

УДК 612.741.16:612.65+612.648

НЕЛИНЕЙНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ЭЛЕКТРОМИОГРАММЫ У ДЕТЕЙ ПЕРВОГО ГОДА ЖИЗНИ С СИНДРОМОМ ДВИГАТЕЛЬНЫХ НАРУШЕНИЙ

^{1,2}Зарипова Ю.Р., ¹Мейгал А.Ю.¹ФГБОУ ВПО «Петрозаводский государственный университет»,
Петрозаводск, e-mail: meigal@petsu.ru;²ГУЗ «Детская республиканская больница», Петрозаводск, e-mail: drb-glav@onego.ru

Исследованы особенности нейромышечного статуса у детей с синдромом двигательных нарушений (СДН, $n = 50$) и здоровых детей ($n = 50$) первого года жизни с использованием новых нелинейных параметров интерференционной ЭМГ (иЭМГ). Установлено, что значения этих параметров на первом месяце жизни у детей с СДН были достоверно выше по сравнению со здоровыми. В течение первого года жизни у здоровых детей происходило увеличение нелинейных параметров, а в группе СДН – их уменьшение. К концу первого года жизни значения всех параметров в группе СДН практически приблизились к значениям группы контроля. Сделаны выводы о том, что у детей с СДН нелинейные параметры иЭМГ отражают информацию о внутриутробной патологической гипоксии, а также о том, что у детей с СДН на первом году жизни имеются выраженные компенсаторные способности.

Ключевые слова: дети, электромиография, нелинейные параметры, нейромышечный статус, двигательные нарушения

NON-LINEAR PARAMETERS OF EMG IN CHILDREN OF THE FIRST YEAR OF LIFE WITH MOTOR DISORDERS SYNDROME

^{1,2}Zaripova Y.R., ¹Meigal A.Y.¹Petrozavodsk state university, Petrozavodsk, meigal@petsu.ru;²Children's republican hospital, Petrozavodsk, e-mail: drb-glav@onego.ru

Neuromuscular status has been studied in the children with motor disorders syndrome (MDS, $n = 50$) and healthy controls ($n = 50$) within 1st year of life using novel non-linear parameters of interference EMG (iEMG). It has been found that non-linear parameters at the 1st month of life in the MDS group were significantly increased in comparison with controls. Within the 1st year the non-linear parameters have increased in healthy children, but they have decreased in the MDS group, so that they merged by the end of the year. In conclusion, in the children with MDS the non-linear parameters of iEMG inform that intrauterine pathological hypoxia took place. It evidences apparent compensatory capacities of the nervous system in the MDS group.

Keywords: children, electromyography, non-linear parameters, neuromuscular status, motor disorders

Синдром двигательных нарушений (СДН) у младенцев, как патологическое состояние, является чаще всего проявлением перинатального поражения ЦНС (ППЦНС) и включает в себя изменения мышечного тонуса, спонтанной моторной активности, нарушения краниальной иннервации, угнетение рефлексов.

Клинически для определения состояния мышечного тонуса используются угловые показатели позы и положения конечностей, а также различные шкалы [8, 9]. Проводя осмотр ребенка, необходимо помнить, что в первую очередь оценивается двигательная активность, являющаяся первичной и преобладающей по отношению к другим формам деятельности плода, младенцев и детей старшего возраста [6]. При изучении двигательных расстройств необходимо строго оценивать уровень развития антигравитационных функциональных систем – всю последовательность реакций выпрямления и равновесия с учетом цефало-каудального направления. В связи с этим выделяют четыре уровня развития антигравитационных функ-

циональных систем: первый – к 1–2 месяцам, второй – к 3–4 месяцам, третий – к 6–9 месяцам, четвертый – к 9–12 месяцам [1].

С другой стороны, двигательные нарушения у новорожденных и грудных детей принципиально отличаются от таковых у старших детей и взрослых. Поражение мозга на ранних стадиях онтогенеза вызывает в большинстве случаев генерализованные изменения, что крайне затрудняет топическую диагностику; чаще можно говорить лишь о преимущественном поражении тех или иных отделов мозга. Периостальные (сухожильные, глубокие) рефлексы у новорожденного ребенка достаточно лабильны и их оценка, изолированно от других показателей, малоинформативна [8, 9]. Кроме того, результат неврологического осмотра младенца будет зависеть от многих факторов, а именно: температуры окружающей среды, состояния покоя или бодрствования ребенка, времени после последнего кормления, соматического статуса, опыта врача и т.д.

