

СПЕЦИФИКА ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ ФУНКЦИЙ У НЕДОНОШЕННЫХ ДЕТЕЙ. ОБЗОР ИНОСТРАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Е.И. НИКОЛАЕВА^{1*}, О.А. ИВАНОВА²

¹ *Российский государственный педагогический университет, Санкт-Петербург;*

² *Воронежский государственный университет, Воронеж,*

В статье представлен обзор иностранных исследований, проведенных за последние 30 лет по теме выявления специфики исполнительных функций у недоношенных детей. Определены противоречия в выводах различных авторов о различиях вербальной и пространственной памяти у доношенных и преждевременно рожденных детей. Представлены результаты мета-анализа дефицита управляющих функций у недоношенных детей в разные возрастные периоды. Обсуждены биологические, экологические, социо-экономические факторы когнитивных проблем преждевременно рожденных детей, рассмотренные в различных исследованиях. Проанализированы данные о последствиях рождения на разных этапах гестации в дошкольном, младшем школьном, подростковом, юношеском и взрослом возрастах. Обзор иностранных источников свидетельствует о том, что у недоношенных детей по сравнению с доношенными детьми уровень сформированности исполнительных функций в существенной мере определяется качеством выхаживания и заботой воспитывающих ребенка людей, уровнем их образования и зрелости. Влияние недоношенности на исполнительные функции, скорее всего, является предметно-специфическим, а не глобальным фактором; их можно тренировать и улучшать в разном возрасте.

Ключевые слова: недоношенные дети, преждевременные роды, исполнительные функции, исполнительные функции у недоношенных детей.

DOI: 10.24412/2073-0861-2021-3-55-70

Введение

Значимость темы можно подтвердить следующими данными. На платформе Elsevier при наборе «preterm child + executive functions» только за первую половину 2021 года выпадает 31 обзор.

Согласно ВОЗ (2012), преждевременные роды можно разделить на несколько групп: крайне преждевременные (<28 недель гестации), очень преждевременные (28<32 недель гестации), умеренно преждевременные (32–33 недели гестации) и поздние преждевременные роды (34–36 недель). Очевидна

необходимость современных исследований с опорой на ранее полученные данные особенностей развития исполнительных функций у детей каждой группы.

Обзор зарубежных исследований специфики исполнительных функций у недоношенных детей

Большая часть исследований описывает детей с минимальным числом выхаживаемых дней. Однако есть исследования показывающие, что и дети, рожденные в период 34–36 недель, также имеют повышенную заболеваемость и смертность по сравнению с доношенными детьми [82], и еще в 24 мес. постнатального развития они набирают меньше баллов по шкале Бейли по сравнению с нормативно развивающимися детьми [81].

J.L. Cheong [16] с соавторами показали, что 198 поздно недоношенных детей отли-

© Николаева Е.И., Иванова О.А., 2021

* **Для корреспонденции:**

Николаева Елена Ивановна
профессор кафедры педагогической психологии и семейной педагогики Государственного педагогического университета им. Герцена, Санкт-Петербург, Российская Федерация
E-mail: klematina@yandex.ru

чались от 183 доношенных по шкалам теста Бейли вплоть до 2 лет даже при корректровке данных на возраст (то есть сравнение не с доношенными детьми того же возраста постнатального развития, а с доношенными детьми более младшего возраста, причем уменьшение возраста соответствует времени недоношенности). Наибольшие изменения обнаруживаются в развитии речи. Ухудшения речи найдены и другими авторами, например, при исследовании детей в Южной Каролине [64] и в Норвегии [72]. Но есть исследования [66], в которых продемонстрировано, что коррективка на возраст уравнивает детей в развитии когнитивных функций и отличия исчезают.

Изучение большой когорты финских детей, рожденных в 1991 г., позволило обнаружить связь между поздним невынашиванием и риском раннего вмешательства до конца первого года жизни. Факторами, повышающими вероятность вмешательства, были: реанимация при рождении, применение антибиотиков в первый год жизни, внутричерепное кровоизлияние, значение по шкале Апгар на первой минуте меньше 7 баллов.

Согласно данным С. Shapiro-Mendoza [70], раннее вмешательство потребовалось 1/3 детей, рожденных до 34 недели. При этом мальчики, у которых матери старше 40 лет и не имели высшего образования, требовали раннего вмешательства чаще других.

Развитие центральной нервной системы недоношенных детей может отличаться от такового у доношенных [7]. Это ведет к изменению когнитивных способностей и, как следствие, снижению академических достижений в будущем, хотя результаты разных авторов существенно отличаются. Так, есть данные, что в среднем по группе интеллект у недоношенных находится в пределах нормы [28]; тем не менее показано и существенное различие по этому параметру с доношенными детьми [56, 76], а также выявлено небольшое снижение относительно нормы [73].

Изменения сохраняются и во взрослом периоде жизни. Доказано, что и те, кто рожден на 34–36 неделях и 37–38 неделях, чаще умирают до 45 лет; причем, среди распространенных причин находятся инсульты, диабет второго типа, аллергические заболевания. У недоношенных в целом по группе отмечается легкое снижение когнитивных способностей, большая вероятность ментальных заболеваний, более низкий уровень образования [42]. Однако большой разброс данных объясняется особенностями последующего выхаживания таких детей, что в существенной мере связано и с образованием матери.

Чем качественнее медицина в стране и мире, тем меньше детская смертность, прежде всего по причине недоношенности. В настоящее время выхаживание детей до полутора килограммов существенно изменилось, что и ставит задачу выявления факторов, позволяющих прогнозировать уровень жизни таких детей за пределами раннего возраста.

Согласно многочисленным данным, окончательный результат физического, эмоционального и когнитивного развития определяется длительностью вынашивания [2], качеством выхаживания в первые дни после рождения [58] и биологическими возможностями организма ребенка.

Многие проблемы объясняются особенностью развития мозга в последний период беременности. Рост и развитие мозга происходят по определенной схеме и в конкретных временных рамках, причем, скорость развития разных структур зависит от периода гестации. Существуют критические периоды развития, в которые конкретные клетки восприимчивы к внешним воздействиям или травмам. Если воздействие произошло во время критического периода роста и дифференциации структур мозга, возможно изменение траектории развития мозга, которая предполагает уникальные особенности неврологического состояния [82]. Наиболее стремительное развитие мозга становится во

второй половине гестации. На 34-й неделе масса мозга достигает лишь 65% от окончательной [30]. С помощью технологии объемного магнитного резонанса на поздних сроках беременности исследователи показали четырехкратное увеличение объема коры больших полушарий головного мозга ребенка примерно между 30 и 40 неделями [38]. Кроме того, между 35 и 41 неделями происходит пятикратное увеличение объема миелинизированного белого вещества [38]. Мозжечок тоже активно растет и развивается, примерно 25% роста происходит на последние недели развития в утробе матери [46]. В основе этих изменений лежат базовые клеточные и региональные события в развитии нейронов, олигодендроцитов, астроцитов, микроглии и кровеносных сосудов [43].

На 24–32-й неделях внутриутробного развития таламические афференты формируют синапсы на субпластинке – временной структуре, которая генерирует эндогенную активность при несформированной коре. Эти таламические связи с субпластинкой важны для образования долговременных таламо-кортикальных сетей [44], постепенно создающих синапсы с кортикальными нейронами (по мере появления соответствующих областей коры). Нарушение этого процесса может вести к апоптозу [24] и менять развитие таламо-кортикальных аксонов [19, 53]. Рождение в этот период ведет к неправильной миелинизации [27], снижению объема кортикального и субкортикального серого вещества [15], сокращению таламо-кортикальных связей [8]. Эти структурные изменения сохраняются в школьный период [34] и у взрослых [51, 59] и связаны с низким IQ [10].

Таламус работает как сенсорное реле, направляя периферическую информацию в кору больших полушарий, и как интегративный хаб для кортикальной репрезентации, являясь посредником в таламо-кортикальной коммуникации [39]. Он связан с многочисленными когнитивными

функциями [41, 71, 75]. Таламус регулирует мощность кортикальной электрической активности в различных частотах и их изменение при когнитивных процессах [64].

