

УДК [616.74-072.7-009-073.7-053.52]-303.447.3

DOI: 10.56871/CmN-W.2025.81.28.014

ВОЗМОЖНОСТИ И ОГРАНИЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОНЕЙРОМИОГРАФИИ В ПЕДИАТРИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ: РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ АНАЛИЗ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ (2015–2022)

© Альфия Наильевна Халмурзина¹, Марина Леонидовна Крайнова^{1, 2},
Елизавета Михайловна Захарова¹, Ксения Игоревна Степанова¹,
Павел Олегович Ляжьев²

¹ Детская клиническая больница. 195009, г. Санкт-Петербург, ул. Комсомола, д. 6, Российская Федерация

² Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет. 194100, г. Санкт-Петербург, ул. Литовская, д. 2, Российская Федерация

Контактная информация

Альфия Наильевна Халмурзина — к.м.н., врач функциональной диагностики. E-mail: alfiyahalmurzina@mail.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3831-5238> SPIN: 8443-7075

Для цитирования:

Халмурзина А.Н., Крайнова М.Л., Захарова Е.М., Степанова К.И., Ляжьев П.О. Возможности и ограничения электронейромиографии в педиатрической практике: ретроспективный анализ собственных исследований (2015–2022). *Children's Medicine of the North-West*. 2025;13(1):176–185. DOI: <https://doi.org/10.56871/CmN-W.2025.81.28.014>

Поступила: 20.12.2024

Одобрена: 10.01.2025

Принята к печати: 26.02.2025

РЕЗЮМЕ. Введение. Электронейромиография (ЭНМГ) зачастую является первым методом диагностики, к которому обращается клиницист при необходимости верифицировать патологию нервно-мышечной системы. По сравнению со взрослыми пациентами в педиатрической практике ЭНМГ имеет ряд методологических и технических особенностей. **Цель исследования:** оценить возможности, ограничения и спектр выявляемых изменений по результатам ЭНМГ у пациентов в условиях работы детского многопрофильного лечебного учреждения. **Материалы и методы.** В исследование включены результаты ЭНМГ пациентов детского возраста (от 0 до 18 лет), проходивших обследование и/или лечение на базе Ленинградского областного государственного бюджетного учреждения здравоохранения «Детская клиническая больница», направленных на ЭНМГ-исследование с 2015 по 2022 гг. Всего в анализ вошло 1543 исследования. **Результаты и обсуждение.** Значимо чаще ($p < 0,001$) при первичном исследовании результаты ЭНМГ не выявляли признаков патологии — 65,3% (854 исследования). Частота выявления патологических изменений нарастала с увеличением возраста: от 30 случаев (26,3%) в младенчестве до 105 (45,5%) в юношеском возрасте ($p < 0,001$). Среди верифицированных нарушений наиболее распространенными являлись мононевропатии — 168 случаев (12,85%) и полиневропатии — 127 случаев (9,7%) ($p < 0,001$). Ограничения в объеме диагностических алгоритмов отмечались в 191 случае (12,4%), преимущественно в возрасте до 3 лет ($p < 0,001$); из них в 29 случаях (1,9%) полученные результаты не подлежали анализу. Первично-мышечная патология чаще диагностировалась в раннем детском — 6 случаев (5,2%) и юношеском — 11 случаев (4,8%) возрасте, тогда как болезнь мотонейрона — 5 случаев (4,4%) и плексопатии — 12 случаев (10,5%) чаще верифицировались в младенчестве ($p < 0,001$). **Заключение.** В настоящее время ЭНМГ остается доступным и информативным диагностическим методом. Несмотря на существующие ограничения в педиатрической практике, диагностический алгоритм большей части ЭНМГ-исследований соблюдается в полном объеме в отсутствие необходимости применения анестезии или седации.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: педиатрия, электронейромиография, особенности

DOI: 10.56871/CmN-W.2025.81.28.014

POSSIBILITIES AND LIMITATIONS OF ELECTRONEUROMYOGRAPHY IN PEDIATRIC PRACTICE: RETROSPECTIVE ANALYSIS OF OWN STUDIES (2015–2022)

© Alfiya N. Khalmurzina¹, Marina L. Krainova^{1, 2}, Elizaveta M. Zakharova¹, Ksenia I. Stepanova¹, Pavel O. Lyazhiev²

¹ Children's Clinical Hospital. 6 Komsomol str., Saint Petersburg 195009 Russian Federation

² Saint Petersburg State Pediatric Medical University. 2 Lithuania, Saint Petersburg 194100 Russian Federation

