

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ЗРИТЕЛЬНОГО ВНИМАНИЯ У НЕДОНОШЕННЫХ ДЕТЕЙ

© 2021 г. К. И. Кунникова^{1,2,*}

¹ ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет» 620028 Екатеринбург, ул. Репина, 3, Россия

² ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»
620002 Екатеринбург, ул. Мира, 19, Россия

*E-mail: kunnikova.ksenia@mail.ru

Поступила в редакцию 05.07.2021 г.

После доработки 26.07.2021 г.

Принята к публикации 03.08.2021 г.

В данной работе представлен анализ отечественных и зарубежных исследований, оценивающих влияние нейробиологических, клинических и средовых факторов на развитие зрительного внимания у недоношенных детей раннего возраста. Результаты современных исследований, посвященных данному вопросу, неоднозначны. В ряде работ у недоношенных детей было выявлено отставание по скорости обработки визуальной информации в сравнении с нормативной выборкой. При этом имеются данные об ускоренном развитии зрительных функций у детей с недоношенностью вследствие более длительной подверженности сенсорной стимуляции во внешней среде. Показано также, что содержание в условиях отделения интенсивной терапии новорожденных значительно влияет на процессы кортикогенеза. Среди наиболее значимых социальных факторов можно выделить социально-экономический статус родителей, их психологические особенности и стили взаимодействия с ребенком.

Ключевые слова: недоношенность, зрительное внимание, когнитивные функции, раннее развитие, раннее вмешательство, дошкольный возраст, айтрекинг

DOI: 10.31857/S0235009221040041

ВВЕДЕНИЕ

В последние два десятилетия проблема влияния недоношенности на нейрокогнитивное развитие детей привлекает все большее внимание специалистов в областях физиологии и психофизиологии раннего детства. В развитых странах наблюдается значительный рост числа детей, рожденных раньше срока, что во многом связано с прогрессом в технологиях терапии и раннего вмешательства. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) определяет недоношенных как родившихся живыми, начиная с 22 нед и до завершения полных 37 нед гестации, с весом в момент отделения от пуповины 500 г и более (Harrison, Goldenberg, 2016).

На растущий уровень числа преждевременных родов влияет целый ряд факторов, связанных в первую очередь с отягощенным анамнезом матери и неблагоприятным течением беременности (Beaino et al., 2011; Gasparini et al., 2017). На сегодняшний день выживаемость очень велика даже среди глубоко недоношенных детей, однако около четверти из них имеют неврологические нару-

шения. Кроме того, у значительного числа детей с легкой или средней степенью недоношенности наблюдаются когнитивные и поведенческие расстройства (De Schuymer et al., 2012; Telford et al., 2016).

Нейрокогнитивный профиль недоношенности имеет сходные особенности вне зависимости от ее причин и включает в себя трудности обучения, когнитивные дисфункции, нарушения внимания и пространственного восприятия, трудности социализации (Hille et al., 2001; Kaul et al., 2016). К примеру, диагностирование расстройств аутистического спектра (РАС) у недоношенных составляет примерно 8% от всех случаев преждевременного рождения (Telford et al., 2016). Предполагается, что в основе таких расстройств могут лежать нарушения формирования исполнительных функций – внимания, когнитивного контроля, рабочей памяти (Perra et al., 2020).

В значительно меньшей степени изучены особенности глазодвигательной активности и зрительного внимания у недоношенных детей в первые месяцы и годы после рождения (Hendry et al.,

2019). Исследования, представленные в отечественной литературе, крайне малочисленны, а результаты зарубежных работ, посвященных данному вопросу, неоднозначны. С одной стороны, в ряде исследований у недоношенных детей было выявлено отставание по показателям зрительного внимания и скорости обработки визуальной информации в сравнении с нормативной выборкой (Громада, Якимова, 2017; Harel et al., 2011; Geldof et al., 2016; Telford et al., 2016; Perez-Roche et al., 2017; Downes et al., 2018). С другой стороны, существуют данные об ускоренном развитии зрительных функций у детей с недоношенностью вследствие более длительной подверженности зрительной стимуляции (Ricci et al., 2008; De Schuumer et al., 2012; Peña et al., 2014; Vandormael et al., 2019). Исследователи отмечают, что факторы окружающей среды могут способствовать ускоренному созреванию мозговых механизмов у таких детей (Рюмина и др., 2020).

Между тем особенности формирования зрительных функций в раннем онтогенезе оказывают существенное влияние на дальнейшее когнитивное развитие. В ряде работ было показано, что ранняя способность к зрительной фиксации на объектах предопределяет последующее внимание (Ruff et al., 1996; Kannass et al., 2006), познавательные навыки (Tamis-LeMonda, Bornstein, 1993) и использование речи (Kannass, Oakes, 2008). Данная закономерность характерна также для младенцев из групп риска. Например, в одном из ранних лонгитудов особенности зрительного внимания у недоношенных детей в 1 год позволяли прогнозировать формирование гиперактивности в возрасте 3.5 лет (Ruff, 1990). Таким образом, как справедливо отмечено в работе (Рюмина и др., 2020), понимание процессов визуального развития у новорожденных и младенцев может сыграть решающую роль в организации развивающего ухода за детьми с недоношенностью.

В рамках данной статьи представлен теоретический анализ современных исследований, посвященных воздействию нейробиологических и средовых факторов на развитие зрительного внимания у недоношенных младенцев и детей раннего возраста.

МЕХАНИЗМЫ РАЗВИТИЯ ЗРИТЕЛЬНОГО ВНИМАНИЯ В РАННЕМ ДЕТСТВЕ

Первый год жизни является критическим периодом для развития зрительных функций, так как характеризуется активным протеканием синаптогенеза и миелинизации. В период новорожденности (первые 28 дней после рождения) наблюдается значительный всплеск синаптогенеза, надежным параметром которого является образование аксональных и дендритных шипов (Kostovic et al., 2019). Это знаменует собой начало

постоянной реорганизации корковых синапсов, лежащей в основе становления поведенческих и когнитивных навыков.

В первичной зрительной коре (область V1) после наиболее активного образования синапсов в период от двух до четырех месяцев, синаптическая плотность достигает своего пика на 140–150% от уровня взрослых в промежутке с 5 до 12 мес, после чего среднее число синапсов на нейрон снижается. Исследования, проведенные в работе (Webb et al., 2001; de Graaf-Peters, Hadders-Algra, 2006), показали, что пик производства кортико-кортикальных аксонов в зрительной коре наступает примерно в пять месяцев, а пик синаптогенеза наступает около восьмого месяца, форма и структура сетчатки глаза также претерпевают значительные изменения в этот период.

Интересно, что темпы формирования новых синапсов довольно высоко коррелируют с успешностью выполнения младенцами поведенческих проб, отражающих наличие того или иного навыка (Webb et al., 2001). Паттерны рассматривания визуальных объектов у младенцев традиционно изучаются при помощи задач свободной игры. В дополнение к этому в современных психофизиологических исследованиях одним из популярных методов является айтрекинг, поскольку он не требует вербального ответа и позволяет измерить объективные показатели окулomotorной активности (Telford et al., 2016). Так, время, затраченное испытуемыми на пристальное рассматривание объектов, принимается как мера усвоения визуальной информации (Clearfield, 2020).

Авторы работы (Kulke et al., 2015) обнаружили, что у типично развивающихся младенцев кортикальная система активного переключения внимания между конкурирующими целями начинает функционировать около трех-четырёх месяцев жизни. Доказательства роли коры в произвольном смещении фиксаций взгляда были получены в результате обследования младенцев, перенесших гемисферэктомию, т.е. хирургическое удаление одного из полушарий для облегчения трудноизлечимой эпилепсии.

Нейроны стриарной коры (V1) избирательно реагируют на различные перцептивные свойства стимулов, в частности, ориентацию в пространстве и направление движения. Возникновение реакции на данные признаки является индикатором начала работы кортикальных механизмов (Braddick, Atkinson, 2011). Помимо стриарной коры в младенческом возрасте начинают функционировать две системы, отвечающие за обработку визуальной информации, — дорсальный (*dorsal stream*) и вентральный (*ventral stream*) каналы (Braddick, Atkinson, 2011). Дорсальный канал включает области внутритеменной борозды, а также префронтальные области, ограниченные

верхней лобной и прецентральной бороздами. Одной из его основных функций является обработка информации о движении и пространственном расположении предмета (“Где? Как?”). Вентральный канал включает область на границе теменной и височной долей и вентральную фронтальную кору; он отвечает за идентификацию лиц и других объектов (“Кто? Что?”). Оба канала взаимодействуют друг с другом посредством прямых (внутрикорковых) и опосредованных (при участии подкорковых образований) связей (Mercuri et al., 2007). Известно, что при нормативном развитии вентральный канал начинает функционировать раньше, чем дорсальный.

Среди основных навыков, приобретаемых младенцами к концу первого полугодия постнатальной жизни, можно выделить способности гибко переключать внимание между несколькими визуальными объектами, различать направление взгляда взрослого, а также следить взглядом за движущимся объектом (Imafuku et al., 2017). В процессе взаимодействия с родителем младенцы учатся воспринимать направление взгляда, поворот головы и смену положения тела взрослого как привлечение внимания к какому-то интересному предмету в окружающем пространстве (Cheung et al., 2018).

Начиная с семи месяцев, младенцы могут сосредотачивать взгляд на конкретном объекте и игнорировать отвлекающие стимулы (Clearfield, 2020). К концу первого года жизни этот навык проявляется все более устойчиво, что связано с созреванием дорзолатеральной префронтальной коры и стриатума (Anderson, 2002). Показано, что период интенсивного роста дендритов в дорзолатеральной области префронтальной коры в промежутке с 7.5 до 12 мес коррелирует со значительным повышением успешности выполнения классической задачи Пиаже “А-не-Б” (Diamond et al., 2002; Holmboe et al., 2018). К концу второго года жизни наблюдается элиминация избыточных синаптических связей, что соответствует более зрелым навыкам зрительного внимания (Webb et al., 2001).

В конечном итоге нормальное функционирование зрительного внимания зависит от целостности функциональных связей и структур, включающих зрительные пути и первичную зрительную кору, а также другие корковые и подкорковые области, такие как лобные, височные доли или базальные ганглии (Рюмина и др., 2021). Отечественные исследователи указывают на необходимость разработки нормативных данных показателей зрительного внимания для детей различного гестационного возраста (Рюмина и др., 2021).

ВЛИЯНИЕ НЕЙРОБИОЛОГИЧЕСКИХ И КЛИНИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ЗРИТЕЛЬНОЕ ВНИМАНИЕ ПРИ НЕДОНОШЕННОСТИ

Функциональная незрелость головного мозга

Предполагается, что недоношенность значительно влияет на особенности созревания коры головного мозга в раннем онтогенезе, что в свою очередь сказывается на формировании зрительных функций. Так, в недавнем исследовании Л.А. Троицкой и соавт. было выявлено, что неврологически здоровые недоношенные младенцы, обследованные с применением стандартизированного теста Н. Бейли, отстают от своих сверстников по всем параметрам психического развития, особенно в возрасте до шести месяцев, причем наибольшее отставание наблюдалось в двигательной и сенсорной сферах (Троицкая и др., 2018). Вместе с тем наблюдалось постепенное выравнивание траекторий развития в возрасте около одного года. Другие отечественные исследователи так же отмечали наличие у недоношенных младенцев задержки зрительного развития в виде нарушения формирования магноцеллюлярного пути, которая частично нивелировалась к возрасту 12 мес (Рюмина и др., 2020).

Одним из наиболее типичных перинатальных поражений центральной нервной системы (ЦНС) у преждевременно рожденных детей является диффузное повреждение белого вещества (van Tilborg et al., 2016). Причем патофизиологические механизмы, лежащие в основе такого поражения, довольно мало изучены. Преждевременное рождение сопровождается изменением снабжения головного мозга кислородом, что в ряде случаев приводит к гибели олигодендроцитов, в результате чего наблюдается общее нарушение миелинизации в развивающемся белом веществе коры головного мозга (van Tilborg et al., 2016).

Так, авторы работы (Malik et al., 2013) отмечают значимую положительную роль гипоксической внутриутробной среды в процессах нейрогенеза в желудочковой и субвентрикулярной зонах коры головного мозга, которые активно протекают в третьем триместре. Таким образом, кислородный стресс, с которым сталкиваются недоношенные новорожденные, влечет за собой подавление гломатергической системы и, как следствие, нейрогенеза.