Замедление альфа-активности до тета связывают с таламусом [64]. У крайне недоношенных детей снижение альфа-мощности даже в школьный период и рост гамма-активности также связывают с особенностями таламуса [23] и атипичной коннективностью [45, 52].

Последствия недосформированности структур у детей, рожденных раньше срока, могут сохраняться и после рождения. С.Е. Rogers et al. [65] сообщили, что объемы серого вещества в правой височной и теменной областях были меньше у недоношенных детей и в возрасте 6–12 лет по сравнению с доношенными детьми. Это изменение объема коррелировало с выраженностью тревожности у недоношенных в школьном возрасте. J.E. Brumbaugh et al. [12, 13] обнаружили больше проблем с поведением в школьном возрасте в среднем по группе недоношенных детей, о которых сообщали родители, сложности со скоростью обработки информации при зрительно-пространственном восприятии, проблемы с памятью по сравнению с доношенными детьми. Ухудшение отмечалось во владении языком, исполнительных функциях и моторике.

Сам процесс рождения чуть раньше меняет стратегию развития, что доказано исследованиями, показывающие различия в результатах магнитно-резонансной томографии (МРТ) между поздними недоношенными детьми и доношенными детьми [78]. Внешнее воздействие может быть чрезмерным для недоношенных, поскольку ферментные системы недоношенного не готовы встретиться с сильными внешними воздействиями.

Несколько исследований обнаружили градуальное влияние раннего рождения на когнитивные способности. Было установлено, что раннее рождение в среднем снижает интеллект на 2,5 балла за каждую

неделю досрочного рождения при рождении до 33 недель [40, 50]. В соответствии с более сниженным интеллектом уже в начальной школе у детей с очень низкой массой тела при рождении отмечаются ухудшение зрительно-пространственной ориентации, внимания, исполнительных функций по сравнению с доношенными детьми [61], даже в тех случаях, когда было выравнивание по медицинским факторам риска и социо-экономическому статусу семей [36]. Мета-анализ результатов детей школьного возраста продемонстрировал максимальное ухудшение по сравнению с доношенными детьми в отношении исполнительных функций [3]. Нарушение исполнительных функций представляет особый интерес, учитывая их негативное влияние на дальнейшее поведение и академическую успеваемость. Подобное нарушение препятствует раннему обучению недоношенных детей, а потому измерение этих нарушений является лучшим прогностическим индикатором более поздних трудностей поведения и адаптации к школе по сравнению с другими когнитивными оценками [75].

В то же время, согласно данным K.R. Wolfe et al. [79], если выравнивать группы и сопоставлять результаты недоношенных детей, у которых проводился постоянный мониторинг состояния и необходимые занятия сразу после рождения, и группу вовремя рожденных детей, но в роддоме проходивших интенсивную терапию, то различий в уровне сформированности исполнительных функций обнаружено не было вплоть до 4–6 лет. В этом исследовании недоношенных было 20, доношенных – 18 детей.

Существуют разные представления относительно состава исполнительных функций [1], но чаще всего признаются два следующих подхода. Согласно A. Diamond, к исполнительным функциям относится набор когнитивных процессов, участвующих в саморегуляции эмоций и целенаправленном поведении [20, 75]. Тремя важнейшими

составляющими исполнительных функций являются тормозный контроль, рабочая память и когнитивная гибкость [57]. Есть представление, что исполнительные функции стоит делить на горячие и холодные [84]; при этом горячие исполнительные функции характеризуются высокой аффективной вовлеченностью, когда необходима гибкая оценка аффективного значения стимула. За эти функции отвечает вентральная и медиальная префронтальная кора. Неэмоциональное применение исполнительных функций, предполагающее анализ и поведение в абстрактных ситуациях вне контекста, относят к холодным исполнительным функциям. Их связывают с дорсальной латеральной префронтальной областью коры.

Горячие и холодные исполнительные функции – это разные, но взаимосвязанные измерения. Горячие функции измеряются при решении эмоциональных проблем и регулирования поведения: дети должны ждать своей очереди, чтобы включиться в игру; откладывать удовлетворение желания, например, ожидая, когда придет экспериментатор и разрешит съесть зефир; подчиняться правилам игры. Холодные исполнительные функции определяются при оценке решения когнитивных проблем и регулирования, когда дети манипулируют абстрактными понятиями и символами [11, 83].

Управляющие функции формируются в детстве и улучшаются с течением времени на протяжении жизненного опыта [37]. Дошкольный возраст (2–6 лет) является ключевым периодом развития для оценки управляющих функций, поскольку он представляет собой этап, предшествующий обучению в школе. На развитие управляющих функций влияют биологические, эмоциональные и социальные факторы, особенно бедность и образование родителей [21]. Это те же факторы, которые влияют на качество восстановления функционирования мозга после преждевременного рождения. Именно этим и обусловлен интерес к

качеству формирования исполнительных функций у недоношенных детей.

Младенцы развивают управляющие функции благодаря избирательному наблюдению за происходящими вокруг них явлениями, а потом и манипулированию объектами пространства, окружающего их [29]. По мере созревания системы произвольного внимания развивается сопутствующая способность осуществлять контроль над более автоматической системой внимания.

Недоношенные дети с более низким гестационным возрастом или низкой массой тела при рождении подвержены риску уменьшения объема мозга в структурах, связанных с исполнительными функциями, таких как лобная, теменная и височная кора, базальные ганглии, мозжечок [17]. Следовательно, недоношенные дети имеют широкий спектр нарушений исполнительных функций по сравнению с доношенными детьми и с детьми, имеющими нормальную массу тела при рождении. Более того, степень нарушения пропорциональна степени недоношенности [4, 55].

Другими биологическими факторами, которые могут увеличить риск нарушения исполнительных функций, являются наличие бронхолегочной дисплазии, постнатальное использование стероидов, ретинопатия недоношенных, сепсис, нейросенсорная недостаточность [62] и внутрижелудочковые кровоизлияния [28].

В недавнем исследовании С. Fernandez-Baizan et al. [28] у недоношенных детей с массой тела при рождении ≤ 1500 г. в возрасте 5–7 лет обнаружили более высокую импульсивность и более низкую кратковременную зрительную память по сравнению со стандартными тестовыми нормами. Недоношенные могут догнать доношенных детей к 10–13 годам при условии адекватного ухода за ними и мониторинга их когнитивных процессов [18].

В дошкольном периоде у недоношенных детей возникали проблемы с тормозящим контролем в ожидании награды и от-

кладывании ее удовлетворения [9, 32]. Два недавних мета-анализа выявили, что дефицит управляющих функций сохраняется на протяжении всего развития популяции недоношенных детей в разном возрасте [14, 35].

С помощью количественного мета-анализа изучалось влияние общего состояния, пола и возраста на исполнительные функции у недоношенных детей и их доношенных сверстников в разном возрасте [35]. В этом исследовании у недоношенных детей или детей с низкой массой тела при рождении значимые отличия ($p \leq 0,5$) от доношенных детей и детей с нормативной массой тела найдены для объема рабочей памяти и когнитивной гибкости, а различия для тормозного контроля составили $p \leq 0,4$. Эти различия не зависели от возможности раннего вмешательства и медицинской помощи в более поздний период времени.

В другом мета-анализе установлено, что у крайне недоношенных детей по сравнению с их доношенными сверстниками дефицит управляющих функций наблюдался в возрасте от 4 до 17 лет, и особенно выраженными эти различия были в возрасте от 4 до 10 лет. Есть предположение, что такие результаты связаны с незавершенными процессами созревания нервной системы [14]. У детей средней степени недоношенности наибольшая разница с доношенными детьми была обнаружена в дошкольном возрасте, при этом в 11 лет никаких различий уже не выявлено [55]. Именно поэтому максимальная степень поддержки недоношенным детям должна осуществляться в дошкольном возрасте, чтобы поддержать меры по усилению этих функций до того, как дети пойдут в начальную школу [35].

