



УДК 159.91:612.821

doi: 10.21702/rpj.2019.2.1.2

Электроэнцефалографический коррелят когнитивного дефицита у детей, перенесших перинатальный артериальный ишемический инсульт

Полина А. Павлова

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Российская Федерация

E-mail: polinaalexapavlova@gmail.com

Аннотация

Введение. Обозначается актуальность выделения эффективного электроэнцефалографического диапазона, отражающего когнитивный дефицит у детей, перенесших перинатальный ишемический инсульт, для последующего поиска ранних маркеров возможных когнитивных нарушений в старшем возрасте. Новизна исследования заключается в попытке выделения нейрофизиологического коррелята когнитивного дефицита у детей с редкой патологией центральной нервной системы с использованием комплексного подхода, включающего поведенческий и аппаратный методы.

Методы. В разделе описывается особенности использования методов электроэнцефалографии и Бэйли-III для выделения нейрофизиологического коррелята когнитивного дефицита в младенческом и раннем детском возрастах.

Результаты. Раздел включает данные статистической обработки когнитивной субшкалы методики Бэйли-III и анализ нормализованной плотности спектральной мощности электроэнцефалографических диапазонов бета2 (17–30 Гц) и гамма (30–40 Гц) в проекции префронтальной коры. Диапазон бета2 показал наибольшее соотношения с показателями используемой субшкалы.

Обсуждение результатов. Рассматриваются причины выделения детей с перинатальным артериальным ишемическим инсультов в группу повышенного риска нарушений когнитивной сферы, которые могут прогрессировать с течением времени. В заключение делается вывод о возможности выделения диапазона бета2 как наиболее эффективного показателя в качестве нейрофизиологического коррелята когнитивного дефицита у детей, перенесших перинатальный артериальный ишемический инсульт.

Ключевые слова

младенческий возраст, детский возраст, перинатальный инсульт, ишемический инсульт, нейрофизиологические корреляты, когнитивный дефицит, электроэнцефалография, Бэйли-III, бета активность, гамма активность



Основные положения

- ▶ нейрофизиологические корреляты когнитивного дефицита у детей могут обладать некоторой специфичностью в зависимости от характера и срока поражения;
- ▶ данный коррелят может внести вклад в дальнейшую работу в поиске ранних маркеров когнитивных нарушений у детей, перенесших перинатальный артериальный ишемический инсульт, которые могут прогрессировать в старшем возрасте;
- ▶ электроэнцефалографический диапазон бета2 может быть рассмотрен как наиболее эффективный показатель, отражающий когнитивный дефицит у детей, перенесших перинатальный артериальный ишемический инсульт.

Для цитирования

Павлова, П. А. (2019). Электроэнцефалографический коррелят когнитивного дефицита у детей, перенесших перинатальный артериальный ишемический инсульт. *Российский психологический журнал*, 16(2/1), 22–32. doi: 10.21702/rpj.2019.2.1.2

Материалы статьи получены 31.08.2019

Введение

Перинатальный артериальный ишемический инсульт (ПАИИ) – локальное нарушение мозгового кровообращения, возникающий вследствие тромбоза или эмболии в период между 20 неделями антенатального периода и 28 днем постнатальной жизни, с последующим образованием локального инфаркта мозговой ткани (Fluss, Dinomais & Chabrier, 2019).

Частота патологии по данным литературы варьирует от 1/1600 до 1/5000, предполагается, часть случаев ПАИИ остаются не диагностированы, в связи с особенностями клинических проявлений заболевания в неонатальном периоде (Нароган и др., 2019). Количество детей с данной патологией возрастает. Еще не так давно даже инсульт, произошедший на первом году жизни, считался редкостью (Львова, Кузнецов, Гусев и Вольхина, 2013).

Перинатальный инсульт выделяют в качестве одной из причин возможного формирования выраженных когнитивных нарушений у детей, которые могут прогрессировать с течением возраста (Ilves et al., 2016). Однако использование ранних маркеров для выявления группы повышенного риска, позволяющих обосновать дополнительную терапевтическую коррекцию, на данный момент являются предметом дискуссии.