Contact information

Alfiya N. Khalmurzina — Candidate of Medical Sciences, functional diagnostics doctor. E-mail: alfiyahalmurzina@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3831-5238> SPIN: 8443-7075

For citation:

Khalmurzina AN, Krainova ML, Zakharova EM, Stepanova KI, Lyazhiev PO. Possibilities and limitations of electroneuromyography in pediatric practice: retrospective analysis of own studies (2015–2022). Children's Medicine of the North-West. 2025;13(1):176–185. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.56871/CmN-W.2025.81.28.014>

Received: 20.12.2024

Revised: 10.01.2025

Accepted: 26.02.2025

ABSTRACT. Introduction. Electroneuromyography (ENMG) is often the first diagnostic method that a clinician turns to if necessary to verify the pathology of the neuromuscular system. Compared with adult patients in pediatric practice, ENMG has a number of methodological and technical features. **The purpose of the study:** to assess the possibilities, limitations and range of detectable changes based on the results of ENMG in patients in the working conditions of a children's multidisciplinary medical institution. **Materials and methods.** The study includes the results of an ENMG study of pediatric patients (from 0 to 18 years old) who underwent examination and/or treatment at the Leningrad Regional State Budgetary Healthcare Institution "Children's Clinical Hospital", aimed at ENMG research from 2015 to 2022. A total of 1,543 studies were included in the analysis. **Results and discussion.** Significantly more often ($p < 0.001$) in the initial study, the results of ENMG did not reveal signs of pathology – 65.3% (854 studies). The frequency of detection of pathological changes increased with increasing age: from 30 cases (26.3%) in infancy to 105 (45.5%) in adolescence ($p < 0.001$). Among the verified disorders, the most common were mononeuropathy – 168 cases (12.85%) and polyneuropathy – 127 cases (9.7%) ($p < 0.001$). Limitations in the scope of diagnostic algorithms were noted in 191 cases (12.4%), mainly under the age of 3 years ($p < 0.001$); of these, in 29 cases (1.9%), the results were not subject to analysis. Primary muscle pathology was more often diagnosed in early childhood – 6 cases (5.2%) and adolescence – 11 cases (4.8%), while motor neuron disease – 5 cases (4.4%) and plexopathy – 12 cases (10.5%) were more often verified in infancy ($p < 0.001$). **Conclusion.** Currently, ENMG remains an accessible and informative diagnostic method. Despite the existing limitations in pediatric practice, the diagnostic algorithm of most ENMG studies is fully followed in the absence of the need for anesthesia or sedation.

KEYWORDS: *pediatrics, electroneuromyography, features*

ВВЕДЕНИЕ

Электронейромиография (ЭНМГ) в большом количестве случаев является первым методом диагностики, к которому обращается клиницист при необходимости верифицировать патологию нервно-мышечной системы. Это доступный и информативный метод, абсолютными противопоказаниями к проведению которого являются лишь нарушение целостности кожи или гнойно-некротические изменения в месте проведения обследования [1]. Кроме того, результаты ЭНМГ во многом определяют дальнейшую диагностическую тактику, в частности целесообразность применения таких специфических методов исследования, как биопсия мышечной ткани и молекулярно-генетическое тестирование [2]. Применительно к педиатрической практике данный метод характеризуется рядом методологических и технических особенностей: во-первых, ввиду меньшего размера конечностей сложнее соблюдать наличие адекватного межэлектродного расстояния; во-вторых, проведение исследования зачастую сопровождается болезненными ощущениями, вызывающими эмоциональное и двигательное беспокойство у ребенка; в-третьих, нормативные параметры характеризуются широкой вариабельностью и зависят от степени зрелости нервной системы [3]. На сегодняшний день особенности применения данного метода у детей в отечественной литературе освещены недостаточно.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Оценить возможности, ограничения и спектр выявляемых изменений по результатам ЭНМГ у пациентов в условиях работы детского многопрофильного лечебного учреждения.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Проведено одноцентровое когортное ретроспективное исследование детей, проходивших лечение и/или обследование на базе Ленинградского областного государственного бюджетного учреждения здравоохранения «Детская клиническая больница» (ЛОГБУЗ «ДКБ») за период с 2015 по 2022 гг. Исследование охватывало как первичные, так и вторичные результаты ЭНМГ. Анализируемые параметры включали применяемые методики (стимуляционная/игольчатая), объем проведенных обследований и полученные результаты.

В исследование были включены пациенты от 0 до 18 лет, направленные на проведение ЭНМГ врачами амбулаторного и стационарного звеньев. Информированное добровольное согласие на проведение ЭНМГ было подписано законным представителем пациента или самим пациентом (в возрасте 15 лет и старше). Нормативные значения амплитуд, скоростей, дистальных латентностей М-ответов и сенсорных потенциалов учитывались на основании данных P.B. Kang [4].