Низкий гестационный возраст связан с низкой эффективностью тормозного контроля в возрасте 3,0–4,5 лет [25] и 4–6 лет [12]. Чем меньше гестационный возраст, тем выраженнее снижение тормозного контроля [79].

Наиболее значительное ухудшение исполнительных функций происходит у де-

тей, родившихся на сроке менее 28 недель и с массой тела менее 1000 г, а также у детей, родившихся на сроке менее 32 недель после рождения с очень низкой массой тела при рождении (<1500 г) [62].

Многое зависит и от непосредственной ситуации после рождения. Чем дольше недоношенные дети оставались в отделении интенсивной терапии, тем более низкие показатели тормозного контроля в возрасте 3,5–4,5 лет они демонстрировали [85]. Снижение тормозного контроля у недоношенных детей по сравнению с доношенными в дошкольном возрасте показали многие авторы [12, 17, 47, 48, 49, 74, 77, 80].

Чем хуже тормозный контроль недоношенных детей в возрасте 3–3,5 лет [6] и 6 лет [22, 77], тем больше у них поведенческих проблем. У недоношенных детей с очень низкой массой тела при рождении была найдена связь между дефицитом тормозного контроля и низким вербальным IQ в возрасте 3–4 лет [49].

По сравнению с доношенными детьми недоношенные дети продемонстрировали худшие показатели вербальной и пространственной рабочей памяти в возрасте 4 лет [12] и 6 лет [17], а также общей рабочей памяти в возрасте 3–5 лет [47, 48] и 5–6 лет [26]. При этом мальчики с очень низкой массой тела при рождении имели более низкие показатели рабочей памяти по сравнению с их сверстницами [49]. Считается, что чем выше гестационный возраст недоношенного ребенка, тем лучше его рабочая память в возрасте от 3 до 4,5 лет [25].

Однако некоторые исследования не нашли различий в уровне рабочей памяти доношенных и недоношенных детей [32, 79].

Еще один параметр исполнительных функций – когнитивная гибкость. В отношении этого показателя также есть противоречие в результатах у разных авторов. Есть данные, что она ниже у недоношенных детей по сравнению с доношенными до 2 лет и 6 лет [17] и 3–6 лет [26, 69]). Однако есть и те, кто не смог найти различий между этими группами [5, 12, 32, 33].

Факторы, способствующие большей эффективности исполнительных функций

К защитным факторам против негативного воздействия преждевременных родов на когнитивную гибкость недоношенных дошкольников до 3–3,5 лет относятся снижение числа оперативных вмешательств и неприменение стероидов матерями в процессе вынашивания. Уменьшение этих факторов приводило к лучшей когнитивной гибкости недоношенных дошкольников в возрасте от 3 до 3,5 лет [25]. Меньшее время пребывания в палате интенсивной терапии также является фактором, улучшающим прогноз [85]. Отмечено, что чем выше образовательный уровень матери, тем лучше показатели когнитивной гибкости недоношенных детей в возрасте от 3 до 5 лет [48]. При этом депрессия матери во время вынашивания не влияет на формирование исполнительных функций [63].

Хотя исполнительные функции являются более точным коррелятом академической успеваемости, чем IQ, у крайне недоношенных детей предложено считать оба показателя прогностическими факторами успешности обучения в школе [31]. Было констатировано, что когнитивные способности недоношенных детей с низкой и малой массой тела связаны с характеристиками: гестационный возраст и масса тела при рождении [28, 67], осложнения в процессе беременности и при родах [28, 54], пол (у девочек когнитивные способности при прочих равных условиях выше [26, 49, 60, 85], высшее образование матери [56, 73]).

Для формирования эффективного тормозного контроля важен не только сам факт недоношенности, но и социально-эмоциональный фон проживания в семье [77].

Часть исследований показала, что недоношенные дети успевают в школе лучше, чем их доношенные сверстники [12, 17, 26, 47, 48, 49, 74, 80].

Некоторые авторы не выявили значительных различий между недоношенными

и доношенными детьми с точки зрения рабочей памяти [32, 79].

Все это свидетельствует о том, что влияние недоношенности на исполнительные функции, скорее всего, является предметно-специфическим, а не глобальным фактором [12].

Помимо недоношенности, другие биологические или экологические факторы риска могут влиять на сформированность исполнительных функций у недоношенных детей в дошкольном возрасте [68]. Согласно А. Diamond [20], исполнительные функции можно тренировать и улучшать в разном возрасте.

Заключение

Настоящий обзор свидетельствует о том, что у недоношенных детей по сравнению с доношенными уровень сформированности исполнительных функций в существенной мере определяется качеством выхаживания и заботой воспитывающих ребенка людей, уровнем их образования и зрелости.

Литература

1. Николаева Е.И., Вергунов Е.Г. Что такое «executive functions» и их развитие в онтогенезе // Теоретическая и экспериментальная психология. – 2017. – Т. 10. – № 2. – С. 62–81.
2. Отева Э.А., Николаева Е.И., Николаева А.А., Сартакова В.Н., Парм Ю.Н. Оценка состояния здоровья беременных в новосибирском научном центре: соматические и психологические аспекты // Акушерство и гинекология. – 1994. – Т. 70. – № 3. – С. 25–27.
3. Aarnoudse-Moens C.H., Weisglas-Kuperus N., van Goudoever J.B. & Oosterlaan J. Meta-analysis of neurobehavioral outcomes in very preterm and/or very low birth weight children // *Pediatrics*. – 2009. – Vol. 124. – P. 717–728.
4. Aarnoudse-Moens C.S., Duivenvoorden H.J., Weisglas-Kuperus N., Van Goudoever J.B., & Oosterlaan J. The profile of executive function in very preterm children at 4–12 years // *Developmental Medicine & Child Neurology*. – 2012. – Vol. 54(3). – P. 247–253.
5. Adams J.N., Feldman H.M., Huffman L.C. & Loe I.M. Sensory processing in preterm preschoolers and its association with executive function // *Early Human Development*. – 2015. – Vol. 91(3). – P. 227–233.
6. Anderson S.E., McNamara K., Andridge R. & Keim S.A. Executive function and mealtime behavior among preschool-aged children born very preterm // *Eating Behaviors*. – 2015. – Vol. 19. – P. 110–114.
7. Arhan E., Gücüyener K., Soysal Ş., Şalvarlı Ş., Gürses M.A., Serdaroğlu A., Demir E., Ergeneko E., Türkyılmaz C., Önal E., Koç E. & Atalay Y. Regional brain volume reduction and cognitive outcomes in preterm children at low risk at 9 years of age // *Child's Nervous System*. – 2017. – Vol. 33(8). – P. 1317–1326.
8. Ball G., Boardman J.P., Rueckert D., Aljabar P., Arichi T., Merchant N., Gousias I.S., David Edwards A., Counsell S.J., Steiner R. The effect of preterm birth on thalamic and cortical development // *Cereb. Cortex*. – 2012. – Vol. 22. – P. 1016–1024.
9. Baron I.S., Kerns K.A., Müller U., Ahronovich M.D. & Litman F.R. Executive functions in extremely low birth weight and late-preterm preschoolers: effects on working memory and response inhibition // *Child Neuropsychology*. – 2012. – Vol. 18(6). – P. 586–599.
10. Breeman L.D., Jaekel J., Baumann N., Bartmann P., Wolke D. Neonatal predictors of cognitive ability in adults born very preterm: a prospective cohort study // *Dev. Med. Child Neurol*. – 2017. – Vol. 59. – P. 477–483.
11. 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 Childhood Research Quarterly*. – 2009. – Vol. 24(3). – P. 337–349.
12. Brumbaugh J.E., Hodel A.S. & Thomas K.M. The impact of late preterm birth on executive function at preschool age // *American Journal of Perinatology*. – 2014. – Vol. 31. – P. 305–314.
13. Brumbaugh J.E., Conrad A.L., Lee J.K., et al. Altered brain function, structure, and developmental trajectory in children born late preterm // *Pediatric Research*. – 2016. – Vol. 80. – P. 197–203.