Необходимо помнить, что нервная система как и все другие органы и системы

организма после рождения, адаптируется к качественно новым условиям жизни и может претерпевать ряд транзиторных или девиантных состояний. Последние чаще затрагивают именно двигательную сферу ребенка, что требует индивидуального дифференцированного подхода. В этой связи закономерен интерес врачей к появлению в клинической и исследовательской практике новых диагностических методик, позволивших расширить представление о состоянии нейромышечного статуса у детей первого года жизни.

Цель – исследовать особенности нейромышечного статуса у детей с СДН с помощью поверхностной электромиографии (ЭМГ). С учетом того, что в практику ЭМГ постепенно включаются нелинейные методы обработки сигнала [10, 11, 12], для достижения поставленной цели нами использованы традиционные линейные и новые нелинейные методы обработки интерференционной ЭМГ (иЭМГ).

Материалы и методы исследования

Общее число обследуемых составило 100 человек: 50 здоровых детей (группа контроля) и 50 детей, имеющих в картине ППЦНС гипоксически-ишемического генеза. Все дети были разделены на возрастные группы с учетом становления антигравитационных реакций по И.А. Аршавскому [1]. В I группу отнесены дети в возрасте от 5 суток до 28 дней, группу II – дети от 1 до 3 месяцев (грудные дети до реализации антигравитационных систем), в III группу включены дети в возрасте 3–6 месяцев (первый этап развития антигравитационных реакций), IV группу составили дети 6–9 месяцев (второй этап развития антигравитационных реакций), V группа – дети 9–12 месяцев (третий и четвертый этапы антигравитационных реакций).

Дети обследовались в ГУЗ «Детская республиканская больница» (Петрозаводск), с информированного согласия мамы ребенка, с разрешения Этического комитета при Минздравсоцразвитии РК, в присутствии врача-педиатра. Для регистрации иЭМГ использовали поверхностные биполярные электроды фирмы «Нейрософт» (Иваново, Россия). Заземляющий электрод укрепляли в области нижней трети голени или прижимали рукой к коже. Отводящие электроды прижимали рукой к коже ребенка. Соблюдались правила антисептики. Усиление ЭМГ сигнала проводили с помощью электромиографов Нейро-МВП-4 и Нейро-МВП-Микро (ООО «Нейрософт», Иваново, Россия).

Нелинейный анализ иЭМГ (FRACTAN 4.4 ©) включал в себя измерение фрактальной размерности (D), корреляционной размерности (D_c) и корреляционной энтропии (K_2).

иЭМГ регистрировалась с 4-х крупных мышц, имеющих достаточную подкожную локализацию: с трехглавой и двуглавой мышц плеча справа; с икроножной и передней большеберцовой мышцы слева. Таким образом в ходе исследования было получено 120 записей иЭМГ.

Исследование детей проводилось между кормлениями на пеленальном столике, кушетке или на

руках у матери со строгим соблюдением теплового режима (температура воздуха 24–25 °C) и низкой постоянной скорости движения воздуха (0,1 м/с). При низкой температуре окружающей среды было бы вероятно получить реакцию повышения мышечного тонуса и тремор, а при высокой – мышечную гипотонию. Периферическую температуру измеряли в области бедра с помощью электротермометра (UT-102, A&D Company, Ltd. Japan), с точностью измерения до 0,1 °C.

Обследование проводили между кормлениями, т.к. при насыщении ребенок обычно расслаблен, у него могут быть снижены мышечный тонус и некоторые рефлексы и реакции, а перед кормлением новорожденный может находиться в состоянии относительной гипогликемии, ведущей к беспокойству, тремору и повышению мышечного тонуса. иЭМГ регистрировали во время спонтанной или вызванной двигательной активности.

Статистическая обработка проведена с использованием программы Excel 2003 и SPSS 12.0™. Для сравнения нелинейных параметров различных возрастных групп использовали двухвыборочный t -критерий для независимых выборок. Для расчета корреляции использован параметрический критерий Пирсона.

Результаты исследования и их обсуждение

Значения корреляционной размерности (D_c) на первом месяце жизни у детей с СДН во всех четырех мышцах были в пределах 7,21–7,84, в группе контроля данный показатель был достоверно более низким и составил 5,02–6,42 (рис. 1). Необходимо отметить, что максимальное значение D_c в обеих группах наблюдалось в икроножной мышце. Фрактальная размерность (D) и корреляционная энтропия (K_2) у детей с двигательными расстройствами в неонатальный период были также выше (1,74–1,8 и 7,93–9,28) по сравнению со здоровыми детьми (соответственно 1,65–1,68 и 6,5–7,59) (рис. 1).