По данным работы (Bluml et al., 2014) недоношенность связана с изменением хода синтеза N-ацетил-аспартата, который является маркером развития аксонов и дендритов. Исследование, выполненное этой научной группой с применением современных методов нейровизуализации, продемонстрировало нарушения в синхрониза-

ции метаболического созревания серого и белого вещества у недоношенных детей по сравнению с доношенными. На основании полученных данных, авторами была сформулирована концепция “фальш-старта” (false start) у неврологически здоровых недоношенных младенцев. “Фальш-старт” представляет собой раннее начало некоторых процессов созревания в белом веществе, опережающее типичные темпы развития, за которым ближе к одному году жизни следует замедление (Bluml et al., 2014).

Применение функциональной магнитно-резонансной томографии (фМРТ) с высоким временным и пространственным разрешением показало, что преждевременное появление на свет связано с обширными изменениями функциональных связей во всех нейронных сетях коры головного мозга, причем степень морфофункциональной незрелости зависела от срока гестации (Eyre et al., 2021).

Согласно данным клинических и поведенческих исследований, морфофункциональная незрелость головного мозга и повышенный риск возникновения перинатальных патологий ЦНС у младенцев, рожденных раньше срока, негативно сказываются на формировании ряда зрительных навыков, таких как устойчивость внимания, слежение взглядом за движением, восприятие визуальной социальной информации (Громада, Якимова, 2017; Atkinson, Braddick, 2007). Так, в работе (Atkinson, Braddick, 2007) авторы показали, что 85% доношенных младенцев в возрасте пяти месяцев успешно выполняли пробы на слежение за движущимся предметом. При этом у неврологически здоровых недоношенных сверстников было обнаружено отставание в успешности прохождения таких проб. Сравнение линий регрессии показало, что эта задержка эквивалентна четырем неделям.

Детекция движения основана на точной временной передаче визуальных сигналов от различных областей коры и, следовательно, может быть чувствительна к нарушениям миелинизации в дорсальном канале (Atkinson, Braddick, 2007). Такие аномалии, как отмечают исследователи, нередко встречаются у детей с недоношенностью. При этом обычное офтальмологическое обследование таких детей не позволяет выявить нарушения на уровне кортикальных механизмов зрения.

Авторы работы (Downes et al., 2018) изучали раннее развитие контроля внимания у здоровых 12-месячных недоношенных детей со сроком гестации менее 30 нед и сравнивали их с группой доношенных испытуемых. Параметры внимания измерялись при помощи айтрекера. Недоношенные младенцы медленнее фиксировали внимание на целевом стимуле и тратили меньше времени на его разглядывание, при этом меньший гестаци-

онный возраст был связан с низкой скоростью обработки информации.

В исследовании научной группы, под руководством С. von Hofsten, было выявлено наличие тесной связи между зрительно-моторной координацией у недоношенных младенцев в восемь месяцев и их когнитивным развитием в два года (Kaul et al., 2019). Представленные результаты отражают долгосрочное воздействие зрительно-моторных навыков на развитие кортикальных функций.

Так, авторы работы (Hille et al., 2001) объясняли трудности в аудиовизуальном восприятии социальных ситуаций недоношенными детьми недостаточным зрелым функционированием кортикальных областей, отвечающих за процессы параллельной обработки множества сенсорных стимулов. В более позднем исследовании было показано, что недоношенные младенцы в возрасте от четырех до шести месяцев чаще и на более продолжительное время отводили взгляд при зрительном контакте с родителями, чем их доношенные сверстники (De Schuumer, 2012). Такая особенность может быть связана с трудностями в зрительном сосредоточении. В связи с этим было высказано предположение, что периоды “невнимания” связаны с необходимостью ограничения количества поступления сенсорной информации для ее последующей обработки.

В одном из недавних исследований было установлено, что преждевременно рожденные младенцы и в шесть, и в двенадцать месяцев реже обращали внимание на движущиеся фигуры человека, по сравнению с доношенными испытуемыми того же возраста (Imafuku et al., 2017). Авторы рассматривали в качестве возможной причины задержку образования синапсов между магноцеллюлярными нейронами базального переднего мозга, которые могут быть задействованы в процессах обработки биологического движения путем связей с задней височно-теменной корой.

Такие трудности в восприятии биологического движения, мимики людей или комплексных социальных ситуаций относятся к паттернам, специфичным для детей с расстройством аутистического спектра (РАС). Однако по мнению ряда зарубежных исследователей, проявление аутичного фенотипа у недоношенных детей во многих случаях может являться маркером отставания в когнитивном развитии, неспецифичного для РАС (Pyhala et al., 2014; Wass et al., 2015; Telford et al., 2016).

В работе (Berdasco-Muñoz et al., 2019) был выявлен дефицит в ранней обработке речи, связанный с визуальным восприятием различных черт говорящего человека. Недоношенные дети в возрасте восьми месяцев не различали родной (французский) и неродной (английский) языки по особенностям артикуляции и демонстрирова-

ли схожие шаблоны сканирования для обоих языков, в отличие от доношенных детей, которые смотрели при восприятии родной речи больше в глаза женщины, чем на ее рот.

Среди российских исследователей в области раннего развития детей с недоношенностью можно выделить научную группу под руководством Т.А. Строгановой. В одной из их работ были получены интересные результаты, которые можно интерпретировать в контексте теории о связи перинатальной патологии с левосторонним профилем функциональной асимметрии. В этом исследовании здоровым недоношенным детям 13–14 мес была предложена классическая задача Пиаже “А-не-Б” (Бурдукова, Строганова, 2008). У недоношенных детей проявлялась тенденция к более частому использованию левой руки, кроме того, они значительно хуже, чем доношенные, выполняли те пробы, в которых игрушка была спрятана справа, что говорит о выраженной левосторонней зрительной асимметрии. Известно, что переключение зрительно-пространственного внимания (attention disengagement) обеспечивается задними отделами теменных зон левого и правого полушарий. Исходя из этого, исследователи предположили, что сокращение срока гестации может приводить к определенным изменениям в функции зрительно-пространственного внимания (Бурдукова, Строганова, 2008).

Этой же группой авторов исследовались физиологические индикаторы эндогенного и экзогенного внимания у доношенных и недоношенных детей в скорректированном возрасте пяти месяцев. Одним из индикаторов была парасимпатическая регуляция сердечного ритма, а именно показатели длительности кардиоинтервалов и респираторной синусовой аритмии (Строганова и др., 2006 б). У условно здоровых недоношенных детей регуляция вегетативных функций при смене вида внимания была менее эффективной по сравнению с их доношенными сверстниками, что может быть индикатором регуляторных нарушений ЦНС.

Исследование ЭЭГ-индикаторов в рамках того же эксперимента выявило, что дефицит в контроле эндогенного внимания у неврологически здоровых недоношенных детей сопряжен с относительным дефицитом функциональной синхронизации β -ритма в нижневисочных областях коры, а также подавлением θ -ритма (Строганова и др., 2006 а). Авторами было высказано предположение, что в основе этого дефицита лежат не структурные дефекты, а нарушения нейромедиаторных взаимодействий между лимбическими и корковыми структурами.

Таким образом, нарушения в различных аспектах зрительного внимания могут быть связаны с морфофункциональной незрелостью и задерж-

ками созревания кортикальных и субкортикальных структур. Данные аспекты не связаны с такими показателями, как острота зрения, и требуют оценки при помощи поведенческих тестов (Atkinson, Braddick, 2007).

Ранняя сенсорная стимуляция

На протекание процессов синаптогенеза и миелинизации в коре головного мозга могут повлиять факторы внешней (внеутробной) среды (Malik et al., 2013). Сразу после рождения недоношенные дети попадают в насыщенную сенсорную среду и подвергаются воздействию множества физиологических раздражителей. Это может иметь как негативный, так и позитивный эффект для уязвимой, активно развивающейся нервной системы (Bluml et al., 2014).

Изучением влияния факторов внешней среды на развитие зрительного внимания у детей с перинатальной патологией, в частности с недоношенностью, занимались И.И. Рюмина с коллегами. Они отмечают, что чрезмерно сильные внешние раздражители (яркий свет, высокий уровень шума) неблагоприятно влияют на организм недоношенного ребенка, и уменьшение влияния этих факторов лежит в основе охранительного режима (Рюмина и др., 2020). Однако начиная с определенного момента воздействие на органы чувств ребенка становится необходимым, так как от этого зависит их дальнейшее развитие. Примерами благоприятного физиологического воздействия могут быть попадание света на визуальные объекты, новизна или изменение объекта, движение, цвет. При этом сильные конкурирующие слуховые или двигательные стимулы могут нарушать процессы визуального развития, обусловленные экзогенным зрительным опытом.

В одной из зарубежных работ приводятся данные о том, что аудиальная и тактильная стимуляции могут оказывать вредное воздействие на развитие мозга новорожденных, появившихся на свет раньше срока (Cheong et al., 2020). Другие авторы (Bluml et al., 2014) указывают на то, что повышенная сенсомоторная стимуляция способствует повышенному риску возникновения нарушений развития ЦНС в данной популяции детей.

Однако, как отмечается в работе (Butcher et al., 2002), при сравнении групп недоношенных и нормально развивающихся детей на основе скорректированного, а не хронологического возраста, нередко преждевременно рожденные дети демонстрируют преимущества в обработке зрительной информации благодаря большему опыту нахождения в сенсорной среде.

Зрительные функции и уровень зрелости зрительного нерва можно оценивать при помощи зрительных вызванных потенциалов (PR-VEP) и

реакции на ряды динамичных визуальных стимулов (DRDC-VEP) (Jandó et al., 2012). Так, использование этих методов позволило установить зависимость формирования бинокулярного зрения от послеродового визуального опыта. Было показано, что стриарная кора даже у недоношенных новорожденных достаточно зрелая, чтобы обрабатывать зрительные стимулы сразу после рождения. При этом, благодаря свойству нейропластичности, сенсорная стимуляция приводит к раннему возникновению бинокулярного зрения (Jandó et al., 2012).

В одной из работ была предложена гипотеза, что подверженность ранней визуальной стимуляции у новорожденных, появившихся на свет до срока, может со временем способствовать ускоренному развитию зрительных функций (Strand-Brodd et al., 2011). Вслед за этим предположением некоторые экспериментальные данные действительно показали ускоренное созревание у недоношенных младенцев таких зрительных функций, как стабильность фиксации взгляда и отслеживание движения. Так, авторы работы (Petkovic et al., 2016) обнаружили, что у здоровых недоношенных детей, обследованных через 35 и 40 нед после рождения, наблюдалось значительно больше зрелых движений глаз, более точное отслеживание предметов, движущихся по вертикальной и дуговой траекториям. Через 20 нед после рождения недоношенные дети также демонстрировали более успешное распознавание контрастных изображений в сравнении с нормативной группой младенцев.

Авторы работы (Butcher et al., 2002) изучали особенности переключения внимания между центральным и периферическим объектами у доношенных и недоношенных детей в промежутке между 6-й и 26-й неделями скорректированного возраста. В десять недель недоношенные дети быстрее переключали внимание между стимулами, что связывали с положительным влиянием раннего визуального опыта.

Другие авторы (Reña et al., 2014) приводили данные, свидетельствующие об ускоренном формировании слежения за взглядом у младенцев с недоношенностью, а также об ускоренном развитии у них бинокулярного зрения и лучшим узнаванием созвучий языка. Кроме того, было показано, что, начиная уже с 29-й недели гестационного возраста, недоношенные младенцы способны дифференцировать внешние сенсорные стимулы, что может говорить о созревании у них ряда перцептивных механизмов, к примеру, связанных с пирамидальными нейронами.

Способность к выполнению задач на переключение внимания у недоношенных и доношенных детей в течение первых шести месяцев после рождения анализировали (Hunnius et al., 2008). При-

мерно до 16 нед недоношенные младенцы быстрее переключали внимание со стимула в центральном поле зрения на периферический, что интерпретировалось в контексте раннего зрительного опыта. По мнению исследователей (Hitzert et al., 2015), преждевременная подверженность воздействию окружающей среды может способствовать сокращению латентности саккад, но не влияет на частоту переключения внимания.

В работе (Ross-Sheehy et al., 2017) недоношенные дети в возрасте пяти месяцев демонстрировали значительное отставание в визуальном ориентировании и допускали ошибки в задачах на зрительное внимание. Однако в десять месяцев у них наблюдались только избирательные дефициты пространственного внимания, например, в реакциях, требующих торможения. Такая траектория развития зрительного функционирования, по мнению этих авторов, подчеркивает критическую роль ранней адаптации к внешней сенсорной стимуляции.

В другой работе (Vandormael et al., 2019) исследователям стоит сосредоточить внимание на изучение возможного преимущества, которое может дать недоношенному ребенку раннее воздействие окружающей среды. В частности, было показано, что активное речевое воздействие на детей с недоношенностью может оказать положительное влияние на социальное ориентирование в первые месяцы после рождения.