Результаты метаанализа, посвященного выделению ранних маркеров когнитивных нарушений у младенцев, выявили, что характеристики фоновой активности электроэнцефалограммы (ЭЭГ) могут быть эффективны для данных целей, однако полученные данные были слишком разнородными (Kong et al., 2018).



Вероятно, вариабельность показателей обусловлена ограничением возможности выделения зон интереса, т. к. субстраты, вносящие вклад в работу когнитивных функций, как известно, имеют не только корковую локализацию (Filley, 2019). Также, возможно, оказывают влияние особенности исследуемых клинических групп и характер поражения головного мозга.

Для дальнейшей работы в данном направлении необходимо выделение возможного нейрофизиологического коррелята, способствующего обозначению эффективного ЭЭГ-диапазона, который будет отражать когнитивный дефицит у детей с ПАИИ.

Методы

Исследование проводилось на базе лаборатории мозга и нейрокогнитивного развития при департаменте психологии в Уральском Федеральном университете имени первого Президента России Б. Н. Ельцина.

В рамках исследования типа случай-контроль было сформировано две группы.

Критерии включения участников в группу контроля: типично развивающиеся дети, рожденные на сроке гестации 37–42 недели с антропометрическими показателями, соответствующими рамкам физиологической нормы, характеризующиеся отсутствием значимых неврологической и соматической патологий как при рождении, так и на протяжении всего исследовательского периода.

Критерии включения участников в экспериментальную группу: доношенные младенцы, с антропометрическими показателями при рождении, находящимися в рамках физиологической нормы, перенесшие ишемический инсульт (ИИ) в бассейне среднемозговой артерии в перинатальный период (инсульт был подтвержден методом магниторезонансной томографии головного мозга); отсутствие внутричерепных кровоизлияний и симметричных перивентрикулярных ишемических очагов. Данные участников, имеющих врожденную патологию сердца, явившуюся показанием для кардиохирургического вмешательства, а также участников, сформировавших симптоматическую эпилепсию, были исключены из анализа.

Все испытуемые проходили обследование через небольшие временные промежутки. Первый этап был осуществлен в 5 месяцев, далее исследовательская процедура повторялась в 10, 14 и 24 месяцев.

Данные возрастные точки были выбраны с учетом:

1. Периодизации восстановительных периодов инсульта (Клинические рекомендации..., 2013):

ранний восстановительный (до 6 месяцев после события): точка 5 месяцев;

поздний восстановительный период (до 2 лет после события): в связи с его продолжительностью было включено две точки – 10 и 14 месяцев;



24 месяца: является точкой, завершающей поздний восстановительный период и характеризующейся окончанием наиболее активных восстановительных процессов, что позволяет оценить исходы уже на данном этапе, ориентируясь на опыт других авторов в исследованиях ранней диагностики (Jaillardm et al., 2003; Pierrat et al., 2017).

2. «Критических» этапов нейрофизиологического развития типично развивающихся детей (Marshall, Bar-Haim, & Fox, 2002).

В исследовании приняли участие 68 детей, составивших группу контроля и 16 детей, составивших экспериментальную группу.

Исследовательская процедура включала следующие этапы для каждого участника:

1. Законными представителями участников исследования осуществлялась задача добровольного информированного согласия на участие в научно-исследовательском проекте.

2. Для создания наибольшей гомогенности изучаемых групп родителями был заполнен бланк, уточняющий социально-демографическое положение семьи.

3. Поведение методики «Шкалы развития Н. Бейли» (Бэйли-III).

4. Для регистрации биоэлектрической активности головного мозга испытуемых использовалась многоканальная (128 отведений) электроэнцефалографическая система экспертного класса GEODESIC EEG SYSTEM 300 (GES300) производства Electrical Geodesic. Регистрация сигнала производилась в диапазоне от 0.1 до 100 Гц, с частотой оцифровки сигнала 1000 Гц и выбором в качестве референта вертексного (Cz) электрода.