В соответствии с классификацией детского возраста Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), включенные в исследование пациенты были разделены на 6 возрастных групп: младенчество (до 1 года), раннее детство (от 1 года до 3 лет), дошкольное детство (от 3 до 7 лет), младший школьный возраст (от 7 до 11 лет), подростковый возраст (от 11 до 15 лет), юношеский возраст (от 15 до 18 лет).

ЭНМГ проводили на аппарате Нейро-МВП-4 (Нейрософт, Россия) с программным обеспечением Нейро-МВП-4 (Нейрософт, Россия). Все исследования проведены без применения анестезии или седации.

Статистический анализ. Размер выборки предварительно не рассчитывали. Методы обработки отсутствующих данных: исследуемые параметры в медицинской документации были представлены в полном объеме, отсутствующих данных не было. Методы статистического анализа данных: статистический анализ проводился с использованием программы StatTech v. 3.0.9 (ООО «Статтех», Россия). Количественные показатели оценивались на предмет соответствия нормальному распределению с помощью критерия Шапиро-Уилка. В случае отсутствия нормального распределения количественные данные описывались с помощью медианы (Me) и нижнего и верхнего квартилей (Q1–Q3). Категориальные данные описывались с указанием абсолютных значений и процентных долей. Сравнение процентных долей при анализе многопольных таблиц сопряженности выполнялось с помощью критерия χ^2 Пирсона. Уровень статистической значимости был зафиксирован на уровне вероятности ошибки ($p < 0,05$).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Всего в анализ вошло 1543 исследования, среди них 1307 (84,7%) являлись первичными и 236 (15,3%) – повторными.

Таблица 1. Основные характеристики пациентов, включенных в исследование

Table 1. The main characteristics of the patients included in the study

Показатель / Indicator	Категории / Categories	Возрастные группы / Age groups						p
		младенчество (0–1 год) / infancy (0–1 year), n=114	раннее детство (2–3 года) / early childhood (2–3 years), n=116	дошкольное детство (4–7 лет) / preschool childhood (4–7 years), n=247	младший школьный возраст (8–11 лет) / junior school age (8–11 years), n=246	подростковый возраст (12–15 лет) / adolescence (12–15 years), n=353	юношеский возраст (16–18 лет) / adolescence (16–18 years), n=231	
Пол, абс. / Gender, abs. (%)	женский пол / female	60 (52,6)	63 (54,3)	100 (40,5)	102 (41,5)	191 (54,1)	105 (45,5)	<0,05
	мужской пол / male	54 (47,4)	53 (45,7)	147 (59,5)	144 (58,5)	162 (45,9)	126 (54,5)	
Возраст (в месяцах) / Age (in months)	Me	2	20	68	120	168	204	<0,001
	Q1–Q3	0–7	16–28	54–82	108–132	144–180	192–204	

Всем пациентам проводилась стимуляционная ЭНМГ в соответствующем объеме согласно направлению диагнозу по стандартной методике [4]. Потребность в проведении игольчатой миографии возникала несколько чаще в группе младенчества и раннего детского возраста. Полнота реализации алгоритмов ЭНМГ зависела от возраста пациентов. Значительно чаще преждевременное прекращение исследования отмечалось в группах младенческого и раннего детского возрастов: 86 (64,7%) и 66 случаев (51,6%) соответственно, что было связано с эмоциональным и двигательным беспокойством у пациентов. По мере увеличения возраста ребенка данный показатель снижался, и в группах подросткового и юношеского возрастов все исследования проводились уже в полном объеме. Среди всех случаев выполнения ограниченного алгоритма ЭНМГ отсутствие достаточного объема данных для интерпретации результатов отмечалось редко – в 23 случаях (1,5%) и чаще встречалось в группе младенческого возраста ($p < 0,001$). По результатам 854 проведенных ЭНМГ (65,3%) данных за патологические изменения выявлено не было. Частота выявления патологии статистически значимо нарастала с увеличением возраста пациентов: от 30 случаев (26,3%) в младенчестве до 105 (45,5%) в юношеском возрасте ($p < 0,001$). При анализе характера выявленных изменений к наиболее часто встречающимся патологиям относились:

моновневропатия – 168 случаев (12,85%) и полиневропатия – 127 случаев (9,7%). Чаще всего эти патологии выявлялись в группе младшего школьного, подросткового и юношеского возрастов ($p < 0,001$). Первично-мышечная патология чаще диагностировалась в двух возрастных группах: в ранней детской – 6 случаев (5,2%) и юношеской – 11 случаев (4,8%), тогда как болезнь мотонейрона – 5 случаев (4,4%) и плексопатии – 12 случаев (10,5%) чаще верифицировались в младенчестве ($p < 0,001$). В отдельную группу выделены исследования, значимо деформированные артефактами и не подлежащие интерпретации ввиду выраженного двигательного и эмоционального беспокойства у пациента. Преимущественно к этой группе были отнесены результаты пациентов младенческого возраста – 10 случаев (8,8%) ($p < 0,001$).