14. *Brydges C.R., Landes, J.K., Reid C.L., Campbell C., French N. & Anderson M.* Cognitive outcomes in children and adolescents born very preterm: a meta-analysis // *Developmental Medicine & Child Neurology*. – 2018. – Vol. 50. – P. 452–468.
15. *Chau C.M.Y., Ranger M., Bichin M., Park M.T.M., Amaral R.S.C., Chakravarty M., Poskitt K., Synnes A.R., Miller S.P., Grunau R.E.* Hippocampus, amygdala, and thalamus volumes in very preterm children at 8 years: neonatal pain and genetic variation // *Frontiers in Behavioral Neuroscience*. – 2019. – Vol. 13. – P. 51. doi: 10.3389/fnbeh.2019.00051.
16. *Cheong J.L., Doyle L.W., Burnett A.C., et al.* Association between moderate and late preterm birth and neurodevelopment and social-emotional development at age 2 years // *JAMA Pediatrics*. – 2017. – Vol. 171(4). – e164805. doi: 10.1001/jamapediatrics.2016.4805.
17. *Clark C.A.C. & Woodward L.J.* Relation of perinatal risk and early parenting to executive control at the transition to school // *Developmental Science*. – 2015. – Vol. 18(4). – P. 525–542.
18. *Costa D.S., Miranda D.M., Burnett A.C., Doyle L.W., Cheong, J.L.Y. & Anderson P.J.* Executive function and academic outcomes in children who were extremely preterm // *Pediatrics*. – 2017. – Vol. 140(3). – P. e20170257. doi: 10.1542/peds.2017-0257.
19. *Dean J.M., McClendon E., Hansen K., Azimi-Zonooz A., Chen K., Riddle A., Gong X., Sharifnia E., Hagen M., Ahmad T., Leigland L.A., Hohimer A.R., Kroenke C.D., Back S.A.* Prenatal cerebral ischemia disrupts MRI-defined cortical microstructure through disturbances in neuronal arborization // *Science Translational Medicine*. – 2013. – Vol. 5. – P. 168ra7–168ra7. doi: 10.1126/scitranslmed.3004669.
20. *Diamond A.* Executive Functions // *Annual Review in Psychology*. – 2013. – Vol. 64. – P. 35–68.
21. *Diamond A. & Ling D.S.* Conclusions about interventions, programs, and approaches for improving executive functions that appear justified and those that, despite much hype, do not // *Developmental Cognitive Neuroscience*. – 2016. – Vol. 18. – P. 34–48.
22. *Dilworth-Bart J.E., Poehlmann-Tynan J.A., Taub A., Liesen C.A. & Bolt D.* Longitudinal associations between self-regulation and the academic and behavioral adjustment of young children born preterm // *Early Childhood Research Quarterly*. – 2018. – Vol. 42. – P. 193–204.
23. *Doesburg S.M., Whitfield M.F., Moiseev A., Herdman A.T., Grunau R.E., Poskitt K.J., Ribary U., Miller S.P., Synnes A.* Altered long-range alpha-band synchronization during visual short-term memory retention in children born very preterm // *Neuroimage*. – 2010. – Vol. 54. – P. 2330–2339.
24. *Dührsen L., Simons S.H.P., Dzierko M., Genz K., Bendix I., Boos V., Siffringer M., Tibboel D., Felderhoff-Mueser U.* Effects of repetitive exposure to pain and morphine treatment on the neonatal rat brain // *Neonatology*. – 2013. – Vol. 103. – P. 35–43.
25. *Duvall S.W., Erickson S.J., MacLean P. & Lowe J.R.* Perinatal medical variables predict executive function within a sample of preschoolers born very low birth weight // *Journal of Child Neurology*. – 2014. – Vol. 30(6). – P. 735–740.
26. *Dzambo I., Sporisevic L., & Memisevic H.* Executive functions in preschool children born preterm in Canton Sarajevo, Bosnia and Herzegovina // *International Journal of Pediatrics*. – 2018. – Vol. 6. – P. 7443–7450.
27. *Eaton-Rosen Z., Melbourne A., Orasanu E., Cardoso M.J., Modat M., Bainbridge A., Kendall G.S., Robertson N.J., Marlow N., Ourselin S.* Longitudinal measurement of the developing grey matter in preterm subjects using multi-modal MRI // *Neuroimage*. – 2015. – Vol. 111. – P. 580–589.
28. *Fernandez-Baizan C., Alcántara-Canabal L., Solis G. & Mendez M.* The association between perinatal and neonatal variables and neuropsychological development in very and extremely low-birth-weight preterm children at the beginning of primary school // *Applied Neuropsychol. Child*. – 2021. – Vol. 10(4). – P. 348–358.
29. *Garon N., Bryson S.E. & Smith I.M.* Executive function in preschoolers: a review using an integrative framework // *Psychological Bulletin*. – 2008. – Vol. 134(1). – P. 31–60.
30. *Gulhard-Costa A.M., Larroch J.C.* Differential growth between the fetal brain and its infratentorial part // *Early Human Development*. – 1990. – Vol. 23. – P. 27–40.

31. Heeren T., Joseph R.M., Allred E.N., O'Shea T.M., Leviton A. & Kuban K.C.K. Cognitive functioning at the age of 10 years among children born extremely preterm: A latent profile approach // *Pediatric Research*. – 2017. – Vol. 82(4). – P. 614–619.
32. Hodel A.S., Brumbaugh J.E., Morris A.R. & Thomas K.M. Hot executive function following moderate-to-late preterm birth: altered delay discounting at 4 years old // *Developmental Science*. – 2016. – Vol. 19(2). – P. 221–234.
33. Hodel A.S. Rapid infant prefrontal cortex development and sensitivity to early environmental experience // *Developmental Review*. – 2018. – Vol. 18. – P. 113–144.
34. Hohmeister J., Kroll A., Wollgarten-Hadamek I., Zohsel K., Demirakça S., Flor H., Hermann C. Cerebral processing of pain in school-aged children with neonatal nociceptive input: An exploratory fMRI study // *Pain*. – 2010. – Vol. 150. – P. 257–267.
35. Houdt C.A., Oosterlaan J., Wassenaer-Leemhuis A.G., Kaam A.H. & Aarnoudse-Moens C.S.H. Executive Function in children born preterm or at low birthweight: A meta-analysis // *Developmental Medicine & Child Neurology*. – 2019. – Vol. 61(9). – P. 1015–1024.
36. Horwood L.J., Mogridge N., & Darlow B.A. Cognitive, educational, and behavioural outcomes at 7 to 8 years in a national very low birthweight cohort // *Archives of Disease in Childhood, Fetal and Neonatal Edition*. – 1998. – Vol. 79. – P. 12–20.
37. Hughes C. Changes and challenges in 20 years of research into the development of executive functions // *Infant and Child Development*. – 2011. – Vol. 20(3). – P. 251–271.
38. Huppi P.S., Warfield S., Kikinis R., et al. Quantitative magnetic resonance imaging of brain development in premature and mature newborns // *Annals of Neurology*. – 1998. – Vol. 43. – P. 224–235.
39. Hwang K., Bertolero M.A., Liu W.B., D'Esposito M. The human thalamus is an integrative hub for functional brain networks // *Journal of Neuroscience*. – 2017. – Vol. 37. – P. 5594–5607.
40. Johnson S. Cognitive and behavioural outcomes following very preterm birth // *Seminars in Fetal & Neonatal Medicine*. 2007. – Vol. 12. – P. 363–373.
41. Jones E. The thalamus. – NY: Springer Science & Business Media, 2012. – 935 p.
42. Kajantie Y., Strang-Karlsson S., Evensen K.A.I., Haaramo P. Adult outcomes of being born late preterm or early term – What do we know? // *Seminars in Fetal and Neonatal Medicine*. – 2019. – Vol. 24(1). – P. 66–83.
43. Kinney H.C. The near-term (late-preterm) human brain and risk for periventricular leukomalacia: a review // *Seminars in Perinatology*. – 2006. – Vol. 30(2). – P. 81–88.
44. Kostovic I., Judas M. Correlation between the sequential ingrowth of afferents and transient patterns of cortical lamination in preterm infants // *The Anatomical Records*. – 2002. – Vol. 267. – P. 1–6. doi: 10.1002/ar.10069.
45. Kozhemiako N., Nunes A.S., Vakorin V.A., Chau C.M.Y., Moiseev A., Ribary U., Grunau R.E., Doesburg S.M. Sex differences in brain connectivity and male vulnerability in very preterm children // *Human Brain Mapping*. – 2019. – Vol. 41(2). – P. 388–400.
46. Limperopoulos C., Soul J.S., Gauvreau K., et al. Late gestation cerebellar growth is rapid and impeded by premature birth // *Pediatrics*. – 2005. – Vol. 115(3). – P. 688–695.
47. Loe I.M. & Feldman H.M. The effect of bilingual exposure on executive function skills in preterm and full-term preschoolers // *Journal of Developmental & Behavioral Pediatrics*. – 2016. – Vol. 37(7). – P. 548–556.
48. Loe I.M., Heller N.A. & Chatav M. Behavior problems and executive function impairments in preterm compared to full-term preschoolers // *Early Human Development*. – 2019. – Vol. 130. – P. 87–95.
49. Lowe J., Erickson S.J., MacLean P., Duvall S.W., Ohls R.K. & Duncan A.F. Associations between maternal scaffolding and executive functioning in 3 and 4-year-olds born very low birth weight and normal birth weight // *Early Human Development*. – 2014. – Vol. 90(10). – P. 587–593.
50. Marlow N. Outcome following preterm birth / Robertson's textbook of Neonatology (4th ed.). Ed. by J.M. Rennie. – Philadelphia, PA: Elsevier Limited. – P. 63–82.
51. Menegaux A., Meng C., Neitzel J., Bäuml J.G., Müller H.J., Bartmann P., Wolke D., Wohlschläger A.M., Finke K., Sorg C. Impaired visual short-term memory capacity is distinctively associated with structural connectivity of the posterior thalamus // *Developmental Medicine & Child Neurology*. – 2019. – Vol. 61(9). – P. 1015–1024.