Дальнейшая динамика всех нелинейных параметров в обследуемых группах различалась. У неврологически здоровых детей в течение первого года жизни в целом происходило увеличение нелинейных параметров. Однако наблюдались и отчетливые максимумы значений этих параметров. Так, для D_c и K_2 максимальные значения были в возрасте 1–3 месяца (5,78–9,03 и 8,23–9,7), а D – в 6–9 месяцев (1,79–1,82) (рис. 2).

Параметры иЭМГ в группе СДН постепенно уменьшались. Минимальные значения D_c (5,49–7,07) были в возрастной группе 1–3 месяца, D (1,74–1,81) – в 3–6 месяцев, а параметр K_2 снижался до 6–9 месяцев и составил 7,03–8,57 (рис. 2). Примерно в середине года динамика параметров иЭМГ была в целом похожей в двух группах. К концу первого года жизни значения нелинейных параметров в группе СДН практически приблизились к значениям

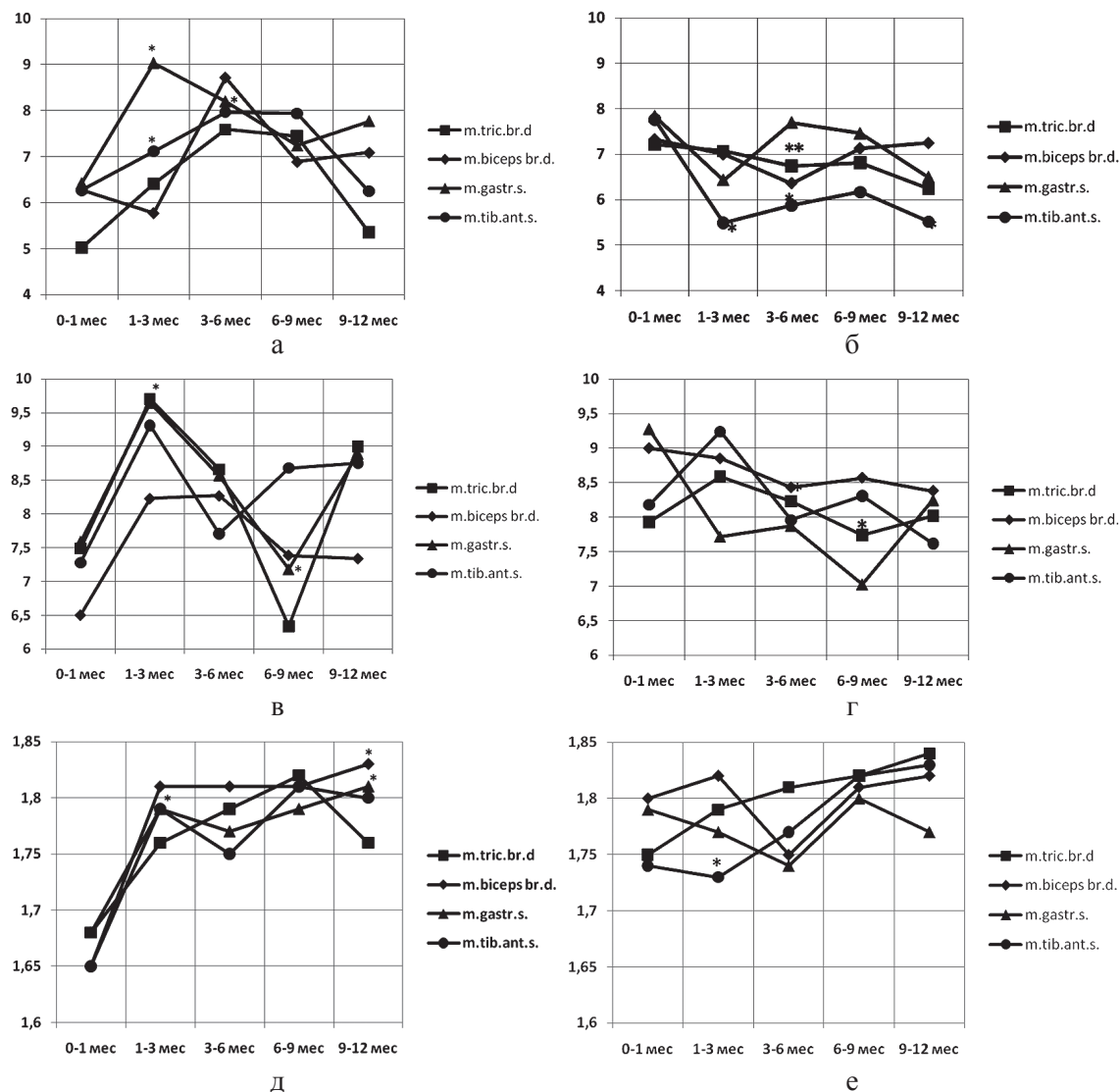


Рис. 1. Сравнительная динамика нелинейных параметров иЭМГ во всех мышцах у детей группы контроля и детей с СДН:
 а – D_c в группе контроля; б – D_c в группе СДН; в – K_2 в группе контроля; г – K_2 в группе СДН;
 д – D в группе контроля, е – D в группе СДН;
 * – $p < 0,05$, ** – $p < 0,01$ при сравнении с детьми 0–1 месяцев

группы контроля и составили: $D = 5,52-7,25$ ($5,36-7,77$ – здоровые дети), $D_c = 1,77-1,84$ ($1,76-1,83$), $K_2 = 7,62-8,02$ ($7,34-9,0$) (см. рис. 2).