Терапевтическое воздействие

В исследованиях неоднократно было продемонстрировано, что условия содержания в отделении интенсивной терапии и процедуры, которым подвергаются новорожденные пациенты, в определенной степени влияют на реализацию генетической программы кортикогенеза (Malik et al., 2013; Blüml et al., 2014; Dean et al., 2014). К примеру, длительная седация и некоторые лекарственные препараты, прерывающие щелевидные соединения, могут привести к нарушениям нейро-сенсорного развития в младенчестве (Рюмина и др., 2020).

Одним из значимых факторов является воздействие кислорода при искусственной вентиляции легких (ИВЛ). В одном исследовании было обнаружено, что недоношенные младенцы, которым требовалась ИВЛ по причине респираторного дистресса, имели аномально тонкие дендритные шипики (Webb et al., 2001). У младенцев, которые не нуждались в ИВЛ, такая особенность отсутствовала. Также выявлено, что воздействие кислорода подавляло нейрогенез в желудочковой и субвентрикулярной зонах коры (Malik et al., 2013).

Длительная респираторная терапия может приводить и к снижению объема мозжечка. На сегодняшний день известно, что, помимо координации движений, мозжечок участвует в реализации сложных когнитивных функций, включая внимание, эмоции, память и др. Например, саккадические движения глаз при произвольном внимании в немалой степени контролируются структурами мозжечка, а именно червем (Munoz, Сое, 2011). Оценка интеллекта у детей, родившихся недоношенными, позволила выявить прямую связь между объемом мозжечка и снижением когнитивных способностей (Scheuer et al., 2017).

Большие концентрации глюкокортикоидов, как экзогенных, так и эндогенно индуцированных стрессом, оказывают негативный эффект, приводя к упрощению дендритов и усадке дендритных шипов на ранних стадиях развития мозга. У недоношенных детей, прошедших курс лечения глюкокортикоидами для улучшения созревания легких, наблюдалось снижение кортикальной пластичности, что повышало риск задержки развития внимания (Dean et al., 2014).

В странах со средним уровнем дохода довольно остро стоит вопрос ретинопатии недоношенных (РН) и других офтальмологических заболеваний. Отсутствие или несоблюдение стандартов ухода за недоношенными новорожденными при проведении реанимационных мероприятий может приводить к развитию у них ретинопатии или иных нарушений (нистагмы, аномалии рефракции, косоглазие), что в свою очередь негативно влияет на зрительное внимание (Биринцева, Лазарива, 2018; Sathar et al., 2019).

Есть данные о том, что частота возникновения РН зависит не только от срока гестации и тяжести анамнеза, но и от условий выхаживания в роддоме либо клинике (Rozenal, 2014). В связи с этим важную роль в профилактике возникновения и прогрессирования таких нарушений играют не только офтальмологи, но и другие специалисты — акушеры-гинекологи, неонатологи и реаниматологи.

В одном из недавних зарубежных исследований были обследованы — группа условно здоровых недоношенных детей без РН и группа детей с РН 1-й и 2-й степени тяжести, чтобы оценить исходы по зрительным функциям и нервно-психическому развитию (Ricci et al., 2020). Испытуемых обследовали дважды — в один год и в два года. В один год применяли тесты зрительных навыков (оценка фиксации взгляда, слежения за предметом, остроты зрения, полей зрения, устойчивости внимания), в два года — поведенческие тесты психического развития. Младенцы с легкой степенью РН по показателям внимания и когнитивного развития были наравне со здоровыми детьми. Атипичные результаты были продемон-

стрированы той группой, которая подвергалась более длительной терапии в первый год жизни.

Находясь в отделении интенсивной терапии, ребенок испытывает стресс, вызванный дискомфортом и болевыми ощущениями, которыми неизменно сопровождаются терапевтические процедуры. Однако ранее этой проблеме уделялось крайне мало внимания, что отмечалось в работе (Grunau et al., 2004). Новые исследования предоставляют убедительные клинические доказательства неблагоприятного воздействия процедурной боли на развитие нейронных сетей в мозге и формирования гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы (Grunau, 2013; Cheong et al., 2020). Например, была показана связь болевого воздействия со снижением соотношения N-ацетиласпартата / холина, что определяется как показатель жизнеспособности нейронов (Dean et al., 2014).

Вопрос влияния стресса, связанного с болевыми ощущениями, на поведение и когнитивные навыки маленьких детей еще требует серьезного изучения. В разных работах высказывались предположения, что раннее вмешательство и разработка системы ухода за детьми, направленной на снижение стресса, могут оказать благоприятное воздействие на уязвимый развивающийся головной мозг ребенка (Grunau, 2013; Montirosso et al., 2016; Cheong et al., 2020). Есть данные о том, что дети, получавшие более высококачественный уход в клинике (включая регуляцию болевой чувствительности, контроль внешних стимулов, обеспечение контакта с родителями и другие), впоследствии демонстрировали более зрелые коммуникативные навыки и развитое зрительное внимание в социальном контексте (Montirosso et al., 2016). Авторы работы (van Veenendaal et al., 2019) сравнивали соматические и психоневрологические исходы у недоношенных детей 18–24 мес, которых после рождения содержали в отдельных либо в общих палатах. Были получены различия по уровню соматического здоровья (он был выше у детей, ранее находившихся в отдельных палатах), однако в плане когнитивного развития достоверных различий выявлено не было.

Отдельно стоит упомянуть про воздействие операции Кесарева сечения на развитие когнитивных функций у новорожденных. С одной стороны, абдоминальное родоразрешение при преждевременных родах достоверно снижает уровень перинатальной заболеваемости и смертности, а также частоту внутрижелудочковых кровоизлияний у новорожденного (Фаткуллин, Фаткуллин, 2009). С другой стороны, показано, что в 24 мес у недоношенных детей, подвергшихся травматическому воздействию в связи с проведением операции Кесарева сечения, замедлены процессы синаптогенеза, миелинизации и элиминации си-

наптических связей, что повышает риск когнитивных нарушений (Парцалис, 2013).

РОЛЬ СОЦИАЛЬНО-ПСИХОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ В РАЗВИТИИ ЗРИТЕЛЬНОГО ВНИМАНИЯ ПРИ НЕДОНОШЕННОСТИ

Социальная депривация

В первые два года ребенок познает окружающий мир, находясь в тесном взаимодействии с родителями или опекунами (так называемыми “значимыми взрослыми”). Именно значимые взрослые создают ту среду, в которой развивается и социализируется ребенок на раннем этапе жизни.

Многие исследователи (Васильева и др., 2009) подчеркивают, что содержание в кувезе в первые дни и недели после рождения жестко ограничивает ребенка во взаимодействии с матерью и в человеческом общении. Российские авторы вводят термин “ранняя госпитальная депривация”, которая подразумевает временную разлуку новорожденного с матерью и рассматривается в качестве одной из основных причин возникающих проблем в развитии (Васильева и др., 2009; Иванова, 2010). Они же представили результаты оценки нервно-психического развития недоношенных детей первого года жизни, где было показано значимое отставание недоношенной группы в способности зрительно исследовать окружающую среду и демонстрировать осознание новой ситуации в возрасте 4.5 мес, а также в поиске спрятанного объекта в десять месяцев. При этом в шесть месяцев обе группы успешно находили спрятанный предмет, если это не требовало мануальных действий. Однако в десять месяцев недоношенные дети не могли согласовать несколько действий — держать в памяти предмет и осуществлять манипуляции по его поиску.

В двух экспериментах было показано положительное влияние тактильного контакта со взрослым на показатели зрительного внимания у неврологически здоровых младенцев (Arditi et al., 2006). Испытуемым предъявляли в течение минуты два визуальных стимула, которые затем объединялись с неким новым стимулом; оценивали визуальный интерес, бдительность и предпочтение новизны. При этом участники исследования были поделены на две группы: одни сидели на коленях у опекуна, другие располагались в автокресле. Выяснилось, что при тактильном контакте со взрослым у детей возрастали показатели зрительного внимания: младенцы тратили больше времени на рассматривание стимулов и имели более высокое предпочтение новизны. Полученные данные внесли свой вклад в теорию о том, что близость со значимым взрослым лежит в основе благоприятного развития исполнительных функ-

ций, в том числе внимания, у детей раннего возраста (Arditi et al., 2006).

Для детей, рожденных преждевременно и содержащихся в отделении интенсивной терапии новорожденных, далеко не всегда возможно присутствие родителей рядом в течение дня (Vandormael et al., 2019). Социальная депривация в данном случае связана, прежде всего, с разлукой ребенка с матерью и нехваткой заботы, поскольку внимание со стороны медицинского персонала оказывается преимущественно в рамках проведения терапевтических мероприятий (Santos et al., 2015). Можно предположить, что недостаток ощущения присутствия значимых взрослых может иметь негативные последствия для социализации и развития когнитивных навыков у младенцев.

Авторы работы (Williamson, Jakobson, 2014) обнаружили, что дети, рожденные раньше срока, имели нарушения в способности воспринимать и интерпретировать эмоции персонажей в мультфильме. Исследователи связывали обедненное социальное поведение у таких детей с социальной депривацией в период новорожденности. К схожему выводу пришли другие авторы, указывая на связь между социальной депривацией у недоношенных младенцев и проявлениями нетипичного социально-коммуникативного развития в двухлетнем возрасте (Fenoglio et al., 2017).

Результаты недавнего исследования (Lederman et al., 2019) существенно отличались от предыдущих работ других авторов, что вносит весомый вклад в рассматриваемую проблему. В этих исследованиях у недоношенных детей наблюдались более длительные фиксации на социальных стимулах по сравнению с образцами, не связанными с социальными отношениями. В шесть месяцев скорректированного возраста недоношенные дети демонстрировали способность четко отслеживать взглядом движущиеся объекты, отдавая предпочтение социальным образам (Lederman et al., 2019). Предполагается, что повышенная уязвимость и нестабильное соматическое состояние преждевременно рожденных детей способствуют возникновению высокой потребности в социальном контакте и ориентации на социальную информацию.

В систематическом обзоре (Filippa et al., 2017) был проведен анализ воздействия раннего коммуникативного контакта ребенка с матерью на клинический исход и особенности когнитивного развития. В анализ были включены 15 эмпирических работ, где обследовались в общей сложности 512 недоношенных младенцев. Регулярное прослушивание новорожденными живого и записанного голоса матери способствовало стабилизации их состояния и благотворно влияло на их поведенческие навыки, однако имеющихся данных

было недостаточно для оценки долгосрочного эффекта. Таким образом, необходимо дальнейшее изучение специфики влияния контакта со значимым взрослым на когнитивное развитие недоношенных детей.

Социально-экономический статус семьи

Стоит отдельно выделить влияние социального статуса родителей на особенности развития зрительного внимания у детей. Так, неоднократно было показано, что недоношенные дети, воспитывающиеся в семьях с более высоким социально-экономическим статусом (СЭС) и уровнем образования родителей, отличаются высокой скоростью обработки визуальной информации.

В работе (Wolke et al., 2019) авторы считают СЭС семьи одним из основных факторов, влияющих на развитие когнитивной сферы у детей. Также было отмечено, что данному показателю, по видимому, не уделяется должное внимание со стороны исследователей, так как к 2018 г. только 15 из 70 исследований, включенных в метаанализ и посвященных оценке интеллекта у детей из различных групп риска, учитывали СЭС семьи.

В нескольких зарубежных исследованиях было проведено сравнение особенностей семей с типично развивающимися и недоношенными детьми. Как было показано путем применения регрессионного анализа в исследовании с участием 250 семей с трехлетними детьми, матери, имеющие низкий социальный статус и уровень образования, чаще рожали недоношенных детей (Sarcavalli et al., 2020). Такая связь может быть отчасти обусловлена низкой осведомленностью матерей касательно негативного влияния нездорового образа жизни (курение, употребление алкоголя, плохое питание) на внутриутробное развитие ребенка.

Тем не менее авторы работы (Yaari et al., 2018) анализировали ранние траектории когнитивного, речевого и моторного развития недоношенных и доношенных младенцев. Согласно полученным данным, низкий уровень материнского образования был связан с более низкими показателями внимания, однако со временем значимость этого фактора нивелировалась.

В работе (Mangin et al., 2016) было оценено пять показателей СЭС семей с двухлетними нормативными и недоношенными детьми: возраст матери при рождении ребенка, уровень образования матери, наличие в семье обоих родителей (полная или неполная семья), порядок рождения ребенка, уровень квалификации и доходов родителей. Показано, что уровень когнитивного функционирования у типично развивающихся детей и детей с недоношенностью находился под влиянием качества терапевтического вмешательства

и условий воспитания в семье, т.е. наблюдался более оптимальный уровень когнитивного развития у детей из семей с высокими социально-демографическими показателями.