Методика «Шкалы развития Н. Бейли»

Для оценки когнитивной сферы детей контрольной и экспериментальной групп, были использованы сырые баллы когнитивной субшкалы методики Бейли-III. Данная методика является общепризнанным инструментом, оценивающим развитие детей в возрасте от 1 до 42 месяцев (Ballot et al., 2017).

Метод электроэнцефалографии

Регистрация ЭЭГ-данных была проведена в затемненном экранированном помещении, во время процедуры испытуемые находились в положении сидя на коленях родителя. С целью учета на этапе обработки ЭЭГ-данных поведения ребенка и родителя, а также контроля направления взгляда ребенка, осуществлялась видеорегистрация процесса, с последующей возможностью синхронизации с кривыми ЭЭГ.

Во время регистрации ЭЭГ участникам исследования предъявлялся спокойный, однотонный, повторяющийся видеоматериал, создающий нейтральную



визуальную среду, способствующую вовлечению испытуемых в процесс записи, что позволило значимо снизить процент моторных артефактов. Для демонстрации видео использовался монитор (1920x1080), расположенный на расстоянии около 60 см от глаз ребенка. В качестве звукового сопровождения использовалась спокойная, мелодичная музыка.

На первом этапе (возрастной срез 5 месяцев) исследования младенцев были использованы электродные системы Hydro Cell Geodesic Sensor Net с восстановлением данных по окулографическим электродам, подобранных в соответствии с размером головы ребенка. Запись данных в более позднем возрасте осуществлялась с применением систем, включающих окулографические электроды, располагаемые уже на лице ребенка. Данная техническая особенность способствует эффективной детекции глазодвигательных артефактов, а также артефактов моргания в детском возрасте.

Для первичной оценки качества сырых данных был проведен визуальный анализ, а также анализ значений сопротивления электродов. Последующая обработка производилась с использованием Net Station 5.4 EEG Software. Все записи ЭЭГ проходили процедуру фильтрации с применением высокочастотного (0.5 Гц) и низкочастотного (40 Гц) фильтров. Участки ЭЭГ, характеризующиеся визуальным вниманием испытуемых к стимульному материалу; отсутствием значимых эмоциональных реакциями ребенка и/или родителя, вербального взаимодействия и выраженной обсемененности артефактами были разделены на короткие сегменты продолжительностью 2 секунды. Далее осуществлялись автоматический и ручной анализы артефактов. Отведения, имеющие низкое качество сигнала, были интерполированы с применением встроенного программного алгоритма. Следующим шагом обработки стало изменение ЭЭГ сигнала относительно общего усредненного референта, за которым производилась коррекцией базовой линии.

Полученные фрагменты каждого испытуемого были подвергнуты быстрому преобразованию Фурье (FFT) с использованием окна Хеннинга (перекрытие смежных окон составило 50 %).

Спектральная плотность мощности была рассчитана для бета2 17–30 Гц (17.0898–30.0293 Гц) (El-Sayed, Larsson, Persson, & Rydelius, 2002) и гамма 30–40 Гц (30.0903–40.0391 Гц) (Elsabbagh et al., 2009) диапазонов в зоне интереса, выделенной, как проекция префронтальной коры, разделенная в соответствии с отношениями к левой (12, 18, 19, 20, 23, 24, 27) и правой (3, 4, 5, 10, 118, 123, 124) гемисферам (Koessler et al., 2009; Luu, & Ferree, 2000).

Электроды «периметра», расположенные вокруг выделенной зоны и электроды близкой к ним локализации, были исключены из анализа в связи с высокой обсемененностью мышечными артефактами у участников данной возрастной категории: 1, 2, 8, 9, 14, 15, 17, 21, 22, 25, 26, 32, 33, 122.



