

<https://doi.org/10.56871/PED.2025.98.32.008>

УДК 616.833-073.7+615.84+616.379-008.64+616.833

Электронейромиография в педиатрической практике (обзор литературы)

П.О. Ляжьев, М.Ю. Фомина

Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет, Санкт-Петербург, Россия

РЕЗЮМЕ

Актуальность изучения возможностей применения электронейромиографии в педиатрической практике обусловлена широким спектром нервно-мышечных заболеваний, при которых данная методика является высокоспецифичной и информативной. Электронейромиография — это один из наиболее информативных методов диагностики заболеваний спинного мозга и периферической системы. Метод основан на регистрации и оценке электрических потенциалов, возникающих при сокращении мышцы или активации периферического нерва в ответ на стимуляцию нервов электрическими импульсами. Электронейромиография отличается высокой вариабельностью показателей полученных потенциалов: их амплитуды, латентности, морфологии, соотношения данных показателей между ответами, полученными в различных точках стимуляции, а также скоростей проведения по моторным и сенсорным волокнам периферических нервов. Проведение электромиографии у детей сопряжено с рядом дополнительных осложняющих факторов, таких как высокая чувствительность детей к производимым манипуляциям, сложность обеспечения неподвижности пациента и зависимость полученных данных от возраста обследуемого. В ходе данного исследования был проведен анализ отечественной и зарубежной литературы последних лет на тему возможности использования электромиографии в педиатрической практике. В настоящее время используются два основных электрофизиологических метода исследования: стимуляционная электронейромиография и игольчатая миография. В первом случае оцениваются показатели проведения по периферическому нерву, во втором — состояние отдельных мышечных волокон. При проведении исследования могут быть выявлены заболевания мышц, периферической нервной системы, спинного мозга, миогенные расстройства; возможно сравнение получаемых показателей для оценки межсторонней асимметрии, динамики патологического процесса во времени. Электромиография является высокоинформативным методом диагностики заболеваний нейромышечной системы у детей, тем не менее при проведении исследований нужно учитывать возрастные особенности развития нервной системы, адаптировать проведение методики с учетом физиологических и поведенческих характеристик обследуемых.

Ключевые слова: педиатрия, электронейромиография, игольчатая электромиография, диабетическая полинейропатия, синдром мышечной гипотонии

Как цитировать

Ляжьев П.О., Фомина М.Ю. Электронейромиография в педиатрической практике (обзор литературы). *Педиатр.* 2025;16(5):70–78. <https://doi.org/10.56871/PED.2025.98.32.008>.

Electroneuromyography in pediatric practice (literature review)

Pavel O. Liazhev, Maria Yu. Fomina

Saint Petersburg State Pediatric Medical University, Saint Petersburg, Russia

ABSTRACT

One of the most informative diagnostic methods for diseases of the spinal cord and peripheral nervous system is electromyography, a diagnostic technique based on the registration and evaluation of electrical potentials that occur during muscle contraction or peripheral nerve activation in response to electrical stimulation of the nerves. This method is characterized by high variability in the obtained potential parameters: amplitude, latency, morphology, the ratio of these parameters between responses recorded at different stimulation points, as well as conduction velocities along motor and sensory fibers of peripheral nerves. The performance of electromyography in children is associated with several additional complicating factors, such as the high sensitivity of children to the procedures, the difficulty in ensuring patient immobility, and the dependence of the obtained data on the age of the subject. This study involved a review of recent domestic and international literature on the use of electromyography in pediatric practice. Currently, two main electrophysiological methods are used: stimulation electromyography and needle electromyography. In the first case, the conduction of signals along peripheral nerves is assessed, while in the second, the condition of individual muscle fibers is evaluated. During the examination, diseases of the muscles, peripheral nervous system, and spinal cord can be identified; it is also possible to compare the obtained results to assess inter-lateral asymmetry and track the dynamics of pathological processes over time. Electromyography is a highly informative diagnostic tool for neuromuscular system diseases in children; however, when conducting the study, it is important to take into account the age-related features of nervous system development and adapt the procedure according to the physiological and behavioral characteristics of the subjects.