Наиболее значимой в интерпретации результатов ЭНМГ является необходимость их оценки с учетом данных анамнеза и объективного осмотра, так как только в таком случае нейрофизиологическое заключение обретает клиническую ценность. С учетом полученных собственных и уже опубликованных данных, обращает на себя внимание большое количество случаев отсутствия патологических изменений. Среди обследованных детей до половин и более исследований (табл. 3) не выявляют нарушений функционирования нервно-мышечного аппарата. В некоторых случаях такие заключения

Таблица 2. Результаты зависимости изучаемых параметров от возрастной группы**Table 2.** Results of the dependence of the studied parameters on the age group

Категории / Categories	Возрастные группы / Age groups						p
	младенчество (0–1 год) / infancy (0–1 year)	раннее детство (2–3 года) / early childhood (2–3 years)	дошкольное детство (4–7 лет) / preschool childhood (4–7 years)	младший школьный возраст (8–11 лет) / junior school age (8–11 years)	подростковый возраст (12–15 лет) / adolescence (12–15 years)	юношеский возраст (16–18 лет) / adolescence (16–18 years)	
В результатах учитывались данные первичных и повторных исследований, абс. (%) / The results took into account data from primary and repeated studies, abs. (%), n=1543							
Игольчатая ЭМГ применялась / Needle EMG was used	34 (25,6)	34 (26,6)	33 (12,0)	54 (19,6)	82 (19,0)	70 (23,3)	0,002
Игольчатая ЭМГ не применялась / Needle EMG was not used	99 (74,4)	94 (73,4)	241 (88,0)	222 (80,4)	350 (81,0)	230 (76,7)	
Диагностический алгоритм реализован в полном объеме / The diagnostic algorithm is fully implemented	47 (35,3)	62 (48,4)	242 (88,3)	269 (97,5)	432 (100,0)	300 (100,0)	<0,001
Диагностический алгоритм ограничен / Diagnostic algorithm is limited	86 (64,7)	66 (51,6)	32 (11,7)	7 (2,5)	0 (0,0)	0 (0,0)	
В результатах учитывались данные только первичных исследований, абс. (%) / The results took into account only data from primary studies, abs. (%), n=1307							
Данных за наличие нервно-мышечной патологии нет / There is no evidence for the presence of neuromuscular pathology	74 (64,9)	92 (79,3)	188 (76,1)	164 (66,7)	210 (59,5)	126 (54,5)	<0,001
Патология нервно-мышечной системы выявлена / Neuromuscular system pathology identified	30 (26,3)	20 (17,2)	51 (20,6)	81 (32,9)	143 (40,5)	105 (45,5)	
Результаты не были интерпретированы / The results were not interpreted	10 (8,8)	4 (3,4)	8 (3,2)	1 (0,4)	0 (0,0)	0 (0,0)	
Перечень выявленной нервно-мышечной патологии, абс. (%) / List of identified neuromuscular pathologies, abs. (%), n=1307							
Мононевропатия / mononeuropathy	8 (7,0)	4 (3,4)	21 (8,5)	33 (13,4)	66 (18,7)	36 (15,6)	<0,001
Полиневропатия / polyneuropathy	3 (2,6)	4 (3,4)	15 (6,1)	28 (11,4)	47 (13,3)	30 (13,0)	

Категории / Categories	Возрастные группы / Age groups						p
	младенчество (0–1 год) / infancy (0–1 year)	раннее детство (2–3 года) / early childhood (2–3 years)	дошкольное детство (4–7 лет) / preschool childhood (4–7 years)	младший школьный возраст (8–11 лет) / junior school age (8–11 years)	подростковый возраст (12–15 лет) / adolescence (12–15 years)	юношеский возраст (16–18 лет) / adolescence (16–18 years)	
Миопатии / Myopathies	1 (0,9)	6 (5,2)	8 (3,2)	7 (2,8)	6 (1,7)	11 (4,8)	<0,001
Радикулопатия / Radiculopathy	0 (0,0)	1 (0,9)	2 (0,8)	9 (3,7)	8 (2,3)	18 (7,8)	
Плексопатия / Plexopathy	12 (10,5)	4 (3,4)	2 (0,8)	3 (1,2)	9 (2,5)	3 (1,3)	
Мотонейрональное заболевание / Motor neuronal disease	5 (4,4)	1 (0,9)	2 (0,8)	0 (0,0)	4 (1,1)	2 (0,9)	
Синаптические поражения / Synaptic lesions	1 (0,9)	0 (0,0)	1 (0,4)	1 (0,4)	3 (0,8)	5 (2,2)	