- lamic radiation and the splenium of the corpus callosum in preterm-born adults // *Neuroimage*. – 2017. – Vol. 150. – P. 68–76.
52. Moiseev A., Doesburg S.M., Herdman A.T., Ribary U., Grunau R.E. Altered network oscillations and functional connectivity dynamics in children born very preterm // *Brain Topography*. – 2015. – Vol. 28. – P. 726–745.
 53. Molnar Z., Rutherford M. Brain maturation after preterm birth // *Science Translation Medicine*. – 2013. – Vol. 5(168). – P. 168ps2. doi: 10.1126/scitranslmed.3005379.
 54. Mukerji A., Shah V. & Shah P.S. Periventricular/intraventricular hemorrhage and neurodevelopmental outcomes: A meta-analysis // *Pediatrics*. – 2015. – Vol. 136(6). – P. 1132–1143.
 55. Mulder H., Pitchford N.J., Hagger M.S. & Marlow N. Development of executive function and attention in preterm children: A systematic review // *Developmental Neuropsychology*. – 2009. – Vol. 34(4). – P. 393–421.
 56. Nagy A., Kalmár M., Beke A.M., Gráf R., Horváth E. Intelligence and executive function of school-age preterm children in function of birth weight and perinatal complication // *Applied Neuropsychology: Child*. – 2021 January. – Vol. 6. – P. 1–12. doi: 10.1080/21622965.2020.1866571.
 57. Nikolaeva E.I., Isaiko A.A., Soboleva N.A. Relationship between intelligence and executive functions in preschoolers // *Lurian Journal*. – 2020. – Vol. 1–2. – P. 30–43.
 58. Nikolaeva E.I., Merenkova V. The interrelation of the mother's health status with the state of health of first- and second-year-old children / In: *Maternal and Child Health Matters Around the World*. – London, 2020. – P. 1–19.
 59. Nosarti C., Nam K.W., Walshe M., Murray R.M., Cuddy M., Rifkin L., Allin M.P.G. Preterm birth and structural brain alterations in early adulthood // *NeuroImage Clin*. – 2014. – Vol. 6. – P. 180–191.
 60. O'Driscoll D.N., McGovern M., Greene C.M. & Molloy E.J. Gender disparities in preterm neonatal outcomes // *Acta Paediatrica*. – 2018. – Vol. 107(9). – P. 1494–1499.
 61. Oliveira G., Magalhaes L. C. & Salmela L.F.T. Relationship between very low birth weight, environmental factors, and motor and cognitive development of children of 5 and 6 years old // *Revista Brasileira De Fisioterapia*. – 2011. – Vol. 15. – P. 138–145.
 62. Orchinik L.J., Taylor H.G., Espy K.A., Minich N., Klein N., Sheffield T. & Hack M. Cognitive outcomes for extremely preterm/extremely low birth weight children in kindergarten // *Journal of the International Neuropsychological Society*. – 2011. – Vol. 17(6). – P. 1067–1079.
 63. Power J., van IJzendoorn M., Lewis A.J., Chen W., Galbally M. Maternal perinatal depression and child executive function: A systematic review and meta-analysis // *Journal of Affective Disorders*. – 2021. – Vol. 291. – P. 218–234.
 64. Rabie N.Z., Bird T.M., Magann E.F., McKelvey S.S. ADHD and developmental speech/language disorders in late preterm, early term and term infants // *Journal of Perinatology*. – 2015. – Vol. 35. – P. 660–664.
 65. Rogers C.E., Barch D.M., Sylvester C.M., et al. Altered gray matter volume and school age anxiety in children born late preterm // *Journal of Pediatrics*. – 2014. – Vol. 165. – P. 928–935.
 66. Romeo D.M., DiStefano A., Conversano M., et al. Neurodevelopmental outcome at 12 and 18 months in late preterm infants // *European Journal of Paediatric Neurology*. – 2010. – Vol. 14. – P. 503–507.
 67. Salas A.A., Carlo W.A., Ambalavanan N., Nolen T.L., Stoll B.J., Das A. & Higgins R.D. Gestational age and birthweight for risk assessment of neurodevelopmental impairment or death in extremely preterm infants // *Archives of Disease in Childhood. Fetal and Neonatal Edition*. – 2016. – Vol. 101(6). – P. 494–501.
 68. Sandoval C.C., Gaspardo C.M. & Martins M.B., et al. The impact of preterm birth on the executive functioning of preschool children: A systematic review [published online ahead of print, 2021 May 13] // *Applied Neuropsychology*. – 2021. – P. 1–18. doi: 10.1080/21622965.2021.1915145.
 69. Sanchez-Joya M.D., Sanchez-Labraca N., Roldan-Tapia M.D., Rodriguez T.M., Lizana J.R. & Roman P. Neuropsychological assessment and perinatal risk: A study amongst very premature born 4-and 5-year old children // *Research in Developmental Disabilities*. – 2017. – Vol. 69. – P. 116–123.
 70. Shapiro-Mendoza C., Kotelchuck M., Barfield W., et al. Enrollment in early intervention programs among infants born late preterm, early term, and term // *Pediatrics*. – 2013. – Vol. 132. – e61–69. doi: 10.1542/peds.2012-3121.