Keywords: pediatrics, electroneuromyography, needle electromyography, diabetic polyneuropathy, muscular hypotonia syndrome

To cite this article

Liazhev P.O., Fomina M.Yu. Electroneuromyography in pediatric practice (literature review). *Pediatrician (St. Petersburg)*. 2025;16(5):70–78. (In Russian). <https://doi.org/10.56871/PED.2025.98.32.008>.

АКТУАЛЬНОСТЬ

Электрофизиологические исследования, такие как стимуляционная электронейромиография (ЭНМГ) и игольчатая электромиография (ЭМГ) используются для диагностики множества заболеваний мышц, периферической нервной системы и спинного мозга, в том числе в педиатрической практике. Методики обладают рядом преимуществ, включающих возможность получения количественных показателей, которые позволяют объективно оценивать состояние нервно-мышечной системы, сравнивать результаты с возрастными нормативами, отслеживать динамику показателей при повторных исследованиях.

В работе клинической больницы Санкт-Петербургского государственного педиатрического медицинского университета мы оценили возможности использования электрофизиологических методов исследования в педиатрической практике. Анализ отечественной и зарубежной литературы последних лет описывает возможности и ограничения использования метода ЭМГ в детской неврологической практике у пациентов различных возрастных групп [5, 6].

При проведении исследований может быть получен ряд показателей: так, при выполнении ЭНМГ можно зафиксировать амплитуду, длительность, латентный период, форму моторных и сенсорных ответов, вычислить скорости проведения по периферическим нервам, оценить стабильность возникновения поздних феноменов; при проведении игольчатой ЭМГ — выявить патологическую спонтанную активность мышечных волокон, оценить показатели амплитуды, длительности потенциалов двигательных единиц, количество турнов и фаз в их структуре, а также выполнить анализ интерференционного паттерна, турно-амплитудный анализ при максимальном напряжении исследуемой мышцы [3]. ЭНМГ может использоваться для диагностики таких состояний, как моно- и полинейропатии, миастении, туннельные синдромы, плексопатии, невральные амиотрофии, корешковые синдромы; игольчатая ЭМГ — для диагностики поражений первично-мышечного и денервационного генеза [9, 19, 27].

Несмотря на высокую диагностическую ценность и информативность метода ЭМГ, его применение в педиатрической практике сопряжено с определенными сложностями, обусловленными физиологическими, анатомическими и психологическими особенностями детского возраста, включая вариабельность нормальных показателей, трудности в обеспечении неподвижности ребенка во время исследования, а также повышенную чувствительность детей к внешним манипуляциям.

К физиологическим особенностям относится незавершенная миелинизация периферических нервов, активный синаптогенез, рост и созревание аксонов и их ветвление. Наличие миелиновой оболочки, покрывающей аксоны нервных волокон, необходимо для достижения достаточной скорости проведения по нервам. Таким образом, незавершенная миелинизация обуславливает особенности показателей скорости проведения по периферическим нервам, нараста-

ние продолжительности латентностей ответов. Как правило, после рождения отмечается стремительное нарастание скоростей проведения, скоростные показатели достигают значений, схожих с регистрируемыми у взрослых пациентов к примерно к 3–5 годам жизни, при этом отдельные изменения, такие как бимодальность (наличие двух негативных пиков) сенсорных ответов, продолжают регистрироваться до 15–16 лет [16, 33]. При проведении игольчатой ЭМГ нужно учитывать, что при первично-мышечных поражениях вместо привычного во взрослой практике интерференционного паттерна, заполненного низкоамплитудными потенциалами, могут регистрироваться потенциалы двигательных единиц с нормальной или увеличенной амплитудой и сниженной длительностью потенциала. Данные изменения могут быть обусловлены присутствием гипертрофированных мышечных волокон. Могут также регистрироваться широкие полифазные высокоамплитудные потенциалы, схожие с отмечающимися при денервационном поражении, в таком случае нужно обратить внимание на наличие как широких, так и узких полифазных потенциалов — данный признак более характерен для первично-мышечного паттерна [37].