У двухлетних недоношенных детей из бедных семей выявлялись сниженные темпы развития когнитивных навыков, в частности, наблюдался специфический дефицит когнитивного контроля (Noble et al., 2007). Когнитивный контроль относится к исполнительным функциям и обозначает способность отфильтровывать отвлекающие факторы и выборочно фокусировать внимание. Задачи, требующие игнорирования посторонней информации, были особенно сложными для детей из семей с низким СЭС, потому что их произвольное внимание менее сформировано. Автор (Mezzacappa, 2004) объяснил такую разницу в успешности выполнения тестов на внимание многими возможными факторами, связанными с низким уровнем доходов: питание и образ жизни матери во время беременности, родовое и послеродовое воздействие токсинов, качество домашней среды, питание и медицинское обслуживание, а также ресурсы для дошкольного воспитания.

Так, в работе (Werchan et al., 2019) авторы рассматривали СЭС семьи в качестве показателя обогащения окружающей ребенка среды, т.е. степени обилия и разнообразия визуальных стимулов, доступных для восприятия ребенком. Очевидно, что развитие зрительного внимания во многом зависит от визуального опыта. Дети, воспитывающиеся в семьях с более высоким СЭС, как правило, имеют доступ к большому разнообразию игрушек и других сложных визуальных стимулов. Кроме того, уровень дохода семьи коррелировал со способностями младенцев к обработке социально значимой визуальной информации.

Другие авторы (Clearfield, Jedd, 2013) сравнивали сфокусированное внимание в задачах свободной игры (как с одной, так и с несколькими игрушками) у младенцев из семей с низким и высоким СЭС в возрасте от шести до 12 мес. Младенцы из семей с высоким СЭС проявляли большее внимание к игрушкам в целом и больший уровень концентрации внимания, когда стимулы были более комплексными. В ситуациях, когда множество визуальных стимулов конкурировали за внимание, младенцы из семей с низким СЭС могли испытывать трудности с переключением внимания.

Все эти результаты в совокупности отражают положительное влияние высоких социально-экономических показателей и “обогащенной среды” на особенности зрительного функционирования у недоношенных и доношенных детей.

Особенности детско-родительских отношений

Формирование адекватных диадических взаимоотношений и высокая степень эмоционального контакта родителя с ребенком могут значительно смягчать влияние недоношенности на темпы развития зрительного внимания в первые годы жизни (Muller-Nix, 2004; Hadfield, 2017; McMahon et al., 2018). К примеру, в одном из недавних психологических исследований более последовательное и структурированное поведение родителя в различных ситуациях взаимодействия было связано с высокими показателями когнитивного развития ребенка (McMahon et al., 2018). Годом ранее авторы работы (Hadfield et al., 2017) оценивали различия в особенностях ухода родителей за маленькими детьми и влияние этих особенностей на когнитивные навыки у детей с легкой степенью недоношенности в возрастном диапазоне с девяти месяцев до трех лет. Они обнаружили, что высокая степень привязанности и родительской отзывчивости в значительной степени нивелировала негативное влияние недоношенности на темпы когнитивного развития детей.

Не стоит также упускать из виду значимость роли детско-родительских отношений в отдаленных клинических исходах, с точки зрения развития нервной системы у недоношенных детей из группы высокого риска. В работе (Cheong et al., 2020) было показано, что позитивное отношение к родительству и психическая устойчивость родителей обеспечивают долгосрочный положительный эффект для развития когнитивных навыков у недоношенных детей. Несколькими годами ранее авторы работы (Gonzalez-Gomez, Nazzi, 2012) обратили внимание на то, что восприятие социальной информации недоношенными детьми во многом зависело от того, как часто с ними разговаривали родители или опекуны, хотя данный фактор не влиял на становление активной речи у этих детей.

Проблема детско-родительских отношений в семье, где ребенок появился на свет раньше срока, привлекает внимание многих ученых и практиков. Сам факт преждевременного рождения, уязвимое состояние ребенка в первые дни и относительно высокий риск возникновения патологий нередко приводят к повышенной тревожности и депрессивным расстройствам у матерей, что в свою очередь способствует формированию неадекватных диадических отношений (Vandormael et al., 2019).

Нередко у молодых родителей присутствует представление о том, что недоношенный ребенок требует особой защиты и заботы. В работе (Иванова, 2010) автор вводит понятие “стереотипа недоношенного” как совокупности когнитивных и поведенческих паттернов взрослого по отноше-

нию к ребенку. Такой “стереотип недоношенного” может стать дополнительным неблагоприятным фактором психического развития. По мнению Н.Б. Ивановой, заботливое, но не чрезмерно опекающее поведение родителей повышает вероятность компенсации недостатков, связанных с преждевременным рождением, а разработка программ оптимизации взаимодействия “недоношенный ребенок – близкие взрослые” не менее важна, чем диагностическая и коррекционная работа в сфере моторного и когнитивного развития.

Согласно работе (Forcada-Guex et al., 2006), среди возможных паттернов взаимодействия в диадах “мать – недоношенный младенец” наиболее стабильно проявляются два типа: “кооперативный паттерн” с чувствительной отзывчивой матерью и реагирующим на общение младенцем (28% от выборки), и “контролирующий паттерн” с тревожной авторитарной матерью и пассивным уступчивым ребенком (28% от выборки). Контролирующий паттерн более распространен среди диад матерей с недоношенными детьми в сравнении с семьями, где ребенок родился в срок. В условиях формирования кооперативного паттерна темпы развития зрительного внимания недоношенных детей находятся приблизительно на одном уровне с доношенными. В связи с этим авторы подчеркивают важность формирования и поддержания здоровых взаимоотношений между родителями и младенцами уже в отделении интенсивной терапии, а также в первые месяцы после родов.

Также было показано, что опекуны годовалых детей, родившихся недоношенными, в среднем более тревожны и навязчивы, чем родители доношенных детей. При этом недоношенные дети, чьи родители были отзывчивыми и активно использовали вербальную речь при взаимодействии с ребенком, имели высокие показатели зрительного восприятия социальной информации (Loi et al., 2017). Авторы работы (Barratt et al., 1992) также отмечают высокую восприимчивость недоношенных младенцев к социальной информации в тех случаях, когда матери этих детей особенно внимательны к их вербальным и невербальным сигналам. В целом авторы указывают на высокий уровень чуткости, внимания и восприимчивости к коммуникативным сигналам, который наблюдался у родителей недоношенных детей.

В качестве двух основных факторов, влияющих на дальнейшее когнитивное становление и социализацию детей, рожденных раньше срока, некоторые авторы выделяют реакцию матери на вокализацию младенца и уровень возбудимости малыша (Beckwith, Rodning, 1996). Уровень возбудимости напрямую связан со зрительным вниманием, поскольку обеспечивает бдительность и

способность к обнаружению нужного визуального объекта (Braddick, Atkinson, 2011).

У недоношенных новорожденных, испытывавших стресс из-за навязчивого и подавляющего поведения матери, более высокие базальные уровни кортизола были связаны с недостаточным зрительным вниманием, где в целом особенности поведения матери влияли на устойчивость внимания у восьмимесячных недоношенных детей, ранее подвергшихся стрессовому воздействию (Tu et al., 2007).

Авторы работы (Fontana et al., 2020) изучали роль тактильной стимуляции (массажа) и зрительного контакта в улучшении зрительного функционирования у здоровых недоношенных младенцев. Зрительное внимание оценивали при помощи батареи тестов, включающей анализ произвольных саккад, фиксации на цели и слежение за движущимся стимулом, реакцию на цвет предмета, различение контраста. По большинству тестов высокие показатели были у тех детей, которые воспитывались наиболее заботливыми родителями. В работе (Clearfield, 2020) также было продемонстрировано положительное влияние зрительного контакта ребенка с родителем на развитие внимания в первый год жизни.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В представленном теоретическом обзоре было показано, что особенности окуломоторной активности и зрительного внимания у недоношенных детей в раннем периоде онтогенеза связаны с воздействием целого ряда факторов. Множество эмпирических исследований наглядно демонстрируют как положительную, так и отрицательную роли ранней сенсорной стимуляции, терапевтического воздействия, детско-родительских отношений в успешности зрительного функционирования. В целом можно заключить, что преждевременное рождение и ранняя подверженность развивающегося мозга воздействию окружающей среды оказывают избирательное влияние на различные аспекты зрительного внимания, что может быть связано с гетерохронностью созревания разных структур головного мозга.

Представленные факторы можно учитывать при проведении комплексной оценки когнитивного развития недоношенных младенцев для своевременного обнаружения отклонений от нормы и обеспечения раннего вмешательства. Использование поведенческих тестов или метода айтрекинга, помимо стандартного офтальмологического обследования, может способствовать выявлению специфических нарушений внимания, связанных с определенными кортикальными механизмами.

Вместе с тем очевидна необходимость дальнейшего изучения нейронных механизмов, лежащих в основе формирования зрительного внимания, и более глубокого понимания роли биологических и социальных факторов в развитии когнитивных функций у детей с недоношенностью. Результаты таких исследований могут стать ключом к разработке эффективных программ диагностики и раннего вмешательства.

ИСТОЧНИК ФИНАНСИРОВАНИЯ

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта №20-113-50621.

ACKNOWLEDGEMENTS

The reported study was funded by RFBR, project number 20-113-50621.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Автор данной статьи подтверждает отсутствие конфликта интересов, о котором необходимо сообщить.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Биринцева Н.П., Лазарива И.Э. Состояние зрительных функций у недоношенных детей в зависимости от срока гестации. *Здравоохранение Югры: опыт и инновации*. 2018. № 3. С. 36–40.
- Бурдукова Ю.А., Строганова Т.А. Особенности функциональной асимметрии у глубоко недоношенных детей 13–14 месяцев жизни. *Физиология человека*. 2008. Т. 34. № 5. С. 26–33.
- Васильева М.Ю., Батуев А.С., Вершинина Е.А. Особенности психического развития недоношенных детей первого года жизни. *Психологический журнал*. 2009. Т. 30. № 3. С. 52–62.
- Громада Н.Е., Якимова Т.А. Психомоторное развитие недоношенных детей с очень низкой и экстремально низкой массой тела в течение 3-х лет жизни. *Уральский медицинский журнал*. 2017. № 5 (149). С. 33–39.
- Иванова Н.Б. Проблемы развития недоношенных детей, воспитывающихся в условиях семьи и дома ребенка. *Специальное образование*. 2010. № 1. С. 36–45.
- Парцалис Е.М. Факторы риска нарушения когнитивного развития у детей. *Новые исследования*. 2013. № 2 (35). С. 4–22.
- Рюмина И.И., Кухарцева М.В., Нароган М.В., Боровиков П.И., Лагутин В.В., Уайтли И. Применение технологий компьютерного зрения для объективной оценки показателей концентрации внимания у новорожденных и детей грудного возраста при визуальной стимуляции в целях развивающего ухода. *Неонатология: новости, мнения, обучение*. 2021. Т. 9. № 1. С. 30–41.
<https://doi.org/10.33029/2308-2402-2021-9-1-30-41>