71. Sherman S. Thalamus plays a central role in ongoing cortical functioning // *Nat Neurosci.* – 2016. – Vol. 19. – P. 533–541.
72. Stene-Larsen K., Brandlistuen R.E., Lang A.M., et al. Communication impairments in early term and late preterm children: a prospective cohort study following children to age 36 months // *The Journal of Pediatrics.* – 2014. – Vol. 162. – P. 1123–1128.
73. Stålnacke J., Lundequist A., Böhm B., Forssberg H. & Smedler A.C. A longitudinal model of executive function development from birth through adolescence in children born very or extremely preterm // *Child Neuropsychology.* – 2019. – Vol. 25(3). – P. 318–335.
74. Tatsuoka C., McGowan B., Yamada T., Espy K.A., Minich N. & Taylor H.G. Effects of extreme prematurity on numerical skills and executive function in kindergarten children: An application of partially ordered classification modeling // *Learning and Individual Differences.* – 2016. – Vol. 49. – P. 332–340.
75. Taylor H.G. & Clark C.A. Executive function in children born preterm: Risk factors and implications for outcome. *Seminars in Perinatology.* – 2016. – Vol. 40(8). – P. 520–529.
76. Twilhaar E.S., Wade R.M., de Kieviet J.F., van Goudoever J.B., van Elburg R.M. & Oosterlaan J. Cognitive outcomes of children born extremely or very preterm since the 1990s and associated risk factors: A meta-analysis and meta-regression // *JAMA Pediatrics.* – 2018. – Vol. 172(4). – P. 361–367.
77. Walczak T.Z. & Chrzan-Dętkoś M. Hot and cool executive functions in very and extremely preterm preschool children // *Health Psychology Report.* – 2018. – Vol. 6(1). – P. 40–49.
78. Walsh J.M., Doyle L.W., Anderson P.J., et al. Moderate and late preterm birth: effect on brain size and maturation at term-equivalent age // *Radiology.* – 2014. – Vol. 273. – P. 232–240.
79. Wolfe K.R., Vannatta K., Nelin M.A., Yeates K.O. Executive functions, social information processing, and social adjustment in young children born with very low birth weight // *Child Neuropsychology.* – 2015. – Vol. 21(1). – P. 41–54.
80. Wong T., Taylor H.G., Klein N., Espy K.A., Anselmo M.G., Minich N. & Hack M. Kindergarten classroom functioning of extremely preterm/extremely low birth weight children // *Early Human Development.* – 2014. – Vol. 90(12). – P. 907–914.
81. Woythaler M.A., McCormick M.C., Smith V.C. Late preterm infants have worse 24-month neurodevelopmental outcomes than term infants // *Pediatrics.* – 2011. – Vol. 127(3). – e622–629. doi: 10.1542/peds.2009-3598.
82. Woythaler M.A. Neurodevelopmental outcomes of the late preterm infant // *Seminars in Fetal and Neonatal Medicine.* – 2019. – Vol. 24. – P. 54–59.
83. Zelazo P.D. & Muller U. Executive function in typical and atypical development / *Handbook of childhood cognitive development.* Ed. by U. Goswami. – Blackwell, 2002. – P. 445–469.
84. Zelazo P.D. & Müller U. Executive function in typical and atypical development / In *The Wiley-Blackwell handbook of childhood cognitive development (2nd ed.).* Ed. by U. Goswami. – Wiley-Blackwell, 2010. – P. 574–603.
85. Zvara B.J., Keim S.A., Boone K.M., & Anderson S.E. Associations between parenting behavior and executive function among preschool-aged children born very preterm // *Early Childhood Research Quarterly.* – 2019. – Vol. 48. – P. 317–324.

References

1. Nikolayeva YeI, Vergunov YeG. Chto takoye «executive functions» i ikh razvitiye v ontogeneze. *Teoreticheskaya i eksperimental'naya psikhologiya* 2017; 10(2):62–81 (in Russian).
2. Oteva EA, Nikolayeva YeI, Nikolayeva AA, Sartakova VN, Parm YuN. Otsenka sostoyaniya zdorov'ya beremennykh v novosibirskom nauchnom tsentre: somaticheskkiye i psikhologicheskkiye aspekty. *Akusherstvo i ginekologiya* 1994; 70(3):25–27 (in Russian).
3. Aarnoudse-Moens CH, Weisglas-Kuperus, N, van Goudoever JB & Oosterlaan J. Meta-analysis of neurobehavioral outcomes in very preterm and/or very low birth weight children. *Pediatrics* 2009; 124:717–728.
4. Aarnoudse-Moens C S, Duivenvoorden H J, Weisglas-Kuperus N, Van Goudoever J B, & Oosterlaan J. The profile of executive function in very preterm children at 4–12 years. *Developmental Medicine & Child Neurology* 2012; 54(3):247–253.
5. Adams JN, Feldman HM, Huffman LC & Loe IM. Sensory processing in preterm preschool-

- ers and its association with executive function. *Early Human Development* 2015; 91(3):227–233.
6. Anderson SE, McNamara K, Andridge R & Keim SA. Executive function and mealtime behavior among preschool-aged children born very preterm. *Eating Behaviors* 2015; 19:110–114.
 7. Arhan E, Gücüyener K, Soysal Ş, Şalvarlı Ş, Gürses MA, Serdaroğlu A, Demir E, Ergeneko E, Türkyılmaz C, Önal E, Koç E & Atalay Y. Regional brain volume reduction and cognitive outcomes in preterm children at low risk at 9 years of age. *Child's Nervous System* 2017; 33(8):1317–1326.
 8. Ball G, Boardman JP, Rueckert D, Aljabar P, Arichi T, Merchant N, Gousias IS, David Edwards A, Counsell SJ, Steiner R. The effect of preterm birth on thalamic and cortical development. *Cereb Cortex* 2012; 22:1016–1024.
 9. Baron IS, Kerns KA, Müller U, Ahronovich MD & Litman FR. Executive functions in extremely low birth weight and late-preterm preschoolers: effects on working memory and response inhibition. *Child Neuropsychology* 2012; 18(6):586–599.
 10. Breeman LD, Jaekel J, Baumann N, Bartmann P, Wolke D. Neonatal predictors of cognitive ability in adults born very preterm: a prospective cohort study. *Dev Med Child Neurol* 2017; 59:477–483.
 11. Brock LL, Rimm-Kaufman SE, Nathanson L & Grimm KJ. The contributions of «hot» and «cool» executive function to children's academic achievement, learning-related behaviors, and engagement in kindergarten. *Early Childhood Research Quarterly* 2009; 24(3):337–349.
 12. Brumbaugh JE, Hodel AS & Thomas KM. The impact of late preterm birth on executive function at preschool age. *American Journal of Perinatology* 2014; 31:305–314.
 13. Brumbaugh JE, Conrad AL, Lee JK, et al. Altered brain function, structure, and developmental trajectory in children born late preterm. *Pediatric Research* 2016; 80:197–203.
 14. Brydges CR, Landes, JK, Reid CL, Campbell C, French N & Anderson M. Cognitive outcomes in children and adolescents born very preterm: a meta-analysis. *Developmental Medicine & Child Neurology* 2018; 50:452–468.
 15. Chau CMY, Ranger M, Bichin M, Park MTM, Amaral RSC, Chakravarty M, Poskitt K, Synnes AR, Miller SP, Grunau RE. Hippocampus, amygdala, and thalamus volumes in very preterm children at 8 years: neonatal pain and genetic variation. *Frontiers in Behavioral Neuroscience* 2019; 13:51. doi: 10.3389/fnbeh.2019.00051.
 16. Cheong JL, Doyle LW, Burnett AC, et al. Association between moderate and late preterm birth and neurodevelopment and social-emotional development at age 2 years. *JAMA Pediatrics* 2017; 171(4). – e164805. doi: 10.1001/jamapediatrics.2016.4805.
 17. Clark CAC & Woodward LJ. Relation of perinatal risk and early parenting to executive control at the transition to school. *Developmental Science* 2015; 18(4):525–542.
 18. Costa DS, Miranda DM, Burnett AC, Doyle LW, Cheong, JLY & Anderson PJ. Executive function and academic outcomes in children who were extremely preterm. *Pediatrics* 2017; 140(3):e20170257. doi: 10.1542/peds.2017-0257.
 19. Dean JM, McClendon E, Hansen K, Azimi-Zonooz A, Chen K, Riddle A, Gong X, Sharifnia E, Hagen M, Ahmad T, Leigland LA, Hohimer AR, Kroenke CD, Back SA. Prenatal cerebral ischemia disrupts MRI-defined cortical microstructure through disturbances in neuronal arborization. *Science Translational Medicine* 2013; 5:168ra7–168ra7. doi: 10.1126/scitranslmed.3004669.
 20. Diamond A. Executive Functions. *Annual Review in Psychology* 2013; 64:35–68.
 21. Diamond A & Ling DS. Conclusions about interventions, programs, and approaches for improving executive functions that appear justified and those that, despite much hype, do not. *Developmental Cognitive Neuroscience* 2016; 18:34–48.
 22. Dilworth-Bart JE, Poehlmann-Tynan JA, Taub A, Liesen CA & Bolt D. Longitudinal associations between self-regulation and the academic and behavioral adjustment of young children born preterm. *Early Childhood Research Quarterly* 2018; 42:193–204.
 23. Doesburg SM, Whitfield MF, Moiseev A, Herdman AT, Grunau RE, Poskitt KJ, Ribary U, Miller SP, Synnes A. Altered long-range alpha-band synchronization during visual short-term memory retention in chil-

