increases but Disgust Reduces the Attentional Blink // *PLoS ONE*. – 2009. – V. 4(11).
234. Verstraeten K., Vasey M.W., Claes L., Bijttebier P. The assessment of effortful control in childhood: Questionnaires and the test of everyday attention for children compared // *Pers. and Individ. Diff.* – 2010. - V. 48. - P. 59–65.
235. Vincent J.L., Kahn I., Snyder A.Z., Raichle M.E., Buckner R.L. Evidence for a frontoparietal control system revealed by intrinsic functional connectivity. // *J. Neurophysiology*. – 2008. – V. 100. – P. 3328–3342.
236. Vogel A. C., Power J. D., Petersen S. E., Schlaggar B. L. Development of the brain's functional network architecture. // *Neuropsychol. Rev.* – 2010. –V. 20. – P. 362–375

237. Washington S.D., VanMeter J.W. Anterior-posterior connectivity within the default mode network increases during maturation. // *Int J Med Biol Front.* – 2015. – V. 21. – P. 207–218.
238. Weissman D.H., Roberts K.C., Visscher K.M., Woldorff M.G. The neural bases of momentary lapses in attention. // *Nat Neuroscience.* – 2006. – V. 9. – P. 971–978.
239. Wens V., et al. Inter- and intra-subject variability of neuromagnetic resting state networks. // *Brain Topography.* - 2014a. – V.27. – P. 620.
240. Wens V., Mary A., Bourguignon M., Goldman S., Marty B., Beeck M.O., Bogaert P.V., Peigneux P., Tiege X.D. About the electrophysiological basis of resting state networks. // *Clin. Neurophysiol.* - 2014b. – V.125. – P. 1711–3.
241. Wolfe C. D., Bell M. A. Sources of variability in working memory in early childhood: A consideration of age, temperament, language, and brain electrical activity // *Cognitive Development.* – 2007. – V. 22. – P. 431-455.
242. Wright I., Waterman M., Prescott H., Murdoch- Eaton D. A new Stroop- like measure of inhibitory function development: typical developmental trends // *Journal of Child Psychology and Psychiatry.* – 2003. – V. 44. – P. 561-575.
243. Wu L., Eichele T., Calhoun V. D. Reactivity of hemodynamic responses and functional connectivity to different states of alpha synchrony: a concurrent EEG-fMRI study. // *Neuroimage.* – 2010. – V. 52. – P. 1252–1260.
244. Wylie K.P., Rojas D.C., Ross R.G., Hunter S.K., Maharajh K., Cornier M-A., Tregellas J.R. Reduced brain resting-state network specificity in infants compared with adults. // *Neuropsychiatr Dis Treat.* – 2014. – V. 10. – P.1349–1359.
245. Yamagata S., Takahashi Y., Kijima N., Maekawa H., Ono Y., Ando J. Genetic and environmental etiology of effortful control // *Twin Research and Human Genetics.* – 2005. – V.8. – P. 300-306.
246. Zelazo P. D., Müller U. Executive Function in Typical and Atypical Development: Blackwell Handbook of Childhood Cognitive Development. / In U. Goswami (Eds.) // Malden, MA: Blackwell Publishing, 2002. – P. 445–469.

247. Zelazo P. D., Muller U., Frye D., Marcovitch S. The development of executive function in early childhood // *Monographs of the Society for Research in Child Development*. – 2003. – V. 68. – P. 274.
248. Zelazo P.D. Executive function: Reflection, iterative reprocessing, complexity, and the developing brain // *Developmental Review*. – 2015. – V.38. – P. 55–68.
249. Zhou Q., Chen S. H., Main A. Commonalities and differences in the research on children's effortful control and executive function: A call for an integrated model of self- regulation // *Child Development Perspectives*. – 2012. – V. 6. – P. 112-121.
250. Zhou, Q., Main A. The Relations of Temperamental Effortful Control and Anger/Frustration to Chinese Children's Academic Achievement and Social Adjustment: A Longitudinal Study. // *Journal of Educational Psychology*. – 2010 – V. 102(1). – P.180 –196.
251. Zimmerman B. J. Academic studying and the development of personal skill: A self-regulatory perspective // *Educational Psychologist*. – 1998. – V.33 (2-3). – P. 73-86.