играют значимую роль, так как позволяют основательно ограничить последующий диагностический поиск [5, 6, 10]. Однако зачастую ЭНМГ используется, скорее, как метод исключения предполагаемого диагноза в отсутствии характерных клинических проявлений, тогда как большей информативностью данный метод обладает в случаях подтверждения и объективизации выявленных в ходе тщательно неврологического осмотра симптомов. Ярким примером этого служат результаты исследования J.C. McNugh и соавт. (2022), которые пришли к выводу, что вероятность выявления патологических изменений напрямую зависит от степени специфичности запроса. Так, чем точнее направляющий на исследование врач определяет локализацию поражения периферического нейромоторного аппарата, тем выше шанс на выявление патологии. И напротив, неспецифический характер запросов (например, слабость или расстройства чувствительности без указания локализации и степени выраженности), а также случаи, в которых болевой синдром является основным, в три раза увеличивают шанс на получение условно «нормальных» результатов ЭНМГ [9]. Немалая часть симптомов, послуживших поводом для направления, и вовсе может быть не связана с патологией нервной системы, что было продемонстрировано в работе K.M. Joyal и соавт. (2022), приводящих в качестве

таких примеров соматизированные или функциональные расстройства, а также миофасциальную боль и тендиниты [8]. Однако необходимо помнить о том, что даже объективно существующее заболевание с наличием выраженных симптомов может не всегда коррелировать с патологическими изменениями электрографических параметров, по этой причине информативность ЭНМГ-исследования может уступать результатам неврологического осмотра. Например, в ряде случаев, на ранних стадиях острой воспалительной полиневропатии, при наличии достаточно выраженных клинических проявлений, параметры показателей проведения по периферическим нервам будут находиться в пределах нормы, а электрографические изменения могут быть зарегистрированы лишь при исследовании поздних ответов (F-волн и H-рефлекса) [11]. Другим примером может служить полиневропатия тонких волокон, клиническая картина которой включает: невротическую боль, вегетативную дисфункцию, потерю болевой или температурной чувствительности, аллодинию или гипералгезию. При этом интактность толстых миелинизированных волокон и, как следствие, сохранность мышечной силы, сухожильных рефлексов и нормальных данных ЭНМГ не исключают диагноза и требуют дообследования с помощью других методов (кожная биопсия, количественное сенсорное тестирование) [12].

В целом в детской популяции наиболее распространенными изменениями являются моно- и полиневропатии, о чем свидетельствуют результаты уже проведенных работ (табл. 3). Однако в силу гетерогенности возрастного состава выборки необходимо учитывать ряд особенностей. Так, нарушения функционирования нейромоторного аппарата в группе детей до 3 лет чаще носят диффузный характер (например, миопатии или мотонейрональные заболевания), тогда как у пациентов старше 3 лет патологические процессы приобретают более локализованный характер (например, мононевропатии) [4].

Немаловажный аспект, кардинально отличающий проведение ЭНМГ у детей от взрослых, – эмо-

циональное и двигательное беспокойство, что в ряде случаев значительно затрудняет, а иногда и вовсе делает невозможным выполнение исследования. В этой связи привлекательной кажется возможность проведения ЭНМГ с использованием общей анестезии. На эту тему существует два противоположных мнения. Одни авторы отдают предпочтение применению анестезии, проводя практически половину всех ЭНМГ-исследований в сопровождении таких препаратов, как кетамин, мидазолам, фентанил, пропофол [13], в то же время другие сообщают об отсутствии такой необходимости [14] или редкой ее потребности [6]. В первую очередь, необходимо учитывать сложности, ассоциированные с применением кратковременной, но все же

Таблица 3. Исследования, посвященные особенностям применения ЭНМГ в педиатрической практике