Полученные данные плотности спектральной мощности были подвергнуты нормализации, с использованием формулы ($10 \cdot \text{LOG}_{10}(\text{мкВ}/\text{Гц})$).

В экспериментальной группе были выделены пораженная и интактная гемисферы, что позволяет отдельно рассматривать влияние факторов повреждения на каждое полушарие в отдельности, но вносит ограничение в учет влияния физиологической межполушарной асимметрии на изучаемые показатели.

Общее количество зарегистрированных ЭЭГ записей составило 158 (122 для контроля и 36 для экспериментальной группы).

Часть записей была исключена из анализа по следующим причинам:

Поведение испытуемого (умеренная/выраженная двигательная и/или эмоциональная активность) во время процедуры регистрации – 46 записей (29.11 %).

Технические причины (сбой в выполнении программного алгоритма, нарушение работы видеорегирующей аппаратуры, ошибки проведения экспериментальной процедуры) – 3 (1.9 %).

Появление несоответствия критериям включения за время исследовательского периода (все данные участника исключались из последующего анализа) – 12 (7.59 %).

В результате 97 (61.39 %) записей были использованы для анализа.

Общее количество записей ЭЭГ для контрольной группы, включенных в анализ, составило 70: данные 18 младенцев (11 мальчиков, 5.62 ± 0.3 месяцев) были зарегистрированы в 5 месяцев, 21 младенец (12 мальчиков, 10.71 ± 0.55 месяцев) в 10 месяцев, 18 детей (8 мальчиков, 14.51 ± 0.47 месяцев) в 14 месяцев, 13 детей (6 мальчиков, 25.46 ± 0.86 месяцев) в 24 месяца.

Общее количество записей ЭЭГ для экспериментальной группы, включенных в анализ, составило 27: данные 7 младенцев (6 мальчиков, 5.44 ± 0.65 месяцев) были зарегистрированы в 5 месяцев, 8 младенцев (8 мальчиков, 11.26 ± 0.75 месяцев) в 10 месяцев, 7 детей (6 мальчиков, 15.05 ± 0.44 месяцев) в 14 месяцев, 5 детей (4 мальчиков, 24.82 ± 0.24 месяцев) в 24 месяца.

Участники групп были сопоставлены по клиническим и антропометрическим данным при рождении, для исключения влияния фактора незрелости (табл. 1).



Таблица 1

Клинические и антропометрические характеристики испытуемых при рождении, ЭЭГ данные которых были включены в анализ

Параметры	Контрольная группа; n = 55	Экспериментальная группа; n = 12
Гестационный возраст, недели, ср (SD)	39.5 (± 1.08)	39.57 (± 0.49)
Вес, гр, ср (SD)	3332.56 (± 462.04)	3493 (± 368.5)
Рост, см, ср (SD)	51.55 (± 2.43)	52.7 (± 1.79)
Окружность головы, см, ср (SD)	34.09 (± 1.31)	34.36 (± 0.97)
Окружность груди, см, ср (SD)	33.38 (± 1.66)	35.81 (± 5.89)
Апгар на 1 минуте, ср (SD)	7 (± 1)	6 (± 1)
Апгар на 5 минуте, ср (SD)	8 (± 1)	7 (± 1)
Пол, N мальчиков (%)	29 (52.73 %)	10 (83.33 %)

Результаты

Статистическая обработка осуществлялась при помощи пакета компьютерных программ «Statistical Package for the Social Sciences 23.0».

Межгрупповой анализ данных методик Bayley-III и ЭЭГ был проведен с использованием непараметрический U-критерий Манна – Уитни, в связи с небольшими размерами выборок и разным количеством участников в них.

Сравнение сырых баллов когнитивной шкалы методики Бэйли-III выявил статистически значимые различия только в 5 ($p = 0.001$; $U = 12.5$) и в 24 ($p = 0.009$; $U = 5.5$) месяца.