Еще одним важным фактором, который нужно учитывать при проведении исследования, являются анатомические особенности пациентов. При проведении исследований во взрослой популяции расстояния между точкой стимуляции и точкой регистрации потенциалов фиксированы и стандартизированы в соответствии с международными рекомендациями, что обеспечивает высокую воспроизводимость результатов [17, 24, 26]. У детей, особенно младшего возраста, такие расстояния часто варьируют из-за анатомических особенностей: меньших размеров тела, меньшего объема мышц, измененных относительно взрослых пациентов пропорций тела. Это требует гибкого подхода к выбору точек стимуляции и записи, а также коррекции измерений в зависимости от возраста и размера исследуемой области. Отсутствие фиксированных стандартов для детей создает дополнительную сложность в интерпретации результатов и требует использования возрастных референтных данных. Кроме того, межэлектродные расстояния могут быть уменьшены, как и расстояние между стимулирующим и записывающими электродами. При исследовании могут использоваться анатомические ориентиры [37, 40].

Необходимо отметить, что проводимое исследование может вызывать боль и дискомфорт в области стимуляции или введения игольчатого электрода. В отличие от взрослых пациентов, большая часть которых удовлетворительно переносит ЭМГ, неприятные ощущения могут вызывать беспокойство и двигательную активность исследуемых, что приводит к увеличению количества артефактов записи, а также невозможности выполнения методик, для которых требуется сотрудничество с пациентом, кроме того, коммуникация с детьми раннего возраста может быть невозможна. При проведении исследования рекомендуется наладить контакт с ребенком: так, можно попробовать заинтересовать его в исследовании, объяснив, к примеру, что звуки записи

ЭМГ являются записываемыми микрофоном «мышечными звуками». Рекомендуется избегать выражений «игла», «игольчатый электрод» как несущих негативную окраску. Следует использовать такие фразы, как «записывающий электрод», «микрофон», «антенна» или другие, которые будут восприняты ребенком более положительно. Более высокое качество исследования может быть достигнуто в случае, если присутствующий сотрудник или родитель будут отвлекать ребенка видео, играми или книгами [31]. При обследовании пациентов младшего и дошкольного возраста можно предложить родителям присутствовать во время процедуры, держать ребенка на руках, при этом требуется объяснить, что ребенок может беспокоиться и плакать во время выполнения манипуляций [37]. Необходимо учитывать возможность седации пациентов, поскольку ряд публикаций свидетельствует о повышении качества данных при ее применении [18, 25], в то время как другие показывают, что электромиография может быть выполнена с достаточной точностью и без седации [22].

Таким образом, регистрация электрофизиологических показателей сопряжена с определенными трудностями, при этом для формирования достоверного заключения необходима правильная интерпретация полученных данных. Так, ряд научных работ описывает показатели проведения, зарегистрированные в популяции здоровых детей [12, 18, 20, 38, 40], при этом обращает внимание высокая вариабельность полученных данных — для каждой отдельной электрофизиологической лаборатории рекомендована разработка собственных нормативных таблиц, или, по крайней мере, указание источника, согласно которому производится интерпретация зафиксированных значений [14, 40, 44].

Использование методов стимуляционной ЭНМГ и игольчатой ЭМГ достаточно распространено в клинической практике. Наиболее частым вариантом полинейропатий в детском возрасте являются диабетические полинейропатии. Значительное количество статей описывают изменение электрофизиологических показателей у детей, страдающих сахарным диабетом — заболеванием, распространенность которого непрерывно растет [8, 29]. При проведении стимуляционной миографии в данной популяции отмечались такие изменения, как снижение скоростей моторного проведения [2, 23, 30], снижение амплитуд моторных и сенсорных ответов [2, 7]. Существует проблема определения объема обследования, достаточного для формирования достоверного заключения, — описана необходимость исследования как моторных, так и сенсорных волокон хотя бы одной нижней конечности, при этом требуемое количество обследованных нервов, необходимость исследования показателей проведения нервных волокон второй нижней конечности, верхних конечностей варьирует [10, 15]. В литературе описана взаимосвязь между повышенной вариабельностью показателей глюкозы крови и снижением скоростных показателей проведения по нервам [32, 41]. Отмечено также, что вне зависимости от длительности заболевания достоверно

патологические изменения на ЭНМГ встречаются значительно реже, чем при проведении конфокальной микроскопии с оценкой функции нервных волокон роговицы. Показатели проведения в популяции детей, страдающих сахарным диабетом, преимущественно находятся в пределах границ допустимых значений, но снижены относительно зарегистрированных в популяции здоровых детей [34].