Table 3. Studies on the specifics of the use of ENMG in pediatric practice

Авторы, год публикации / Authors, year of publication	Страна / Country	Годы / Years	Количество ЭНМГ-исследований, включенных в анализ / Number of ENMG studies included in the analysis	Отсутствие данных за патологические изменения / Lack of data on pathological changes	Наиболее часто выявляемая патология / Most frequently detected pathology
Hellmann M. et al. (2005) [5]	Германия / Germany	1993–2004	498	51%	Мононевропатии (15%), полиневропатии (15%) / Mononeuropathies (15%), polyneuropathy (15%)
Karakis I. et al. (2014) [6]	Соединенные Штаты Америки / United States of America	2001–2011	2100	57%	Полиневропатии и мононевропатии (совокупный диапазон, 40–74% в год) / Polyneuropathy and mononeuropathy (cumulative range, 40–74% per year)
Orhan E.K. et al. (2018) [7]	Турция / Turkiye	2004–2013	5563	55%	Плексопатия (29%) в группе от 0 до 5 лет, миопатия (9%) в группе 6–10 лет, полиневропатия (11%) в группе 11–15 лет / Plexopathy (29%) in the group from 0 to 5 years, myopathy (9%) in the group 6–10 years, polyneuropathy (11%) in the group 11–15 years
Joyal K.M. et al. (2022) [8]	Канада / Canada	2014–2019	725	56%	Мононевропатии (18%), полиневропатии (12%) / Mononeuropathy (18%), polyneuropathy (12%)
McHugh J.C. (2022) [9]	Ирландия / Ireland	2013–2020	702	58%	Мононевропатии (20%), полиневропатии (9%) / Mononeuropathies (20%), polyneuropathy (9%)

общей анестезии, среди которых: лекарственная нагрузка, риск побочных явлений, необходимость привлечения дополнительного медицинского персонала. Необходимо также понимать, что отсутствие контакта с пациентом затрудняет фиксацию потенциалов двигательных единиц (ПДЕ), при этом интерпретация параметров ПДЕ лежит в основе диагностики первично-мышечной и мотонейрональной патологии. В связи с этим особый интерес представляет информация, которой поделились в своем консенсусе по особенностям ЭНМГ в педиатрической практике специалисты американской ассоциации нервно-мышечной патологии и электродиагностической медицины (American Association of Neuromuscular & Electrodiagnostic Medicine). Согласно их данным, большая часть применяемых для кратковременной анестезии средств не нарушает проводимость по моторным и сенсорным волокнам периферических нервов, а проблема отсутствия произвольной двигательной активности, необходимой для регистрации ПДЕ, решается путем использования комбинаций лекарственных препаратов. Например, сочетание кетамина и мидазолама или закиси азота и мидазолама позволяет сохранять прерывистую спонтанную или рефлекторную двигательную активность, допуская фиксацию ПДЕ и дальнейший анализ их характеристик [10]. Однако однозначно ответить на вопрос, каким образом и в какой степени вышеперечисленные препараты влияют на ЭНМГ-параметры, затруднительно. Доступные к настоящему времени данные касаются влияния лекарственных препаратов на параметры ЭНМГ при проведении интраоперационного нейромониторинга. Например, описано влияние депполярирующих (связывающихся с ацетилхолиновыми рецепторами и вызывающих стойкую депполяризацию) и недеполярирующих (являющихся конкурентными антагонистами никотиновых рецепторов, блокирующих действие ацетилхолина) миорелаксантов, способных значимо снижать амплитуду моторного ответа, вплоть до полного его отсутствия [4].

Другой проблемой является тот факт, что при стационарном лечении в течение одной госпитализации ребенку, помимо ЭНМГ, может потребоваться выполнение и других диагностических процедур, подразумевающих применение анестезии. Оптимальным решением в этом случае может быть вариант сочетанного проведения диагностических манипуляций, описанный в работе М. Joyal и соавт. (2022), где период общей анестезии позволял по-

следовательно выполнить магнитно-резонансную томографию и ЭНМГ [8].

На фоне ограничений применения общей анестезии, использование методов местного обезболивания кажется наиболее приемлемым решением. Например, средство для местной анестезии – крем, в состав которого входит 2,5% лидокаин и 2,5% прилокаин, было исследовано в детской популяции и продемонстрировало удовлетворительные результаты при различных медицинских манипуляциях [15–17]. Однако применительно к ЭНМГ необходимо отметить существенные ограничения этого способа. Во-первых, время ожидания начала анестезирующего эффекта от момента аппликации может достигать 60 минут [17], что подразумевает проведение предварительной подготовки к исследованию. Во-вторых, сложно предугадать точную локализацию и количество мышц, исследования которых потребует диагностический алгоритм [4].