- dren born very preterm. *Neuroimage* 2010; 54:2330–2339.
24. Dührsen L, Simons SHP, Dzierko M, Genz K, Bendix I, Boos V, Sifringer M, Tibboel D, Felderhoff-Mueser U. Effects of repetitive exposure to pain and morphine treatment on the neonatal rat brain. *Neonatology* 2013; 103:35–43.
 25. Duvall SW, Erickson SJ, MacLean P & Lowe JR. Perinatal medical variables predict executive function within a sample of preschoolers born very low birth weight. *Journal of Child Neurology* 2014; 30(6):735–740.
 26. Dzambo I, Sporisevic L, & Memisevic H. Executive functions in preschool children born preterm in Canton Sarajevo, Bosnia and Herzegovina. *International Journal of Pediatrics* 2018; 6:7443–7450.
 27. Eaton-Rosen Z, Melbourne A, Orasanu E, Cardoso MJ, Modat M, Bainbridge A, Kendall GS, Robertson NJ, Marlow N, Ourselin S. Longitudinal measurement of the developing grey matter in preterm subjects using multi-modal MRI. *Neuroimage* 2015; 111:580–589.
 28. Fernandez-Baizan C, Alcántara-Canabal L, Solis G & Mendez M. The association between perinatal and neonatal variables and neuropsychological development in very and extremely low-birth-weight preterm children at the beginning of primary school. *Applied Neuropsychol. Child* 2021; 10(4):348–358.
 29. Garon N, Bryson SE & Smith IM. Executive function in preschoolers: a review using an integrative framework. *Psychological Bulletin* 2008; 134(1):31–60.
 30. Gulhard-Costa AM, Larroch JC. Differential growth between the fetal brain and its infratentorial part. *Early Human Development* 1990; 23:27–40.
 31. Heeren T, Joseph RM, Allred EN, O'Shea TM, Leviton A & Kuban KCK. Cognitive functioning at the age of 10 years among children born extremely preterm: A latent profile approach. *Pediatric Research* 2017; 82(4):614–619.
 32. Hodel AS, Brumbaugh JE, Morris AR & Thomas KM. Hot executive function following moderate-to-late preterm birth: altered delay discounting at 4 years old. *Developmental Science* 2016; 19(2):221–234.
 33. Hodel AS. Rapid infant prefrontal cortex development and sensitivity to early environmental experience. *Developmental Review* 2018; 18:113–144.
 34. Hohmeister J, Kroll A, Wollgarten-Hadamek I, Zohsel K, Demirakça S, Flor H, Hermann C. Cerebral processing of pain in school-aged children with neonatal nociceptive input: An exploratory fMRI study. *Pain* 2010; 150:257–267.
 35. Houdt CA, Oosterlaan J, Wassenaer-Leemhuis AG, Kaam AH & Aarnoudse-Moens CSH. Executive Function in children born preterm or at low birthweight: A meta-analysis. *Developmental Medicine & Child Neurology* 2019; 61(9):1015–1024.
 36. Horwood LJ, Mogridge N, & Darlow BA. Cognitive, educational, and behavioural outcomes at 7 to 8 years in a national very low birthweight cohort. *Archives of Disease in Childhood, Fetal and Neonatal Edition* 1998; 79:12–20.
 37. Hughes C. Changes and challenges in 20 years of research into the development of executive functions. *Infant and Child Development* 2011; 20(3):251–271.
 38. Huppi PS, Warfield S, Kikinis R, et al. Quantitative magnetic resonance imaging of brain development in premature and mature newborns. *Annals of Neurology* 1998; 43:224–235.
 39. Hwang K, Bertolero MA, Liu WB, D'Esposito M. The human thalamus is an integrative hub for functional brain networks. *Journal of Neuroscience* 2017; 37:5594–5607.
 40. Johnson S. Cognitive and behavioural outcomes following very preterm birth. *Seminars in Fetal & Neonatal Medicine*. 2007. 12:363–373.
 41. Jones E. *The thalamus*. NY: Springer Science & Business Media, 2012: 935.
 42. Kajantie Y, Strang-Karlsson S, Evensen KAI, Haaramo P. Adult outcomes of being born late preterm or early term – What do we know? *Seminars in Fetal and Neonatal Medicine* 2019; 24(1):66–83.
 43. Kinney HC. The near-term (late-preterm) human brain and risk for periventricular leukomalacia: a review. *Seminars in Perinatology* 2006; 30(2):81–88.
 44. Kostovic I, Judas M. Correlation between the sequential ingrowth of afferents and transient patterns of cortical lamination in preterm infants. *The Anatomical Records* 2002; 267:1–6. doi: 10.1002/ar.10069.

45. Kozhemiako N, Nunes AS, Vakorin VA, Chau CMY, Moiseev A, Ribary U, Grunau RE, Doesburg SM. Sex differences in brain connectivity and male vulnerability in very preterm children. *Human Brain Mapping* 2019; 41(2):388–400.
46. Limperopoulos C, Soul JS, Gauvreau K, et al. Late gestation cerebellar growth is rapid and impeded by premature birth. *Pediatrics* 2005; 115(3):688–695.
47. Loe IM & Feldman HM. The effect of bilingual exposure on executive function skills in preterm and full-term preschoolers. *Journal of Developmental & Behavioral Pediatrics* 2016; 37(7):548–556.
48. Loe IM, Heller NA & Chatav M. Behavior problems and executive function impairments in preterm compared to full-term preschoolers. *Early Human Development* 2019; 130:87–95.
49. Lowe J, Erickson SJ, MacLean P, Duvall SW, Ohls RK & Duncan AF. Associations between maternal scaffolding and executive functioning in 3 and 4-year-olds born very low birth weight and normal birth weight. *Early Human Development* 2014; 90(10):587–593.
50. Marlow N. Outcome following preterm birth. *Robertson's textbook of Neonatology* (4th ed.). Ed. by J.M. Rennie. Philadelphia, PA: Elsevier Limited: 63–82.
51. Menegaux A, Meng C, Neitzel J, Bäuml JG, Müller HJ, Bartmann P, Wolke D, Wohlschläger AM, Finke K, Sorg C. Impaired visual short-term memory capacity is distinctively associated with structural connectivity of the posterior thalamic radiation and the splenium of the corpus callosum in preterm-born adults. *Neuroimage* 2017; 150:68–76.
52. Moiseev A, Doesburg SM, Herdman AT, Ribary U, Grunau RE. Altered network oscillations and functional connectivity dynamics in children born very preterm. *Brain Topography* 2015; 28:726–745.
53. Molnar Z, Rutherford M. Brain maturation after preterm birth. *Science Translation Medicine* 2013; 5(168):168ps2. doi: 10.1126/scitranslmed.3005379.
54. Mukerji A, Shah V & Shah PS. Periventricular/intraventricular hemorrhage and neurodevelopmental outcomes: A meta-analysis. *Pediatrics* 2015; 136(6):1132–1143.
55. Mulder H, Pitchford NJ, Hagger MS & Marlow N. Development of executive function and attention in preterm children: A systematic review. *Developmental Neuropsychology* 2009; 34(4):393–421.
56. Nagy A, Kalmár M, Beke AM, Gráf R, Horváth E. Intelligence and executive function of school-age preterm children in function of birth weight and perinatal complication. *Applied Neuropsychology: Child* 2021. 6:1–12. doi: 10.1080/21622965.2020.1866571.
57. Nikolaeva EI, Isaiko AA, Soboleva NA. Relationship between intelligence and executive functions in preschoolers. *Lurian Journal* 2020; 1–2:30–43.
58. Nikolaeva EI, Merenkova V. The interrelation of the mother's health status with the state of health of first- and second-year-old children. In: *Maternal and Child Health Matters Around the World*. London, 2020: 1–19.
59. Nosarti C, Nam KW, Walshe M, Murray RM, Cuddy M, Rifkin L, Allin MPG. Preterm birth and structural brain alterations in early adulthood. *NeuroImage Clin* 2014; 6:180–191.
60. O'Driscoll DN, McGovern M, Greene CM & Molloy EJ. Gender disparities in preterm neonatal outcomes. *Acta Paediatrica* 2018; 107(9):1494–1499.
61. Oliveira G, Magalhaes L C & Salmela LFT. Relationship between very low birth weight, environmental factors, and motor and cognitive development of children of 5 and 6 years old. *Revista Brasileira De Fisioterapia* 2011; 15:138–145.
62. Orchinik LJ, Taylor HG, Espy KA, Minich N, Klein N, Sheffield T & Hack M. Cognitive outcomes for extremely preterm/extremely low birth weight children in kindergarten. *Journal of the International Neuropsychological Society* 2011; 17(6):1067–1079.
63. Power J, van IJzendoorn M, Lewis AJ, Chen W, Galbally M. Maternal perinatal depression and child executive function: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Affective Disorders* 2021; 291:218–234.
64. Rabie NZ, Bird TM, Magann EF, McKelvey SS. ADHD and developmental speech/language disorders in late preterm, early term and term infants. *Journal of Perinatology* 2015; 35:660–664.
65. Rogers CE, Barch DM, Sylvester CM, et al. Altered gray matter volume and school age anxiety in children born late preterm. *Journal of Pediatrics* 2014; 165:928–395.