В целом, можно утверждать, что, несмотря на некоторые различия в течение года происходила конвергенция значений иЭМГ у здоровых детей и детей с СДН.

Подобная динамика параметров иЭМГ у детей с СДН в картине ППЦНС на первом году жизни подтверждается уже имеющимися данными традиционных методик ЭМГ: турн-амплитудного анализа (ТАА) и анализа потенциала действия двигательных единиц (ПДЕ) [3].

Нелинейные параметры позволяют судить о степени сложности биосигнала. На-

пример, корреляционная размерность отражает количество управляющих уравнений для данного сигнала: чем их больше, тем сложнее для понимания сигнал. Аналогично, корреляционная энтропия отражает количество времени, необходимое для прогноза поведения сигнала в будущем. Фрактальная размерность указывает на богатство событий на кривой сигнала (самоподобные фрагменты, перегибы) [5]. В целом, более высокие значения названных параметров отражают большую сложность генератора этого сигнала, то есть нервного центра. В нашем исследовании, у детей с СДН сложность иЭМГ при рождении была выше, чем у здоровых детей. Известно, что у новорожденных здоровых детей

достаточно низкие нелинейные параметры (1,2–1,4 для фрактальной размерности) [4], это говорит о высокой ритмичности иЭМГ, которая впоследствии исчезает. У детей

с СДН низкая ритмичность (высокая сложность и непредсказуемость) сигнала могут быть следствием адаптации к условиям внутриутробной патологической гипоксии.