- Рюмина И.И., Кухарцева М.В., Нароган М.В., Боровиков П.И., Лагутин В.В., Уайтли И. Ранний визуальный опыт и его роль в развитии ребенка. *Неонатология: новости, мнения, обучение*. 2020. Т. 8. № 4. С. 52–60.
<https://doi.org/10.33029/2308-2402-2020-8-4-52-60>
- Строганова Т.А., Посикера И.Н., Писаревский М.В., Цетлин М.М. 9-Ритм ЭЭГ при эндогенном внимании у доношенных и недоношенных детей в возрасте 5 месяцев жизни. *Физиология человека*. 2006а. Т. 32. № 5. С. 24–36.
- Строганова Т.А., Посикера И.Н., Писаревский М.В., Цетлин М.М. Регуляция синусового сердечного ритма при различных видах внимания у доношенных и недоношенных младенцев 5-месячного возраста. *Физиология человека*. 2006б. Т. 32. № 1. С. 43–51.
- Троицкая Л.А., Ерохина В.А., Малахова Н.Е. Оценка сенсорных и моторных функций у недоношенных младенцев. *Российский вестник перинатологии и педиатрии*. 2018. Т. 63. № 4. С. 190.
<https://doi.org/10.21508/1027-4065-congress-2018>
- Фаткуллин И.Ф., Фатукуллин Ф.И. Кесарево сечение при недоношенной беременности. *Практическая медицина*. 2009. № 2 (34). С. 34–37.
- Anderson P. Assessment and Development of Executive Function (EF) During Childhood. *Child Neuropsychol*. V. 8 (2). 2002. P. 71–82.
<https://doi.org/10.1076/chin.8.2.71.8724>
- Arditi H., Feldman R., Eidelman A.I. Effects of human contact and vagal regulation on pain reactivity and visual attention in newborns. *Dev. Psychobiol*. 2006. V. 48 (7). P. 561–573.
<https://doi.org/10.1002/dev.20150>
- Atkinson J., Braddick O. Visual and visuocognitive development in children born very prematurely. *Prog. Brain Res*. 2007. V. 164. P. 123–149.
[https://doi.org/10.1016/S0079-6123\(07\)64007-2](https://doi.org/10.1016/S0079-6123(07)64007-2)
- Barratt M.S., Roach M.A., Leavitt L.A. Early channels of mother-infant communication: preterm and term infants. *J. Child Psychol. Psychiatry*. 1992. V. 33 (7). P. 1193–1204.
<https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.1992.tb00938.x>
- Beaino G., Khoshnood B., Kaminski M. Predictors of the risk of cognitive deficiency in very preterm infants: the EPIPAGE prospective cohort. *Acta Paediatrica*. 2011. V. 100 (3). P. 370–378.
<https://doi.org/10.1111/j.1651-2227.2010.02064.x>
- Beckwith L., Rodning C. Dyadic processes between mothers and preterm infants: Development at ages 2 to 5 years. *Infant Ment. Health J*. 1996. V. 17 (4). P. 322–333.
[https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0355\(199624\)17:4<322::AID-IMHJ4>3.0.CO;2-O](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0355(199624)17:4<322::AID-IMHJ4>3.0.CO;2-O)
- Berdasco-Muñoz E., Nazzi T., Yeung H.H. Visual scanning of a talking face in preterm and full-term infants. *Dev. Psychol*. 2019. V. 55 (7). P. 1353–1361.
<https://doi.org/10.1037/dev0000737>
- Blum S., Wisnowski J., Nelson M., Paquette L., Panigrahy A. Metabolic maturation of white matter is altered in preterm infants. *PLoS ONE*. 2014. V. 9 (1). e85829.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0085829>
- Braddick O., Atkinson J. Development of human visual function. *Vis. Res*. 2011. V. 51 (13). P. 1588–1609.
<https://doi.org/10.1016/j.visres.2011.02.018>
- Butcher P.R., Kalverboer A., Geuze R., Stremmelaar E. A longitudinal study of the development of shifts of gaze to a peripheral stimulus in preterm infants with transient periventricular echogenicity. *J. Exp. Child Psychol*. 2002. V. 82 (2). P. 116–140.
[https://doi.org/10.1016/S0022-0965\(02\)00006-1](https://doi.org/10.1016/S0022-0965(02)00006-1)
- Carcavalli L., Rocha I.A., Valentim A.F., Penido M.G., Parlato E.M., Pordeus I.A., Serra-Negra J.M. Difference of socioeconomic factors among mothers of preterm and full-term infants. *Pesqui. Bras. em Odontopediatria Clín. Integr*. 2020. V. 20. e5005.
<https://doi.org/10.1590/pboci.2020.013>
- Cheong J., Burnett A.C., Treyvaud K., Spittle A.J. Early environment and long-term outcomes of preterm infants. *J. Neural Transm*. 2020. V. 127. P. 1–8.
<https://doi.org/10.1007/s00702-019-02121-w>
- Cheung C.H.M., Bedford R., Johnson M.H., Charman T., Gliga T. Visual search performance in infants associates with later ASD diagnosis. *Dev. Cogn. Neurosci*. 2018. V. 29. P. 4–10.
<https://doi.org/10.1016/j.dcn.2016.09.003>
- Clearfield M.W. Play for success: A novel intervention to boost visual attention in low-socioeconomic-status infants. *J. Exp. Child Psychol*. 2020. V. 193. 104810.
<https://doi.org/10.1016/j.jecp.2020.104810>
- Clearfield M.W., Jedd K.E. The effects of socio-economic status on infant attention. *Infant Child Dev*. 2013. V. 22 (1). P. 53–67.
<https://doi.org/10.1002/icd.1770>
- De Graaf-Peters V.B., Hadders-Algra M. Ontogeny of the human central nervous system: What is happening when? *Early Hum. Dev*. 2006. V. 82 (4). P. 257–266.
<https://doi.org/10.1016/j.earlhumdev.2005.10.013>
- De Schuymer L., De Groote I., Desoete A., Roeyers H. Gaze aversion during social interaction in preterm infants: A function of attention skills. *Infant Behav. Dev*. 2012. V. 35. P. 129–139.
<https://doi.org/10.1016/j.infbeh.2011.08.002>
- Diamond A. Normal development of prefrontal cortex from birth to young adulthood: Cognitive functions, anatomy, and biochemistry. *Principles of frontal lobe function*. New York, NY: Oxford University Press, 2002. P. 466–503.
<https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195134971.003.0029>
- Eyre M., Fitzgibbon S.P., Ciarrusta J., Cordero-Grande L., Price A.N., Poppe T., Schuh A., Hughes E., O’Keeffe C., Brandon J., Cromb D., Vecchiato K., Andersson J., Duff E.P., Counsell S.J., Smith S.M., Rueckert D., Hajnal J., Arichi T., O’Muircheartaigh J., Batalle D., Edwards D. The developing human connectome project: typical and disrupted perinatal functional connectivity. URL:
<https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2020.01.20.912881v2.abstract> (accessed 06.04.2021).
- Fenoglio A., Georgieff M.K., Elison J.T. Social brain circuitry and social cognition in infants born preterm. *J. Neurodev. Disord*. 2017. V. 9 (27). P. 1–16.
<https://doi.org/10.1186/s11689-017-9206-9>

- Filippa M., Panza C., Ferrari F., Frassoldati R., Kuhn P., Balduzzi S., D'Amico R. Systematic review of maternal voice interventions demonstrates increased stability in preterm infants. *Acta Paediatrica*. 2017. V. 106 (8). P. 1220–1229.
<https://doi.org/10.1111/apa.13832>
- Fontana C., De Carli A., Ricci D., Dessimone F., Passera S., Pesenti N., Bonzini M., Bassi L., Squarcina L., Cinnante C., Mosca F., Fumagalli M. Effects of early intervention on visual function in preterm infants: a randomized controlled trial. *Front. Pediatr*. 2020. V. 8. P. 1–9.
<https://doi.org/10.3389/fped.2020.00291>
- Forcada-Guex M., Pierrehumbert B., Borghini A., Moessinger A., Muller-Nix C. Early dyadic patterns of mother–infant interactions and outcomes of prematurity at 18 months. *Pediatrics*. 2006. V. 118 (1). P. 107–114.
<https://doi.org/10.1542/peds.2005-1145>
- Gasparini C., Caravale B., Rea M., Coletti M.F., Tonchei V., Bucci S., Dotta A., De Curtis M., Gentile S., Ferri R. Neurodevelopmental outcome of Italian preterm children at 1 year of corrected age by Bayley-III scales: An assessment using local norms. *Early Hum. Dev.* 2017. V. 113. P. 1–6.
<https://doi.org/10.1016/j.earlhumdev.2017.06.007>
- Gonzalez-Gomez N., Nazzi T. Phonotactic acquisition in healthy preterm infants. *Dev. Sci.* 2012. V. 15 (6). P. 885–894.
<https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2012.01186.x>
- Grunau R.E. Neonatal pain in very preterm infants: long-term effects on brain, neurodevelopment and pain reactivity. *Rambam Maimonides Med J*. 2013. V. 4 (4). e0025.
<https://doi.org/10.5041/RMMJ.10132>
- Grunau R.E., Weinberg J., Whitfield M.F. Neonatal procedural pain and preterm infant cortisol response to novelty at 8 months. *Pediatrics*. 2004. V. 114 (1). P. 77–84.
<https://doi.org/10.1542/peds.114.1.e77>
- Harrison M.S., Goldenberg R.L. Global burden of prematurity. *Semin. Fetal Neonatal Med*. 2016. V. 21 (2). P. 74–79.
<https://doi.org/10.1016/j.siny.2015.12.007>
- Hendry A., Johnson M.H., Holmboe K. Early development of visual attention: change, stability, and longitudinal associations. *Annu. Rev. Dev. Psychol.* 2019. V. 1. P. 251–275.
<https://doi.org/10.1146/annurev-devpsych-121318-085114>
- Hille E., Ouden A.L., Saigal S., Wolke D., Lambert M., Whitaker A., Pinto-Martin J., Hoult L., Meyer R., Feldman J., Verloove-Vanhorick P., Paneth N. Behavioural problems in children who weigh 1000 g or less at birth in four countries. *The Lancet*. 2001. V. 357. P. 1641–1643.
[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(00\)04818-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(00)04818-2)
- Hitzert M.M., van Geert P., Hunnius S., Van Braeckel K., Bos A.F., Geuze R. Associations between developmental trajectories of movement variety and visual attention in fullterm and preterm infants during the first six months postterm. *Early Hum. Dev.* 2015. V. 91 (1). P. 89–96.
<https://doi.org/10.1016/j.earlhumdev.2014.12.006>
- Holmboe K., Bonneville-Roussy A., Csibra G., Johnson M.H. Longitudinal development of attention and inhibitory control during the first year of life. *Dev. Sci.* 2018. V. 21 (6). e12690.
<https://doi.org/10.1111/desc.12690>
- Hunnius S., Geuze R.H., Zweens M.J., Bos A.F. Effects of preterm experience on the developing visual system: a longitudinal study of shifts of attention and gaze in early infancy. *Dev. Neuropsychol.* 2008. V. 33. P. 521–535.
<https://doi.org/10.1080/87565640802101508>
- Imafuku M., Kawai M., Niwa F., Shinya Y., Inagawa M., Myowa-Yamakoshi M. Preferences for dynamic human images and gaze-following abilities in preterm infants at 6 and 12 months of age: an eye-tracking study. *Infancy*. 2017. V. 22 (2). P. 223–239.
<https://doi.org/10.1111/infa.12144>
- Jandó G., Mikó-Baráth E., Markó K., Hollódy K., Török B., Kovacs I. Early-onset binocularity in preterm infants reveals experience-dependent visual development in humans. *PNAS*. 2012. V. 109 (27). P. 11049–11052.
<https://doi.org/10.1073/pnas.1203096109>
- Kannass K.N., Oakes L.M. The development of attention and its relations to language in infancy and toddlerhood. *J. Cogn. Dev.* 2008. V. 9 (2). P. 222–246.
<https://doi.org/10.1080/15248370802022696>
- Kannass K.N., Oakes L.M., Shaddy D.J. A longitudinal investigation of the development of attention and distractibility. *J. Cogn. Dev.* 2006. V. 7 (3). P. 381–409.
https://doi.org/10.1207/s15327647jcd0703_8
- Kaul A., Rosander K., Grönqvist H., Strand Brodd K., Hellström-Westas L., von Hofsten C. Reaching skills of infants born very preterm predict neurodevelopment at 2.5 years. *Infant Behav. Dev.* 2019. V. 57. P. 101333–101336.
<https://doi.org/10.1016/j.infbeh.2019.101333>
- Kaul Y.F., Rosander K., von Hofsten C., Strand Brodd K., Holmström G., Kaul A., Böhm B., Hellström-Westas L. Visual tracking in very preterm infants at 4 mo predicts neurodevelopment at 3 y of age. *Pediatr. Res.* 2016. V. 80. P. 35–42.
<https://doi.org/10.1038/pr.2016.37>
- Kostovic I., Sedmak G., Judas M. Neural histology and neurogenesis of the human fetal and infant brain. *NeuroImage*. 2019. V. 188. P. 743–773.
<https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2018.12.043>
- Kulke L., Atkinson J., Braddick O. Automatic detection of attention shifts in infancy: eye tracking in the fixation shift paradigm. *PLoS ONE*. 2015. V. 10 (12). e0142505.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0142505>
- Lederman V.R.G., Goulart A.L., Negrão J.G., da Cunha D., dos Santos A. Visual scanning preferences in low birth weight preterm infants. *Trends Psychiatry Psychother.* 2019. V. 41 (4). P. 334–339.
<https://doi.org/10.1590/2237-6089-2018-0083>
- Loi E.C., Vaca K., Ashland M.D., Marchman V.A., Fernald A., Feldman H.M. Quality of caregiver–child play interactions with toddlers born preterm and full term: antecedents and language outcome. *Early Hum. Dev.* 2017. V. 115. P. 110–117.
<https://doi.org/10.1016/j.earlhumdev.2017.10.001>
- M. Downes, D. Kelly, K. Day, N. Marlow, M. de Haan. Visual attention control differences in 12-month-old