Сравнение показателей нормализованной плотности спектральной мощности ЭЭГ в проекции префронтальной коры выявило статистически значимые различия в 5 месяцев в диапазоне бета2 ($p = 0.012$; $U = 22$) в пораженной гемисфере и в бета2 ($p = 0.014$; $U = 23$) в интактной гемисфере; 24 месяца: бета2 ($p = 0.013$; $U = 6$) пораженная гемисфере. В гамма-диапазоне не было выявлено статистически значимых различий.

Обсуждение результатов

Согласно принципу Кеннарда о восстановительных процессах головного мозга, вероятность функционального выздоровления тем выше, чем раньше произошло повреждение (Kolb, Mychasiuk, Williams, & Gibb, 2011). Существует ряд данных, вносящих уточняющий характер, которые свидетельствуют о том, что активно развивающийся мозг более чувствителен к влиянию процессов повреждения, которые способны изменить траекторию его развития (Bennet



et al., 2013; de Vries et al., 1998; Becher, Bell, Keeling, McIntosh, & Wyatt, 2004).

В частности, ИИ, произошедший в перинатальный период, потенциально имеет повышенный риск патологических последствий, по сравнению с инсультом в более позднем детском возрасте (Ganesan et al., 2000).

Спектр возможных осложнений ИИ достаточно широк (Cicccone, S., Cappella, M., & Borgna-Pignatti, C. (2011; Kirton, A., & deVeber, G. (2013; Ramaswamy, V., Miller, S. P., Barkovich, A. J., Partridge, J. C., & Ferriero, D. M. (2004; Basu, A. P. (2014; Chen et al., 2017). Сфера когнитивного развития является наиболее сложной в плане прогнозирования исходов у детей с данной патологией. При достаточно схожей локализации очагов ишемии, последствия ИИ могут носить противоположный характер (Hajek et al., 2013).

Относительно типично развивающихся детей, дети с расстройствами обучения или внимания часто демонстрируют более высокий уровень низкочастотной мощности и более низкие уровни высокочастотной мощности, соответственно (Brito, Fifer, Myers, Elliott, & Noble, 2016). В связи с чем были выбраны диапазоны бета2 и гамма, как одни из видов активности наиболее высокой частоты, выделяемые в изучении когнитивной сферы (Cannon et al., 2013; Schutte, Kenemans, & Schutter, 2017; Park, Kim, Sohn, Choi, & Kim, 2018; Perone, & Gartstein, 2019).

Проведенное исследование показало, что диапазон бета2 имеет наибольшее соотношение с показателями когнитивной субшкалы Бейли-III, демонстрирующей дефицит в 5 и в 24 месяцев у детей с ПАИИ, что предварительно позволяет выдвинуть его на роль эффективного ЭЭГ-диапазона, отражающего нарушения когнитивной сферы при данной патологии.

Литература

- Клинические рекомендации: Диагностика и тактика при инсульте в условиях общей врачебной практики, включая первичную и вторичную профилактику* (2013). Казань. Доступ 19 августа 2019, источник www.roszdravnadzor.ru/i/upload/images/2015/9/17/1442485136.0604-1-23992.doc
- Львова, О. А., Кузнецов, Н. Н., Гусев, В. В., Вольхина, С. А. (2013). Эпидемиология и этиология инсультов у детей грудного возраста. *Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика*, Спецвыпуск 2, 50–55.
- Нароган, М. В., Быченко, В. Г., Ушакова, Л. В., Амирханова, Д. Ю., Рюмина, И. И., Артамкина, Е. И., ... Зубков, В. В. (2019). Перинатальный артериальный ишемический инсульт: частота, диагностика, варианты клинического течения, ранние исходы. *Педиатрия*, 98(2), 35–42. doi: 10.24110/0031-403X-2019-98-2-35-42
- Ballot, D. E., Ramdin, T., Rakotsoane, D., Agaba, F., Davies, V. A., Chirwa, T., & Cooper, P. A. (2017). Use of the Bayley Scales of Infant and Toddler Development,