Все же большая часть ЭНМГ-исследований проводится без средств анестезии и седации [7] с сохранением достаточного уровня диагностической ценности, а по данным исследования N.M. Alshaikh и соавт. (2017) интенсивность болевых ощущений при проведении ЭНМГ сопоставима с ощущениями при выполнении венепункции [18]. Для минимизации болевых ощущений в случае необходимости применения игольчатой ЭМГ специалисты американской ассоциации нервно-мышечной патологии и электродиагностической медицины рекомендуют также использовать концентрические электроды диаметром 0,33 мм, длиной до 1 дюйма (2,54 см) и максимально сократить число исследуемых мышц, выбирая наиболее диагностически значимые и репрезентативные группы на основании клинико-анамнестических данных и предполагаемого диагноза [10].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящий момент ЭНМГ остается доступным и востребованным методом в повседневной клинической практике. Однако информативность исследования зависит не только от врача, выполняющего исследование, но и во многом от клинициста, направляющего пациента. Несмотря на существующие методологические и технические особенности в педиатрической практике, большая часть исследований реализуется в объеме, достаточном для верификации нарушений периферической нервно-мышечной системы в отсутствие необходимости применения анестезии и седации.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов. Все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

ADDITIONAL INFORMATION

Author contribution. Thereby, all authors made a substantial contribution to the conception of the study, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the article, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the study.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

Funding source. This study was not supported by any external sources of funding.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пирадов М.А., Супонева Н.А., Гришина Д.А., Павлов Э.В. Электронейромиография: алгоритмы и рекомендации при полинейропатиях. М.: Горячая линия — Телеком; 2021.
2. Pitt M. Paediatric electromyography in the modern world: a personal view. *Developmental Medicine & Child Neurology*. 2011;53(2):120–124. DOI: 10.1111/j.1469-8749.2010.03831.x.
3. Никитин С.С. «Детская» электромиография: мифы и реальность. *Неврология сегодня*. 2017;2(02):2.
4. McMillan C.H., Kang P.B. *Pediatric Electromyography*; Switzerland, Cham: Springer.
5. Hellmann M. von Kleist-Retzow J.C., Haupt W.F. et al. Diagnostic value of electromyography in children and adolescents. *Journal of Clinical Neurophysiology*. 2005;22(1):43–48. DOI: 10.1097/01.wnp.0000151146.91147.a1.
6. Karakis I., Liew W., Darras B.T. et al. Referral and diagnostic trends in pediatric electromyography in the molecular era. *Muscle & Nerve*. 2014;50(2):244–249. DOI: 10.1002/mus.24152.
7. Orhan E.K., Kiraç L.B., DiKmen P.Y. et al. Electromyography in Pediatric Population. *Archives of Neuropsychiatry*. 2018;55(1):36–39. DOI: 10.5152/npa.17023.
8. Joyal K.M., MacGregor J.V., Hayawi L.M. et al. Not so Shocking: Electromyography in Pediatrics Remains Feasible and Diagnostically Useful. *Canadian Journal of Neurological Sciences*. 2022;49(5):696–702. DOI: 10.1017/cjn.2021.196.
9. McHugh J.C., O’Flaherty E., Daly N. Does specificity of electrodiagnostic test referrals predict test outcome in children? *Muscle & Nerve*. 2022;65(5):513–520. DOI: 10.1002/mus.27515.
10. Kang P.B., McMillan H.J., Kuntz N.L. et al. Utility and practice of electrodiagnostic testing in the pediatric population: an AANEM consensus statement. *Muscle & Nerve*. 2020;61(2):143–155. DOI: 10.1002/mus.26752.
11. Синкин М.В., ред. Клиническая нейрофизиология в практических задачах. Учебно-методическое пособие. Атмосфера; 2023.
12. Копишинская С.В., Лаурия Д., Густов А.В., Радюк М.А. Полиневропатия тонких волокон. *Клиническая медицина*. 2015;93(1):18–22.
13. Ryan C.S., Conlee E.M., Sharma R. et al. Nerve conduction normal values for electrodiagnosis in pediatric patients. *Muscle & Nerve*. 2019;60(2):155–160. DOI: 10.1002/mus.26499.
14. Hafner P., Phadke R., Manzur A. et al. Electromyography and muscle biopsy in paediatric neuromuscular disorders — Evaluation of current practice and literature review. *Neuromuscular Disorders*. 2019;29(1):14–20. DOI: 10.1016/j.nmd.2018.10.003.
15. Biran V., Gourrier E., Cimerman P. et al. Analgesic effects of EMLA cream and oral sucrose during venipuncture in preterm infants. *Pediatrics*. 2011;128(1):63–70. DOI: 10.1542/peds.2010.1287.
16. Abuelkheir M., Alsourani D., Al-Eyadhy A. et al. EMLA(R) cream: a pain-relieving strategy for childhood vaccination. *Journal of International Medical Research*. 2014;42(2):329–336. DOI: 10.1177/0300060513509473.
17. Lullmann B., Leonhardt J., Metzelder M. et al. Pain reduction in children during port-a-cath catheter puncture using local anaesthesia with EMLA. *European Journal of Pediatrics*. 2010;169(12):1465–9. DOI: 10.1007/s00431-010-1244-1.
18. Alshaikh N.M., Martinez J.P., Pitt M.C. Perception of pain during electromyography in children: A prospective study. *Muscle & Nerve*. 2016;54(3):422–6. DOI: 10.1002/mus.25069.