- preterm infants. *Infant Behav. Dev.* 2018. V. 50. P. 180–188.
<https://doi.org/10.1016/j.infbeh.2018.01.002>
- Malik S., Vinukonda G., Vose L.R., Diamond D., Bhimavarapu B.R., Hu F., Zia M.T., Hevner R., Zecevic N., Ballabh P. Neurogenesis continues in the third trimester of pregnancy and is suppressed by premature birth. *J. Neurosci.* 2013. V. 33 (2). P. 411–423.
<https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.4445-12.2013>
- Mangin K.S., Horwood L.J., Woodward L.J. Cognitive development trajectories of very preterm and typically developing children. *Child Dev.* 2016. V. 88 (1). P. 282–298.
<https://doi.org/10.1111/cdev.12585>
- McMahon G., Spencer-Smith M., Pace C., Spittle A., Stedall P., Richardson K., Cheong J., Doyle L., Anderson P. Influence of fathers' early parenting on the development of children born very preterm and full term. *J. Pediatr.* 2018. V. 205. P. 195–201.
<https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2018.09.073>
- Mercuri E., Baranello G., Romeo D., Cesarini L., Ricci D. The development of vision. *Early Hum. Dev.* 2007. V. 83 (12). P. 795–800.
<https://doi.org/10.1016/j.earlhumdev.2007.09.014>
- Mezzacappa E. Alerting, orienting, and executive attention: developmental properties and sociodemographic correlates in an epidemiological sample of young, urban children. *Child Dev.* 2004. V. 75 (5). P. 1373–1386.
<https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2004.00746.x>
- Montirosso R., Casini E., Del Prete A., Zanini R., Bellù R., Borgatti R., Neonatal developmental care in infant pain management and internalizing behaviours at 18 months in prematurely born children. *Eur. J. Pain.* 2016. V. 20 (6). P. 1010–1021.
<https://doi.org/10.1002/ejp.826>
- Munoz D.P., Coe B.C. Saccade, search and orient – the neural control of saccadic eye movements. *Eur. J. Neurosci.* 2011. V. 33. P. 1945–1947.
<https://doi.org/10.1111/j.1460-9568.2011.07739.x>
- Noble K.G., McCandless B.D., Farah M.J. Socioeconomic gradients predict individual differences in neurocognitive. *Dev. Sci.* 2007. V. 10 (4). P. 464–480.
<https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2007.00600.x>
- Peña M., Arias D., Dehaene-Lambertz G. Gaze following is accelerated in healthy preterm infants. *Psychol. Sci.* 2014. URL:
<https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0956797614544307> (accessed 28.05.2016).
- Perra O., Wass S., McNulty A., Sweet D., Papageorgiou K., Johnston M., Patterson A., Bilello D., Alderdice F. Training attention control of very preterm infants: protocol for a feasibility study of the Attention Control Training (ACT). *Pilot Feasibility Stud.* 2020. V. 6 (17). P. 1–11.
<https://doi.org/10.1186/s40814-020-0556-9>
- Petkovic M., Chokron S., Fagard J. Visuo-manual coordination in preterm infants without neurological impairments. *Res. Dev. Disabil.* 2016. V. 51–52. P. 76–88.
<https://doi.org/10.1016/j.ridd.2016.01.010>
- Pyhala R., Hovi P., Lahti M., Sammallahti S., Lahti J., Heinonen K., Raikkonen K. Very low birth weight, infant growth, and autism-spectrum traits in adulthood. *Pediatrics.* 2014. V. 134. P. 1075–1083.
<https://doi.org/10.1542/peds.2014-1097>
- Ricci D., Lucibello S., Orazi L., Gallini F., Staccioli S., Serrao F., Olivieri G., Quintiliani M., Sivo S., Rossi V., Leone D., Ferrantini G., Romeo D.M., Frezza S., Amorelli G.M., Molle F., Vento G., Lepore D., Mercuri E. Early visual and neuro-development in preterm infants with and without retinopathy. *Early Hum. Dev.* 2020. V. 148. P. 105–134.
<https://doi.org/10.1016/j.earlhumdev.2020.105134>
- Ross-Sheehy S., Perone S., Macek K.L., Eschman B. Visual orienting and attention deficits in 5- and 10-month-old preterm infants. *Infant Behav. Dev.* 2017. V. 46. P. 80–90.
<https://doi.org/10.1016/j.infbeh.2016.12.004>
- Rozental' P.V. Retinopathy of premature infants as a main problem of neonatal ophthalmology. *Curr. Pediatr.* 2014. V. 13 (2). P. 12–19.
<https://doi.org/10.15690/vsp.v13i2.968>
- Ruff H.A. Individual differences in sustained attention during infancy. *See Colombo & Fagen.* 1990. P. 247–70.
- Ruff H.A., Capozzoli M., Saltarelli L.M. Focused visual attention and distractibility in 10-month-old infants. *Infant Behav. Dev.* 1996. V. 19 (3). P. 281–293.
[https://doi.org/10.1016/S0163-6383\(96\)90029-6](https://doi.org/10.1016/S0163-6383(96)90029-6)
- Santos J., Pearce S., Stroustrup A. Impact of hospital-based environmental exposures on neurodevelopmental outcomes of preterm infants. *Curr Opin Pediatr.* 2015. V. 27 (2). P. 254–260.
<https://doi.org/10.1097/MOP.0000000000000190>
- Sathar A., Abbas S., Nujum Z.T., Benson J.L., Sreedevi G.P., Saraswathyamma S.K. Visual outcome of preterm infants screened in a tertiary care hospital. *Middle East Afr J Ophthalmol.* 2019. V. 26 (3). P. 158–162.
https://doi.org/10.4103/meajo.MEAJO_64_17
- Scheuer T., Sharkovska Y., Tarabykin V., Marggraf K., Brockmüller V., Bühner C., Endesfelder S., Schmitz T. Neonatal hyperoxia perturbs neuronal development in the cerebellum. *Mol. Neurobiol.* 2017. V. 55. P. 3901–3915.
<https://doi.org/10.1007/s12035-017-0612-5>
- Strand-Brodd K., Ewald U., Grönqvist H., Holmström G., Strömberg B., Grönqvist E., von Hofsten C., Rosander K. Development of smooth pursuit eye movements in very preterm infants: General aspects. *Acta Paediatrica.* 2011. V. 100 (7). P. 983–991.
<https://doi.org/10.1111/j.1651-2227.2011.02218.x>
- Tamis-LeMonda C.S., Bornstein M.H. Antecedents of exploratory competence at one year. *Infant Behav. Dev.* 1993. V. 16 (4). P. 423–439.
[https://doi.org/10.1016/0163-6383\(93\)80002-P](https://doi.org/10.1016/0163-6383(93)80002-P)
- Telford E.J., Fletcher-Watson S., Gillespie-Smith K., Patakya R., Sparrow S., Murray I., O'Hare A., Boardman J.P. Preterm birth is associated with atypical social orienting in infancy detected using eye tracking. *J. Child Psychol. Psychiatry.* 2016. V. 57 (3). P. 11–18.
<https://doi.org/10.1111/jcpp.12546>
- Tu M.T., Grunau R.E., Petrie-Thomas J., Haley D.W., Weinberg J., Whitfield M.F. Maternal stress and behavior modulate relationships between neonatal stress, attention, and basal cortisol at 8 months in preterm in-

- fants. *Dev. Psychobiol.* 2007. V. 49 (2). P. 150–164. <https://doi.org/10.1002/dev.20204>
- Van Tilborg E., Heijnen C.J., Benders M.J., Bel F., Fleiss B., Gressens P., Nijboer C.H. Impaired oligodendrocyte maturation in preterm infants: Potential therapeutic targets. *Prog. Neurobiol.* 2016. V. 136. P. 28–49. <https://doi.org/10.1016/j.pneurobio.2015.11.002>
- Van Veenendaal N.R., Heideman W.H., Limpens J., van der Lee J.H., van Goudoever J.B., van Kempen A., van der Schoor S. Hospitalising preterm infants in single family rooms versus open bay units: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Child Adolesc. Health.* 2019. V. 3 (3). P. 147–157. [https://doi.org/10.1016/S2352-4642\(18\)30375-4](https://doi.org/10.1016/S2352-4642(18)30375-4)
- Vandormael C., Schoenhals L., Hüppi P.S., Tolsa C.B. Language in preterm born children: atypical development and effects of early interventions on neuroplasticity. *Neural Plast.* 2019. Article ID 6873270. P. 1–10. <https://doi.org/10.1155/2019/6873270>
- Wass S.V., Jones E.J., Gliga T., Smith T.J., Charman T., Johnson M.H. Shorter spontaneous fixation durations in infants with later emerging autism. *Sci. Rep.* 2015. V. 5. 8284. <https://doi.org/10.1038/srep08284>
- Webb S.J., Monk C.S., Nelson C.A. Mechanisms of post-natal neurobiological development: implications for human development. *Dev. Neuropsychol.* 2001. V. 19. P. 147–171. https://doi.org/10.1207/S15326942DN1902_2
- Werchan D.M., Lynn A., Kirkham N.Z., Amsco D. The emergence of object-based visual attention in infancy: a role for family socioeconomic status and competing visual features. *Infancy.* 2019. V. 24. P. 752–767. <https://doi.org/10.1111/infa.12309>
- Williamson K.E., Jakobson L.S. Social perception in children born at very low birthweight and its relationship with social/behavioral outcomes. *J. Child Psychol. Psychiatry.* 2014. V. 55 (9). P. 990–998. <https://doi.org/10.1111/jcpp.12210>
- Wolke D., Johnson S., Mendonça M. The life course consequences of very preterm birth. *Rev. Dev. Psychol.* 2019. V. 1. P. 69–92. <https://doi.org/10.1146/annurev-devpsych-121318-084804>
- Yaari M., Mankuta D., Harel-Gadassi A., Friedlander E., Bar-Oz B., Eventov-Friedman S., Maniv N., Zucker D., Yirmiya N. Early developmental trajectories of preterm infants. *Res. Dev. Disabil.* 2018. V. 81. P. 12–23. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2017.10.018>

Theoretical analysis of factors that determine features of visual attention in preterm children

K. I. Kunnikova^{a,b,#}

^a Ural State Medical University, 620028 Ekaterinburg, Repina st., 3, Russia

^b Ural Federal University named after the first President of Russia B. N. Yeltsin 620002 Ekaterinburg, Mira st., 19, Russia

[#]E-mail: kunnikova.ksenia@mail.ru

This paper analyzes Russian and foreign researches evaluating the influence of neurobiological, clinical and environmental factors on the development of visual attention in preterm infants. The results of modern studies on this issue are ambiguous. A number of studies revealed delay in visual processing in premature infants in comparison with normative group. At the same time, there are data on accelerated development of visual functions in children with prematurity due to a longer exposure to sensory stimulation in the environment. It was also shown that staying newborns in intensive care units significantly affects the processes of corticogenesis. The most significant social factors are parents' socioeconomic status, their psychological features and styles of interaction with their child.

Key words: prematurity, visual attention, cognitive functions, early development, early intervention, pre-school age, eye-tracking

REFERENCES

- Birinceva N.P., Lazariva I.Je. Sostojanie zritel'nyh funkcij u nedonoshennyh detej v zavisimosti ot sroka gestacii [The state of visual functions in premature infants, depending on the gestational age]. *Zdravoohranenie Jurgry: opyt i innovacii* [Ugra health care: experience and innovations]. 2018. № 3. P. 36–40 (in Russian).
- Burdukova Yu.A., Stroganova T.A. Osobennosti funktsional'noi asimmetrii u gluboko nedonoshennyh detei 13–14 mesyatsjev zhizni [Features of functional asymmetry in very preterm infants 13–14 months of age]. *Fiziologiya cheloveka* [Human physiology]. 2008. V. 34 (5). P. 26–33 (in Russian).
- Vasil'eva M.Yu., Batuev A.S., Vershinina E.A. Osobennosti psikhicheskogo razvitiya nedonoshennykh detei pervogo goda zhizni [Features of the mental development of premature infants in the first year of life]. *Psikhologicheskii zhurnal* [Psychological journal]. 2009. V. 30 (3). P. 52–62 (in Russian).
- Gromada N.E., Yakimova T.A. Psikhomotornoe razvitie nedonoshennykh detei s ochen' nizkoi i ekstremal'no nizkoi massoi tela v techenie 3-kh let zhizni [Psychomotor development of preterm infants with very and extremely low birth weight during 3 years of life]. *Ural'skii meditsinskii zhurnal* [Ural Medical Journal]. 2017. № 5 (149). P. 33–39 (in Russian).