- Third Edition, to Assess Developmental Outcome in Infants and Young Children in an Urban Setting in South Africa. *International Scholarly Research Notices*, Article ID 1631760. doi: 10.1155/2017/1631760
- Basu, A. P. (2014). Early intervention after perinatal stroke: opportunities and challenges. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 56(6), 516–521. doi: 10.1111/dmcn.12407
- Becher, J. C., Bell, J. E., Keeling, J. W., McIntosh, N., & Wyatt, B. (2004). The Scottish perinatal neuropathology study: Clinicopathological correlation in early neonatal deaths. *Archives of Disease in Childhood – Fetal and Neonatal Edition*, 89, F399–407. doi: 10.1136/adc.2003.037606
- Bennet, L., Van Den Heuij, L., M Dean, J., Drury, P., Wassink, G., & Jan Gunn, A. (2013). Neural plasticity and the Kennard principle: does it work for the pre-term brain? *Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology*, 40(11), 774–784. doi: 10.1111/1440-1681.12135
- Brito, N. H., Fifer, W. P., Myers, M. M., Elliott, A. J., & Noble, K. G. (2016). Associations among family socioeconomic status, EEG power at birth, and cognitive skills during infancy. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 19, 144–151. doi: 10.1016/j.dcn.2016.03.004
- Cannon, J., McCarthy, M. M., Lee, S., Lee, J., Börgers, C., Whittington, M. A., & Kopell, N. (2013). Neurosystems: brain rhythms and cognitive processing. *European Journal of Neuroscience*, 39(5), 705–719. doi: 10.1111/ejn.12453
- Chen, C.-Y., Georgieff, M., Elison, J., Chen, M., Stinear, J., Mueller, B., & Gillick, B. (2017). Understanding Brain Reorganization in Infants With Perinatal Stroke Through Neuroexcitability and Neuroimaging. *Pediatric Physical Therapy*, 29(2), 173–178. doi: 10.1097/pep.0000000000000365
- Ciccone, S., Cappella, M., & Borgna-Pignatti, C. (2011). Ischemic Stroke in Infants and Children: Practical Management in Emergency. *Stroke Research and Treatment*, Article ID 736965. doi: 10.4061/2011/736965
- de Vries, L. S., Eken, P., Groenendaal, F., Rademaker, K. J., Hoogervorst, B., & Bruinse, H. W. (1998). Antenatal onset of haemorrhagic and/or ischaemic lesions in preterm infants: Prevalence and associated obstetric variables. *Archives of Disease in Childhood – Fetal and Neonatal Edition*, 78(1). doi: 10.1136/fn.78.1.F51
- Elsabbagh, M., Volein, A., Csibra, G., Holmboe, K., Garwood, H., Tucker, L., ... Johnson, M. H. (2009). Neural Correlates of Eye Gaze Processing in the Infant Broader Autism Phenotype. *Biological Psychiatry*, 65(1), 31–38. doi: 10.1016/j.biopsych.2008.09.034
- El-Sayed, E., Larsson, J. O., Persson, H. E., & Rydelius, P. A. (2002). Altered cortical activity in children with attention-deficit/hyperactivity disorder during attentional load task. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 41(7), 811–819. doi: 10.1097/00004583-200207000-00013