66. Romeo DM, DiStefano A, Conversano M, et al. Neurodevelopmental outcome at 12 and 18 months in late preterm infants. *European Journal of Paediatric Neurology* 2010; 14:503–507.
67. Salas AA, Carlo WA, Ambalavanan N, Nolen TL, Stoll BJ, Das A & Higgins RD. Gestational age and birthweight for risk assessment of neurodevelopmental impairment or death in extremely preterm infants. *Archives of Disease in Childhood. Fetal and Neonatal Edition* 2016; 101(6):494–501.
68. Sandoval CC, Gaspardo CM & Martins MB, et al. The impact of preterm birth on the executive functioning of preschool children: A systematic review [published online ahead of print, 2021 May 13]. *Applied Neuropsychology* 2021: 1–18. doi: 10.1080/21622965.2021.1915145.
69. Sanchez-Joya MD, Sanchez-Labraca N, Roldan-Tapia MD, Rodriguez TM, Lizana JR & Roman P. Neuropsychological assessment and perinatal risk: A study amongst very premature born 4-and 5-year old children. *Research in Developmental Disabilities* 2017; 69:116–123.
70. Shapiro-Mendoza C, Kotelchuck M, Barfield W, et al. Enrollment in early intervention programs among infants born late preterm, early term, and term. *Pediatrics* 2013; 132: e61–69. doi: 10.1542/peds.2012-3121.
71. Sherman S. Thalamus plays a central role in ongoing cortical functioning. *Nat Neurosci* 2016; 19:533–541.
72. Stene-Larsen K, Brandlistuen RE, Lang AM, et al. Communication impairments in early term and late preterm children: a prospective cohort study following children to age 36 months. *The Journal of Pediatrics* 2014; 162:1123–1128.
73. Stålnacke J, Lundquist A, Böhm B, Forsberg H & Smedler AC. A longitudinal model of executive function development from birth through adolescence in children born very or extremely preterm. *Child Neuropsychology* 2019; 25(3):318–335.
74. Tatsuoka C, McGowan B, Yamada T, Espy KA, Minich N & Taylor HG. Effects of extreme prematurity on numerical skills and executive function in kindergarten children: An application of partially ordered classification modeling. *Learning and Individual Differences* 2016; 49:332–340.
75. Taylor HG & Clark CA. Executive function in children born preterm: Risk factors and implications for outcome. *Seminars in Perinatology* 2016; 40(8):520–529.
76. Twilhaar ES, Wade RM, de Kieviet JF, van Goudoever JB, van Elburg RM & Oosterlaan J. Cognitive outcomes of children born extremely or very preterm since the 1990s and associated risk factors: A meta-analysis and meta-regression. *JAMA Pediatrics* 2018; 172(4):361–367.
77. Walczak TZ & Chrzan-Dętkoś M. Hot and cool executive functions in very and extremely preterm preschool children. *Health Psychology Report* 2018; 6(1):40–49.
78. Walsh JM, Doyle LW, Anderson PJ, et al. Moderate and late preterm birth: effect on brain size and maturation at term-equivalent age. *Radiology* 2014; 273:232–240.
79. Wolfe KR, Vannatta K, Nelin MA, Yeates KO. Executive functions, social information processing, and social adjustment in young children born with very low birth weight. *Child Neuropsychology* 2015; 21(1):41–54.
80. Wong T, Taylor HG, Klein N, Espy KA, Anselmo MG, Minich N & Hack M. Kindergarten classroom functioning of extremely preterm/extremely low birth weight children. *Early Human Development* 2014; 90(12):907–914.
81. Woythaler MA, McCormick MC, Smith VC. Late preterm infants have worse 24-month neurodevelopmental outcomes than term infants. *Pediatrics* 2011; 127(3): e622–629. doi: 10.1542/peds.2009-3598.
82. Woythaler MA. Neurodevelopmental outcomes of the late preterm infant. *Seminars in Fetal and Neonatal Medicine* 2019; 24:54–59.
83. Zelazo PD & Muller U. Executive function in typical and atypical development. *Handbook of childhood cognitive development*. Ed by U Goswami. Blackwell, 2002: 445–469.
84. Zelazo PD & Müller U. Executive function in typical and atypical development. In *The Wiley-Blackwell handbook of childhood cognitive development* (2nd ed). Ed by U Goswami. Wiley-Blackwell, 2010: 574–603.
85. Zvara BJ, Keim SA, Boone KM, & Anderson SE. Associations between parenting behavior and executive function among preschool-aged children born very preterm. *Early Childhood Research Quarterly* 2019; 48:317–324.

SPECIFICITY OF THE EXECUTIVE FUNCTIONS IN THE PREMATURE BABIES. REVIEW OF THE FOREIGN SOURCES

E.I. NIKOLAEVA¹, O.A. IVANOVA²

¹ *Herzen State Pedagogical University, Saint-Petersburg;*

² *Voronezh State University, Voronezh*

The article provides an overview of foreign studies conducted over the past 30 years on the topic of identifying the specifics of executive functions in premature babies. The contradictions in the conclusions of various authors about the differences in verbal and spatial memory in full-term and premature babies have been identified. The results of a meta-analysis of the deficit of executive functions in premature infants at different age periods are presented. The biological, ecological, socio-economic factors of the cognitive problems of prematurely born children, considered in various studies, are considered. The data on the consequences of birth at different stages of gestation in preschool, primary school, adolescence, adolescence and adulthood are analyzed. A review of foreign sources indicates that in premature babies, compared with full-term babies, the level of formation of executive functions is largely determined by the quality of nursing and care of people raising a child, their level of education and maturity. The effect of prematurity on executive function is most likely a subject-specific rather than a global factor; they can be trained and improved at different ages

Keywords: premature babies, premature birth, executive functions.

Address:

Nikolaeva E.I.

Professor of the educational psychology

and family pedagogics department of Herzen State

Pedagogical University, Saint Petersburg, Russian Federation

E-mail: klemtina@yandex.ru