- Ivanova N.B. Problemy razvitiya nedonoshennykh detei, vospityvayushchikhsya v usloviyakh sem'i i doma rebenka [Development problems of premature children brought up in a family and a child's home]. Spetsial'noe obrazovanie [Special education]. 2010. № 1. P. 36–45. (in Russian).
- Partsalis E.M. Faktory riska narusheniya kognitivnogo razvitiya u detei [Risk factors for impaired cognitive development in children]. Novye issledovaniya [New research]. 2013. № 2 (35). P. 4–22 (in Russian).
- Ryumina I.I., Kukhartseva M.V., Narogan M.V., Borovikov P.I., Lagutin V.V., Whiteley I. Primenenie tekhnologii komp'yuternogo zreniya dlya ob'ektivnoi otsenki pokazatelei kontsentratsii vnimaniya u novorozhdennykh i detei grudnogo vozrasta pri vizual'noi stimulyatsii v tselyakh razvivayushchego ukhoda [The use of computer vision technologies for an objective assessment of indicators of concentration of attention in newborns and infants with visual stimulation for developmental care]. Neonatologiya: novosti, mneniya, obuchenie [Neonatology: news, opinions, training]. 2021. V. 9 (1). P. 30–41. <https://doi.org/10.33029/2308-2402-2021-9-1-30-41> (in Russian).
- Ryumina I.I., Kukhartseva M.V., Narogan M.V., Borovikov P.I., Lagutin V.V., Whiteley I. Rannii vizual'nyi opyt i ego rol' v razviti rebenka [Early visual experience and its role in child development]. Neonatologiya: novosti, mneniya, obuchenie [Neonatology: news, opinions, training]. 2020. V. 8 (4). P. 52–60. <https://doi.org/10.33029/2308-2402-2020-8-4-52-60> (in Russian).
- Stroganova T.A., Posikera I.N., Pisarevskii M.V., Tsetlin M.M. 9-Ritm EEG pri endogenom vnimanii u donoshennykh i nedonoshennykh detei v vozraste 5 mesyatshev zhizni [9-EEG rhythm with endogenous attention in full-term and preterm infants at 5 months]. Fiziologiya cheloveka [Human physiology]. 2006. V. 32 (5). P. 24–36 (in Russian).
- Stroganova T.A., Posikera I.N., Pisarevskii M.V., Tsetlin M.M. Regulyatsiya sinusovogo serdechnogo ritma pri razlichnykh vidakh vnimaniya u donoshennykh i nedonoshennykh mladentsev 5-mesyachnogo vozrasta [Regulation of sinus heart rate with different types of attention in full-term and premature infants 5 months of age]. Fiziologiya cheloveka [Human physiology]. 2006. V. 32 (1). P. 43–51 (in Russian).
- Troitskaya L.A., Erokhina V.A., Malakhova N.E. Otsenka sensorynykh i motornykh funktsii u nedonoshennykh mladentsev [Assessment of sensory and motor functions in premature infants]. Rossiiskii vestnik perinatologii i pediatrii [Russian Bulletin of Perinatology and Pediatrics]. 2018. V. 63 (4). P. 190. <https://doi.org/10.21508/1027-4065-congress-2018> (in Russian).
- Fatkullin I.F., Fatukullin F.I. Kesarevo sechenie pri nedonoshennoi beremennosti [Caesarean section for premature pregnancy]. Prakticheskaya meditsina [Practical medicine]. 2009. № 2 (34). P. 34–37 (in Russian).
- Anderson P. Assessment and Development of Executive Function (EF) During Childhood. Child Neuropsychol. V. 8 (2). 2002. P. 71–82. <https://doi.org/10.1076/chin.8.2.71.8724>.
- Arditi H., Feldman R., Eidelman A.I. Effects of human contact and vagal regulation on pain reactivity and visual attention in newborns. Dev. Psychobiol. 2006. V. 48 (7). P. 561–573. <https://doi.org/10.1002/dev.20150>.
- Atkinson J., Braddick O. Visual and visuocognitive development in children born very prematurely. Prog. Brain Res. 2007. V. 164. P. 123–149. [https://doi.org/10.1016/S0079-6123\(07\)64007-2](https://doi.org/10.1016/S0079-6123(07)64007-2).
- Barratt M.S., Roach M.A., Leavitt L.A. Early channels of mother-infant communication: preterm and term infants. J. Child Psychol. Psychiatry. 1992. V. 33 (7). P. 1193–1204. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.1992.tb00938.x>.
- Beaino G., Khoshnood B., Kaminski M. Predictors of the risk of cognitive deficiency in very preterm infants: the EPIPAGE prospective cohort. Acta Paediatrica. 2011. V. 100 (3). P. 370–378. <https://doi.org/10.1111/j.1651-2227.2010.02064.x>.
- Beckwith L., Rodning C. Dyadic processes between mothers and preterm infants: Development at ages 2 to 5 years. Infant Ment. Health J. 1996. V. 17 (4). P. 322–333. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0355\(199624\)17:4<322::AID-IMHJ4>3.0.CO;2-O](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0355(199624)17:4<322::AID-IMHJ4>3.0.CO;2-O).
- Berdasco-Muñoz E., Nazzi T., Yeung H.H. Visual scanning of a talking face in preterm and full-term infants. Dev. Psychol. 2019. V. 55 (7). P. 1353–1361. <https://doi.org/10.1037/dev0000737>.
- Bluml S., Wisnowski J., Nelson M., Paquette L., Panigrahy A. Metabolic maturation of white matter is altered in preterm infants. PLoS ONE. 2014. V. 9 (1). e85829. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0085829>.
- Braddick O., Atkinson J. Development of human visual function. Vis. Res. 2011. V. 51 (13). P. 1588–1609. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2011.02.018>.
- Butcher P.R., Kalverboer A., Geuze R., Stremmelaar E. A longitudinal study of the development of shifts of gaze to a peripheral stimulus in preterm infants with transient periventricular echogenicity. J. Exp. Child Psychol. 2002. V. 82 (2). P. 116–140. [https://doi.org/10.1016/S0022-0965\(02\)00006-1](https://doi.org/10.1016/S0022-0965(02)00006-1).
- Carcavalli L., Rocha I.A., Valentim A.F., Penido M.G., Parlato E.M., Pordeus I.A., Serra-Negra J.M. Difference of socioeconomic factors among mothers of preterm and full-term infants. Pesqui. Bras. em Odontopediatria Clín. Integr. 2020. V. 20. e5005. <https://doi.org/10.1590/pboci.2020.013>.
- Cheong J., Burnett A.C., Treyvaud K., Spittle A.J. Early environment and long-term outcomes of preterm infants. J. Neural Transm. 2020. V. 127. P. 1–8. <https://doi.org/10.1007/s00702-019-02121-w>.
- Cheung C.H.M., Bedford R., Johnson M.H., Charman T., Gliga T. Visual search performance in infants associates with later ASD diagnosis. Dev. Cogn. Neurosci. 2018. V. 29. P. 4–10. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2016.09.003>.
- Clearfield M.W. Play for success: A novel intervention to boost visual attention in low-socioeconomic-status infants. J. Exp. Child Psychol. 2020. V. 193. 104810. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2020.104810>.

- Clearfield M.W., Jedd K.E. The effects of socio-economic status on infant attention. *Infant Child Dev.* 2013. V. 22 (1). P. 53–67.
<https://doi.org/10.1002/icd.1770>.
- De Graaf-Peters V.B., Hadders-Algra M. Ontogeny of the human central nervous system: What is happening when? *Early Hum. Dev.* 2006. V. 82 (4). P. 257–266.
<https://doi.org/10.1016/j.earlhumdev.2005.10.013>.
- De Schuymer L., De Groote I., Desoete A., Roeyers H. Gaze aversion during social interaction in preterm infants: A function of attention skills. *Infant Behav. Dev.* 2012. V. 35. P. 129–139.
<https://doi.org/10.1016/j.infbeh.2011.08.002>.
- Diamond A. Normal development of prefrontal cortex from birth to young adulthood: Cognitive functions, anatomy, and biochemistry. *Principles of frontal lobe function*. New York, NY: Oxford University Press, 2002. P. 466–503.
<https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195134971.003.0029>.
- Eyre M., Fitzgibbon S.P., Ciarrusta J., Cordero-Grande L., Price A.N., Poppe T., Schuh A., Hughes E., O’Keeffe C., Brandon J., Cromb D., Vecchiato K., Andersson J., Duff E.P., Counsell S.J., Smith S.M., Rueckert D., Hajnal J., Arichi T., O’Muircheartaigh J., Batalle D., Edwards D. The developing human connectome project: typical and disrupted perinatal functional connectivity. URL:
<https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2020.01.20.912881v2.abstract> (accessed 06.04.2021).
- Fenoglio A., Georgieff M.K., Elison J.T. Social brain circuitry and social cognition in infants born preterm. *J. Neurodev. Disord.* 2017. V. 9 (27). P. 1–16.
<https://doi.org/10.1186/s11689-017-9206-9>.
- Filippa M., Panza C., Ferrari F., Frassoldati R., Kuhn P., Balduzzi S., D’Amico R. Systematic review of maternal voice interventions demonstrates increased stability in preterm infants. *Acta Paediatrica.* 2017. V. 106 (8). P. 1220–1229.
<https://doi.org/10.1111/apa.13832>.
- Fontana C., De Carli A., Ricci D., Dessimone F., Passera S., Pesenti N., Bonzini M., Bassi L., Squarcina L., Cinnante C., Mosca F., Fumagalli M. Effects of early intervention on visual function in preterm infants: a randomized controlled trial. *Front. Pediatr.* 2020. V. 8. P. 1–9.
<https://doi.org/10.3389/fped.2020.00291>.
- Forcada-Guex M., Pierrehumbert B., Borghini A., Moessinger A., Muller-Nix C. Early dyadic patterns of mother–infant interactions and outcomes of prematurity at 18 months. *Pediatrics.* 2006. V. 118 (1). P. 107–114.
<https://doi.org/10.1542/peds.2005-1145>.
- Gasparini C., Caravale B., Rea M., Coletti M.F., Tonchei V., Bucci S., Dotta A., De Curtis M., Gentile S., Ferri R. Neurodevelopmental outcome of Italian preterm children at 1 year of corrected age by Bayley-III scales: An assessment using local norms. *Early Hum. Dev.* 2017. V. 113. P. 1–6.
<https://doi.org/10.1016/j.earlhumdev.2017.06.007>.
- Gonzalez-Gomez N., Nazzi T. Phonotactic acquisition in healthy preterm infants. *Dev. Sci.* 2012. V. 15 (6). P. 885–894.
<https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2012.01186.x>.
- Grunau R.E. Neonatal pain in very preterm infants: long-term effects on brain, neurodevelopment and pain reactivity. *Rambam Maimonides Med J.* 2013. V. 4 (4). e0025.
<https://doi.org/10.5041/RMMJ.10132>.
- Grunau R.E., Weinberg J., Whitfield M.F. Neonatal procedural pain and preterm infant cortisol response to novelty at 8 months. *Pediatrics.* 2004. V. 114 (1). P. 77–84.
<https://doi.org/10.1542/peds.114.1.e77>.
- Harrison M.S., Goldenberg R.L. Global burden of prematurity. *Semin. Fetal Neonatal Med.* 2016. V. 21 (2). P. 74–79.
<https://doi.org/10.1016/j.siny.2015.12.007>.
- Hendry A., Johnson M.H., Holmboe K. Early development of visual attention: change, stability, and longitudinal associations. *Annu. Rev. Dev. Psychol.* 2019. V. 1. P. 251–275.
<https://doi.org/10.1146/annurev-devpsych-121318-085114>.
- Hille E., Ouden A.L., Saigal S., Wolke D., Lambert M., Whitaker A., Pinto-Martin J., Hout L., Meyer R., Feldman J., Verloove-Vanhorick P., Paneth N. Behavioural problems in children who weigh 1000 g or less at birth in four countries. *The Lancet.* 2001. V. 357. P. 1641–1643.
[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(00\)04818-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(00)04818-2).
- Hitzert M.M., van Geert P., Hunnius S., Van Braeckel K., Bos A.F., Geuze R. Associations between developmental trajectories of movement variety and visual attention in fullterm and preterm infants during the first six months postterm. *Early Hum. Dev.* 2015. V. 91 (1). P. 89–96.
<https://doi.org/10.1016/j.earlhumdev.2014.12.006>.
- Holmboe K., Bonneville-Roussy A., Csibra G., Johnson M.H. Longitudinal development of attention and inhibitory control during the first year of life. *Dev. Sci.* 2018. V. 21 (6). e12690.
<https://doi.org/10.1111/desc.12690>.
- Hunnius S., Geuze R.H., Zweens M.J., Bos A.F. Effects of preterm experience on the developing visual system: a longitudinal study of shifts of attention and gaze in early infancy. *Dev. Neuropsychol.* 2008. V. 33. P. 521–535.
<https://doi.org/10.1080/87565640802101508>.
- Imafuku M., Kawai M., Niwa F., Shinya Y., Inagawa M., Myowa-Yamakoshi M. Preferences for dynamic human images and gaze-following abilities in preterm infants at 6 and 12 months of age: an eye-tracking study. *Infancy.* 2017. V. 22 (2). P. 223–239.
<https://doi.org/10.1111/infa.12144>.
- Jandó G., Mikó-Baráth E., Markó K., Hollódy K., Török B., Kovacs I. Early-onset binocularity in preterm infants reveals experience-dependent visual development in humans. *PNAS.* 2012. V. 109 (27). P. 11049–11052.
<https://doi.org/10.1073/pnas.1203096109>.
- Kannass K.N., Oakes L.M. The development of attention and its relations to language in infancy and toddlerhood. *J. Cogn. Dev.* 2008. V. 9 (2). P. 222–246.
<https://doi.org/10.1080/15248370802022696>.
- Kannass K.N., Oakes L.M., Shaddy D.J. A longitudinal investigation of the development of attention and dis-