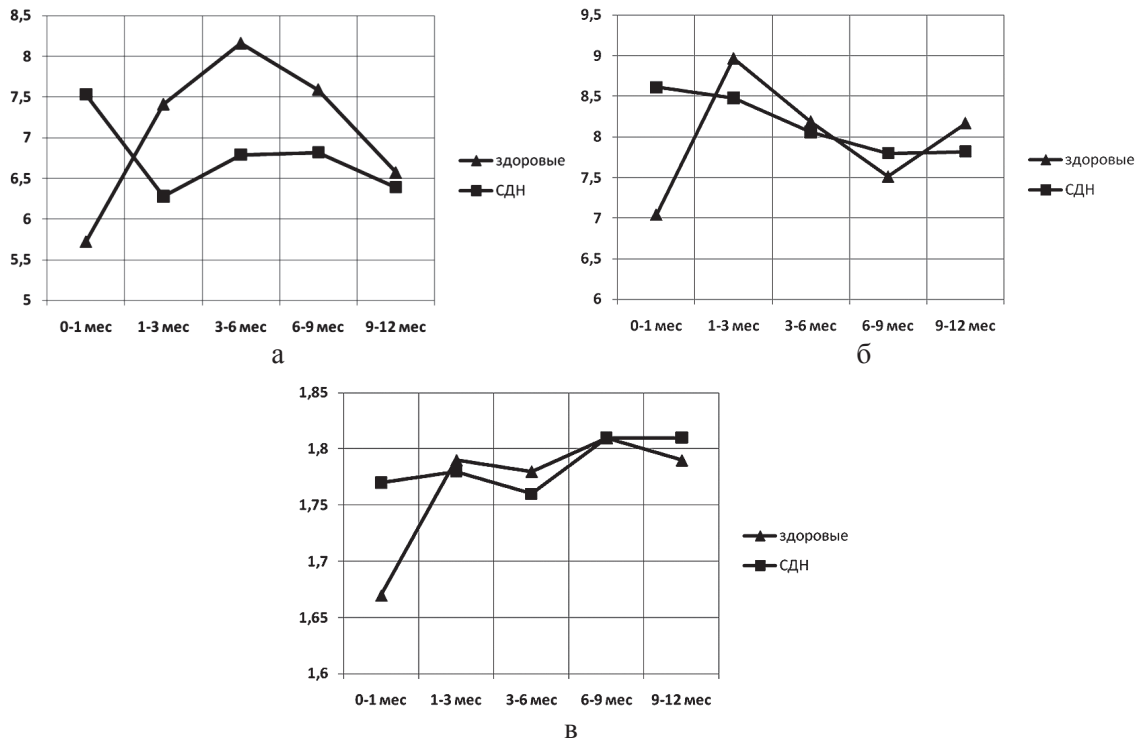


Рис. 2. Общая сравнительная динамика нелинейных параметров иЭМГ у детей группы контроля и детей с СДН: а – корреляционная размерность D_2 ; б – корреляционная энтропия K_2 ; в – фрактальная размерность D

Выводы

Таким образом, у детей с СДН и здоровых детей имеются исходно различные условия для развития двигательной системы, что отражается на нелинейных параметрах иЭМГ. Вместе с тем вторым интересным результатом является то, что в течение первого года жизни параметры иЭМГ конвергируют в двух группах детей, что свидетельствует о больших компенсаторных возможностях на раннем этапе онтогенеза ЦНС.

Список литературы

- Аршавский И.А. Очерки по возрастной физиологии. – М.: Медицина, 1967. – 475 с.
- Нейромышечный статус женщин в течение менструального цикла по данным электромиографии / Н.В. Воронова, Л.Е. Елаева, Г.И. Кузьмина, А.Ю. Мейгал // Медицинский академический журнал. – 2010. – Т.10, №5. – С. 10.
- Зарипова Ю.Р., Мейгал А.Ю., Соколов А.Л. Возможности накожной электромиографии как метода диагностики двигательных нарушений у детей // Медицинский академический журнал. – 2005. – Т.5, Прил. 6, №2. – С. 147–153.
- Мейгал А.Ю. Ворошилов А.С. Перинатальная модель перехода человека от гипогравитации к земной гравитации на основе нелинейных характеристик электромиограммы // Авиакосм. и экол. мед. – 2009. – Т.43, №6. – С. 14–19.

- Мусалимов В.М., Резников С.С., Чан Нгок Чау. Специальные разделы высшей математики. – СПб.: Изд-во СПбГУ ИТМО, 2006. – 80 с.
- Пальчик А.Б., Федорова Л.А., Понятишин А.Е. Неврология недоношенных детей. – М.: МЕДпресс-информ, 2010.
- Сонькин В.Д., Тамбовцева Р.В. Развитие мышечной энергетики и работоспособности в онтогенезе. – М.: ЛИБРОКОМ, 2011.
- Dubowitz L.M.S., Dubowitz V., Mercuri E. The neurological assessment of the pre-term and full-term infant. Clinics in Developmental Medicine, N 148. – London: MacKeith Press, 1999. – 155 p.
- Gosselin J., Amiel-Tison C. Évaluation neurologique de la naissance à 6 ans. Presses de l’Hôpital Sainte-Justine, Montréal-Paris: Masson, 2007.
- Farina D., Merletti R., Enoka R.M. The extraction of neural strategies from the surface EMG // J. Appl. Physiol. – 2003. – Vol. 96. – P. 1486–1495.
- Meigal A., Rissanen S., Kankaanpää M. Et al. Novel parameters of surface EMG in patients with Parkinson’s disease and healthy young and old controls // J. Electromyogr. Kinesiol. – 2009. – Vol. 19, №3. – P. 206–213.
- Sung P.S., Zurcher U., Kaufman M. Comparison of spectral and entropic measures for surface electromyography time series: a pilot study // J. Rehabil. Res. and Dev. – 2007. – Vol. 44. – P. 599–610.

Рецензент –
Илюха В.А., д.б.н., доцент, зав. лабораторией экологической физиологии животных, ИБ КарНЦ РАН, г. Петрозаводск.
Работа поступила в редакцию 21.12.2011.