REFERENCES

2. Pitt M. Paediatric electromyography in the modern world: a personal view. *Developmental Medicine & Child Neurology*. 2011;53(2):120–124. DOI: 10.1111/j.1469-8749.2010.03831.x.
3. Nikitin S.S. "Children's" electromyography: myths and reality. *Nevrologiya segodnya*. 2017;2(02):2. (In Russian).
4. McMillan C.H., Kang P.B. *Pediatric Electromyography*; Switzerland, Cham: Springer.
5. Hellmann M. von Kleist-Retzow J.C., Haupt W.F. et al. Diagnostic value of electromyography in children and adolescents. *Journal of Clinical Neurophysiology*. 2005;22(1):43–48. DOI: 10.1097/01.wnp.0000151146.91147.a1.
6. Karakis I., Liew W., Darras B.T. et al. Referral and diagnostic trends in pediatric electromyography in the molecular era. *Muscle & Nerve*. 2014;50(2):244–249. DOI: 10.1002/mus.24152.
7. Orhan E.K., Kiraç L.B., Dikmen P.Y. et al. Electromyography in Pediatric Population. *Archives of Neuropsychiatry*. 2018;55(1):36–39. DOI: 10.5152/npa.17023.
8. Joyal K.M., MacGregor J.V., Hayawi L.M. et al. Not so Shocking: Electromyography in Pediatrics Remains Feasible and Diagnostically Useful. *Canadian Journal of Neurological Sciences*. 2022;49(5):696–702. DOI: 10.1017/cjn.2021.196.
9. McHugh J.C., O'Flaherty E., Daly N. Does specificity of electrodiagnostic test referrals predict test outcome in children? *Muscle & Nerve*. 2022;65(5):513–520. DOI: 10.1002/mus.27515.
10. Kang P.B., McMillan H.J., Kuntz N.L. et al. Utility and practice of electrodiagnostic testing in the pediatric population: an AANEM consensus statement. *Muscle & Nerve*. 2020;61(2):143–155. DOI: 10.1002/mus.26752.
11. Sinkin M.V., red. *Clinical neurophysiology in practical problems*. Uchebno-metodicheskoye posobiye. Atmosfera; 2023. (In Russian).
12. Kopishinskaya S.V., Lauriya D., Gustov A.V., Radyuk M.A. Polyneuropathy of thin fibers. *Klinicheskaya meditsin*. 2015;93(1):18–22. (In Russian).
13. Ryan C.S., Conlee E.M., Sharma R. et al. Nerve conduction normal values for electrodiagnosis in pediatric patients. *Muscle & Nerve*. 2019;60(2):155–160. DOI: 10.1002/mus.26499.
14. Hafner P., Phadke R., Manzur A. et al. Electromyography and muscle biopsy in paediatric neuromuscular disorders – Evaluation of current practice and literature review. *Neuromuscular Disorders*. 2019;29(1):14–20. DOI: 10.1016/j.nmd.2018.10.003.
15. Biran V., Gourrier E., Cimerman P. et al. Analgesic effects of EMLA cream and oral sucrose during venipuncture in preterm infants. *Pediatrics*. 2011;128(1):63–70. DOI: 10.1542/peds.2010-1287.
16. Abuelkheir M., Alsourani D., Al-Eyadhy A. et al. EMLA(R) cream: a pain-relieving strategy for childhood vaccination. *Journal of International Medical Research*. 2014;42(2):329–336. DOI: 10.1177/0300060513509473.
17. Lullmann B., Leonhardt J., Metzelder M. et al. Pain reduction in children during port-a-cath catheter puncture using local anaesthesia with EMLA. *European Journal of Pediatrics*. 2010;169(12):1465–9. DOI: 10.1007/s00431-010-1244-1.
18. Alshaikh N.M., Martinez J.P., Pitt M.C. Perception of pain during electromyography in children: A prospective study. *Muscle & Nerve*. 2016;54(3):422–6. DOI: 10.1002/mus.25069.