- tractibility. *J. Cogn. Dev.* 2006. V. 7 (3). P. 381–409. https://doi.org/10.1207/s15327647jcd0703_8.
- Kaul A., Rosander K., Grönqvist H., Strand Brodd K., Hellström-Westas L., von Hofsten C. Reaching skills of infants born very preterm predict neurodevelopment at 2.5 years. *Infant Behav. Dev.* 2019. V. 57. 101333. <https://doi.org/10.1016/j.infbeh.2019.101333>.
- Kaul Y.F., Rosander K., von Hofsten C., Strand Brodd K., Holmström G., Kaul A., Böhm B., Hellström-Westas L. Visual tracking in very preterm infants at 4 mo predicts neurodevelopment at 3 y of age. *Pediatr. Res.* 2016. V. 80. P. 35–42. <https://doi.org/10.1038/pr.2016.37>.
- Kostovic I., Sedmak G., Judas M. Neural histology and neurogenesis of the human fetal and infant brain. *NeuroImage.* 2019. V. 188. P. 743–773. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2018.12.043>.
- Kulke L., Atkinson J., Braddick O. Automatic detection of attention shifts in infancy: eye tracking in the fixation shift paradigm. *PLoS ONE.* 2015. V. 10 (12). e0142505. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0142505>.
- Lederman V.R.G., Goulart A.L., Negrão J.G., da Cunha D., dos Santos A. Visual scanning preferences in low birth weight preterm infants. *Trends Psychiatry Psychother.* 2019. V. 41 (4). P. 334–339. <https://doi.org/10.1590/2237-6089-2018-0083>.
- Loi E.C., Vaca K., Ashland M.D., Marchman V.A., Fernald A., Feldman H.M. Quality of caregiver-child play interactions with toddlers born preterm and full term: antecedents and language outcome. *Early Hum. Dev.* 2017. V. 115. P. 110–117. <https://doi.org/10.1016/j.earlhumdev.2017.10.001>.
- Downes M., Kelly D., Day K., Marlow N., de Haan M. Visual attention control differences in 12-month-old preterm infants. *Infant Behav. Dev.* 2018. V. 50. P. 180–188. <https://doi.org/10.1016/j.infbeh.2018.01.002>.
- Malik S., Vinukonda G., Vose L.R., Diamond D., Bhimarapu B.R., Hu F., Zia M.T., Hevner R., Zecevic N., Ballabh P. Neurogenesis continues in the third trimester of pregnancy and is suppressed by premature birth. *J. Neurosci.* 2013. V. 33 (2). P. 411–423. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.4445-12.2013>.
- Mangin K.S., Horwood L.J., Woodward L.J. Cognitive development trajectories of very preterm and typically developing children. *Child Dev.* 2016. V. 88 (1). P. 282–298. <https://doi.org/10.1111/cdev.12585>.
- McMahon G., Spencer-Smith M., Pace C., Spittle A., Stedall P., Richardson K., Cheong J., Doyle L., Anderson P. Influence of fathers' early parenting on the development of children born very preterm and full term. *J. Pediatr.* 2018. V. 205. P. 195–201. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2018.09.073>.
- Mercuri E., Baranello G., Romeo D., Cesarini L., Ricci D. The development of vision. *Early Hum. Dev.* 2007. V. 83 (12). P. 795–800. <https://doi.org/10.1016/j.earlhumdev.2007.09.014>.
- Mezzacappa E. Alerting, orienting, and executive attention: developmental properties and sociodemographic correlates in an epidemiological sample of young, urban children. *Child Dev.* 2004. V. 75 (5). P. 1373–1386. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2004.00746.x>.
- Montirosso R., Casini E., Del Prete A., Zanini R., Bellù R., Borgatti R., Neonatal developmental care in infant pain management and internalizing behaviours at 18 months in prematurely born children. *Eur. J. Pain.* 2016. V. 20 (6). P. 1010–1021. <https://doi.org/10.1002/ejp.826>.
- Munoz D.P., Coe B.C. Saccade, search and orient – the neural control of saccadic eye movements. *Eur. J. Neurosci.* 2011. V. 33. P. 1945–1947. <https://doi.org/10.1111/j.1460-9568.2011.07739.x>.
- Noble K.G., McCandless B.D., Farah M.J. Socioeconomic gradients predict individual differences in neurocognitive. *Dev. Sci.* 2007. V. 10 (4). P. 464–480. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2007.00600.x>.
- Peña M., Arias D., Dehaene-Lambertz G. Gaze following is accelerated in healthy preterm infants. *Psychol. Sci.* 2014. URL: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0956797614544307> (accessed 28.05.2016).
- Perra O., Wass S., McNulty A., Sweet D., Papageorgiou K., Johnston M., Patterson A., Bilello D., Alderdice F. Training attention control of very preterm infants: protocol for a feasibility study of the Attention Control Training (ACT). *Pilot Feasibility Stud.* 2020. V. 6 (17). P. 1–11. <https://doi.org/10.1186/s40814-020-0556-9>.
- Petkovic M., Chokron S., Fagard J. Visuo-manual coordination in preterm infants without neurological impairments. *Res. Dev. Disabil.* 2016. V. 51–52. P. 76–88. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2016.01.010>.
- Pyhala R., Hovi P., Lahti M., Sarmallahti S., Lahti J., Heinonen K., Raikkonen K. Very low birth weight, infant growth, and autism-spectrum traits in adulthood. *Pediatrics.* 2014. V. 134. P. 1075–1083. <https://doi.org/10.1542/peds.2014-1097>.
- Ricci D., Lucibello S., Orazi L., Gallini F., Staccioli S., Serrao F., Olivieri G., Quintiliani M., Sivo S., Rossi V., Leone D., Ferrantini G., Romeo D.M., Frezza S., Amorelli G.M., Molle F., Vento G., Lepore D., Mercuri E. Early visual and neuro-development in preterm infants with and without retinopathy. *Early Hum. Dev.* 2020. V. 148. P. 105–134. <https://doi.org/10.1016/j.earlhumdev.2020.105134>.
- Ross-Sheehy S., Perone S., Macek K.L., Eschman B. Visual orienting and attention deficits in 5- and 10-month-old preterm infants. *Infant Behav. Dev.* 2017. V. 46. P. 80–90. <https://doi.org/10.1016/j.infbeh.2016.12.004>.
- Rozental' P.V. Retinopathy of premature infants as a main problem of neonatal ophthalmology. *Curr. Pediatr.* 2014. V. 13 (2). P. 12–19. <https://doi.org/10.15690/vsp.v13i2.968>.
- Ruff H.A. Individual differences in sustained attention during infancy. See Colombo & Fagen. 1990. P. 247–70.
- Ruff H.A., Capozzoli M., Saltarelli L.M. Focused visual attention and distractibility in 10-month-old infants. *Infant Behav. Dev.* 1996. V. 19 (3). P. 281–293. [https://doi.org/10.1016/S0163-6383\(96\)90029-6](https://doi.org/10.1016/S0163-6383(96)90029-6).

- Santos J., Pearce S., Stroustrup A. Impact of hospital-based environmental exposures on neurodevelopmental outcomes of preterm infants. *Curr Opin Pediatr*. 2015. V. 27 (2). P. 254–260.
<https://doi.org/10.1097/MOP.0000000000000190>.
- Sathar A., Abbas S., Nujum Z.T., Benson J.L., Sreedevi G.P., Saraswathyamma S.K. Visual outcome of preterm infants screened in a tertiary care hospital. *Middle East Afr J Ophthalmol*. 2019. V. 26 (3). P. 158–162.
https://doi.org/10.4103/meajo.MEAJO_64_17.
- Scheuer T., Sharkovska Y., Tarabykin V., Marggraf K., Brockmüller V., Bühner C., Endesfelder S., Schmitz T. Neonatal hyperoxia perturbs neuronal development in the cerebellum. *Mol. Neurobiol*. 2017. V. 55. P. 3901–3915.
<https://doi.org/10.1007/s12035-017-0612-5>.
- Strand-Brodd K., Ewald U., Grönqvist H., Holmström G., Strömberg B., Grönqvist E., von Hofsten C., Rosander K. Development of smooth pursuit eye movements in very preterm infants: General aspects. *Acta Paediatrica*. 2011. V. 100 (7). P. 983–991.
<https://doi.org/10.1111/j.1651-2227.2011.02218.x>.
- Tamis-LeMonda C.S., Bornstein M.H. Antecedents of exploratory competence at one year. *Infant Behav. Dev*. 1993. V. 16 (4). P. 423–439.
[https://doi.org/10.1016/0163-6383\(93\)80002-P](https://doi.org/10.1016/0163-6383(93)80002-P).
- Telford E.J., Fletcher-Watson S., Gillespie-Smith K., Pataky R., Sparrow S., Murray I., O'Hare A., Boardman J.P. Preterm birth is associated with atypical social orienting in infancy detected using eye tracking. *J. Child Psychol. Psychiatry*. 2016. V. 57 (3). P. 11–18.
<https://doi.org/10.1111/jcpp.12546>.
- Tu M.T., Grunau R.E., Petrie-Thomas J., Haley D.W., Weinberg J., Whitfield M.F. Maternal stress and behavior modulate relationships between neonatal stress, attention, and basal cortisol at 8 months in preterm infants. *Dev. Psychobiol*. 2007. V. 49 (2). P. 150–164.
<https://doi.org/10.1002/dev.20204>.
- Van Tilborg E., Heijnen C.J., Benders M.J., Bel F., Fleiss B., Gressens P., Nijboer C.H. Impaired oligodendrocyte maturation in preterm infants: Potential therapeutic targets. *Prog. Neurobiol*. 2016. V. 136. P. 28–49.
<https://doi.org/10.1016/j.pneurobio.2015.11.002>.
- Van Veenendaal N.R., Heideman W.H., Limpens J., van der Lee J.H., van Goudoever J.B., van Kempen A., van der Schoor S. Hospitalising preterm infants in single family rooms versus open bay units: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Child Adolesc. Health*. 2019. V. 3 (3). P. 147–157.
[https://doi.org/10.1016/S2352-4642\(18\)30375-4](https://doi.org/10.1016/S2352-4642(18)30375-4).
- Vandormael C., Schoenhals L., Hüppi P.S., Tolsa C.B. Language in preterm born children: atypical development and effects of early interventions on neuroplasticity. *Neural Plast*. 2019. Article ID 6873270. P. 1–10.
<https://doi.org/10.1155/2019/6873270>.
- Wass S.V., Jones E.J., Gliga T., Smith T.J., Charman T., Johnson M.H. Shorter spontaneous fixation durations in infants with later emerging autism. *Sci. Rep*. 2015. V. 5. 8284.
<https://doi.org/10.1038/srep08284>.
- Webb S.J., Monk C.S., Nelson C.A. Mechanisms of postnatal neurobiological development: implications for human development. *Dev. Neuropsychol*. 2001. V. 19. P. 147–171.
https://doi.org/10.1207/S15326942DN1902_2.
- Werchan D.M., Lynn A., Kirkham N.Z., Amso D. The emergence of object-based visual attention in infancy: a role for family socioeconomic status and competing visual features. *Infancy*. 2019. V. 24. P. 752–767.
<https://doi.org/10.1111/infa.12309>.
- Williamson K.E., Jakobson L.S. Social perception in children born at very low birthweight and its relationship with social/behavioral outcomes. *J. Child Psychol. Psychiatry*. 2014. V. 55 (9). P. 990–998.
<https://doi.org/10.1111/jcpp.12210>.
- Wolke D., Johnson S., Mendonça M. The life course consequences of very preterm birth. *Rev. Dev. Psychol*. 2019. V. 1. P. 69–92.
<https://doi.org/10.1146/annurev-devpsych-121318-084804>.
- Yaari M., Mankuta D., Harel-Gadassi A., Friedlander E., Bar-Oz B., Eventov-Friedman S., Maniv N., Zucker D., Yirmiya N. Early developmental trajectories of preterm infants. *Res. Dev. Disabil*. 2018. V. 81. P. 12–23.
<https://doi.org/10.1016/j.ridd.2017.10.018>.