- Filley, C. M. (2019). History of Subcortical Cognitive Impairment. *A History of Neuropsychology*, 44, 108–117. doi: 10.1159/000494958
- Fluss, J., Dinomais, M., & Chabrier, S. (2019). Perinatal stroke syndromes: similarities and diversities in aetiology, outcome and management. *European Journal of Paediatric Neurology*, 23(3), 368–383. doi: 10.1016/j.ejpn.2019.02.013
- Ganesan, V., Hogan, A., Shack, N., Gordon, A., Isaacs, E., & Kirkham, F. J. (2000). Outcome after ischaemic stroke in childhood. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 42(7), 455–461. doi: 10.1017/s0012162200000852
- Hajek, C. A., Yeates, K. O., Anderson, V., Mackay, M., Greenham, M., Gomes, A., & Lo, W. (2013). Cognitive Outcomes Following Arterial Ischemic Stroke in Infants and Children. *Journal of Child Neurology*, 29(7), 887–894. doi: 10.1177/0883073813491828
- Ilves, N., Ilves, P., Laugesaar, R., Juurmaa, J., Männamaa, M., Lõo, S., & Talvik, T. Resting-State Functional Connectivity and Cognitive Impairment in Children with Perinatal Stroke. *Neural Plasticity*, 2016, 1–11. doi: 10.1155/2016/2306406
- Jaillard, S. M., Pierrat, V., Dubois, A., Truffert, P., Lequien, P., Wurtz, A. J., & Storme, L. (2003). Outcome at 2 years of infants with congenital diaphragmatic hernia: a population-based study. *The Annals of Thoracic Surgery*, 75(1), 250–256. doi: 10.1016/s0003-4975(02)04278-9
- Kirton, A., & deVeber, G. (2013). Life After Perinatal Stroke. *Stroke*, 44(11), 3265–3271. doi: 10.1161/strokeaha.113.000739
- Koessler, L., Maillard, L., Benhadid, A., Vignal, J. P., Felblinger, J., Vespignani, H., & Braun, M. (2009). Automated cortical projection of EEG sensors: Anatomical correlation via the international 10–10 system. *NeuroImage*, 46(1), 64–72. doi: 10.1016/j.neuroimage.2009.02.006
- Kolb, B., Mychasiuk, R., Williams, P., & Gibb, R. (2011). Brain plasticity and recovery from early cortical injury. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 53(s4), 4–8. doi: 10.1111/j.1469-8749.2011.04054.x
- Kong, A. H. T., Lai, M. M., Finnigan, S., Ware, R. S., Boyd, R. N., & Colditz, P. B. (2018). Background EEG features and prediction of cognitive outcomes in very preterm infants: A systematic review. *Early Human Development*, 127, 74–84. doi:10.1016/j.earlhumdev.2018.09.015
- Luu, P., & Ferree, T. (2000). Determination of the HydroCel Geodesic Sensor Nets' Average Electrode Positions and Their 10–10 International Equivalents. *Technical Note*, 1–5.
- Marshall, P. J., Bar-Haim, Y., & Fox, N. A. (2002). Development of the EEG from 5 months to 4 years of age. *Clinical Neurophysiology*, 113(8), 1199–1208. doi: 10.1016/s1388-2457(02)00163-3
- Park, J., Kim, H., Sohn, J.-W., Choi, J., & Kim, S.-P. (2018). EEG Beta Oscillations in the Temporoparietal Area Related to the Accuracy in Estimating Others' Preference. *Frontiers in Human Neuroscience*, 12. doi: 10.3389/fnhum.2018.00043



- Perone, S., & Gartstein, M. A. (2019). Mapping cortical rhythms to infant behavioral tendencies via baseline EEG and parent-report. *Developmental Psychobiology*, 61(6), 815–823. doi: 10.1002/dev.21867
- Pierrat, V., Marchand-Martin, L., Arnaud, C., Kaminski, M., Resche-Rigon, M., & Lebeaux, C. (2017). Neurodevelopmental outcome at 2 years for preterm children born at 22 to 34 weeks' gestation in France in 2011: EPIPAGE-2 cohort study. *BMJ*, 358, j3448. doi: 10.1136/bmj.j3448
- Ramaswamy, V., Miller, S. P., Barkovich, A. J., Partridge, J. C., & Ferriero, D. M. (2004). Perinatal stroke in term infants with neonatal encephalopathy. *Neurology*, 62(11), 2088–2091. doi: 10.1212/01.wnl.0000129909.77753.c4
- Schutte, I., Kenemans, J. L., & Schutter, D. J. L. G. (2017). Resting-state theta/beta EEG ratio is associated with reward- and punishment-related reversal learning. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 17(4), 754–763. doi: 10.3758/s13415-017-0510-3