Применение ЭНМГ возможно не только при обследовании детей, страдающих сахарным диабетом. Обследование пациентов с наследственными нервно-мышечными заболеваниями, болезнями обмена, ревматическими заболеваниями, нейропатиями включает проведение ЭНМГ. Ряд публикаций 2020 года и более поздних посвящен миографическим показателям детей, перенесших COVID-19 с последующим развитием синдрома Гийена–Барре. В поперечном исследовании, включающем проведение ЭНМГ у 125 пациентов, отмечающих жалобы на дыхательную недостаточность, паралич верхних и/или нижних конечностей, нарушения походки было выявлено, что для синдрома Гийена–Барре характерна электрофизиологическая картина аксонального поражения периферических нервов с преобладанием снижения амплитудных показателей моторных и сенсорных ответов. Кроме того, при аксональном типе поражения отмечался менее благоприятный прогноз восстановления, чем при демиелинизирующем [21]. Схожие результаты были отмечены в описаниях отдельных клинических случаев: были отмечены как изменения по аксональному [13], так и демиелинизирующему типу [35]. В ряде случаев был установлен мультисистемный воспалительный синдром у детей, ассоциированный с COVID-19, при котором помимо поражения периферической нервной системы отмечалось вовлечение центральной нервной системы, были описаны психозы и эпилептические приступы [39].

Одной из частых причин проведения электрофизиологического исследования ребенку первого года жизни является неонатальное поражение плечевого сплетения, являющееся результатом перерастяжения нервных волокон плечевого сплетения в период родов. Патология может проявляться как временным снижением двигательной активности руки, так и формированием постоянного полного паралича верхней конечности. Как правило, страдают корешки C_5 и C_6 (около 80% случаев), но у отдельных пациентов может быть также вовлечен корешок C_7 , редко — корешки C_5 – T_1 (панплексопатия) [28]. В зависимости от степени поражения плечевого сплетения изменения могут быть различны — от минимальных отклонений показателей проведения до полного исчезновения ответов. Рекомендуется проведение комбинированного исследования как методом стимуляционной ЭНМГ, так и игольчатой ЭМГ, при этом следует понимать, что проведение игольчатой миографии осложняется отсутствием возможности продуктивного контакта с пациентом. Кроме того, преобладание одностороннего характера поражения позволяет проводить сравнительный анализ электрофизиологических показателей между пораженной и здоровой

конечностями, что, учитывая высокую вариабельность показателей проведения у детей младшего возраста, позволяет существенно повысить качество проведенного исследования [42, 43].

В практике электрофизиолога педиатрической службы часто встречаются случаи, когда на исследование направлен ребенок раннего возраста с синдромом мышечной гипотонии. Следует учитывать, что причины данного состояния могут быть различны. Учитывая дискомфорт, возникающий при проведении исследования и приводящий к беспокойству обследуемого, снижающему качество полученных данных, рекомендовано предварительное проведение других методов исследования (оценка анамнеза, осмотр, методы лучевой диагностики, генетические/лабораторные анализы) с последующим формированием тактики проведения миографии [1, 4, 11, 36].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение ЭМГ в педиатрической практике становится все более распространенным: полученные количественные данные являются объективными и могут быть использованы для сравнения полученных показателей между сторонами записи, оценки полученных значений в динамике, контроля проводимого лечения. Использование метода возможно у детей любого возраста. Исследование позволяет

произвести дифференциальную диагностику широкого ряда мышечных и нервных заболеваний.

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

ЛИТЕРАТУРА

1. Абабков В.А., Авакян Г.Н., Авдюнина И.А. и др. Неврология: национальное руководство. Т. 1. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2018. 880 с.
2. Абедимова Р.А. Значение электронейромиографии в ранней диагностике диабетической полинейропатии у детей. *Вестник*. 2010;9(1):97.
3. Егорова А.А., Береснева В.Т., Гладин Д.П., Метляева А.В. Электромиографические признаки прогресса развития амбидекстрии. *Российские биомедицинские исследования*. 2024;9(4):48–53. <https://doi.org/10.56871/RBR.2024.95.20.008>.
4. Команцев В.Н., Моллаева К.Ю., Умаханова З.Р. Клинико-электронейромиографический алгоритм топической диагностики синдрома мышечной гипотонии у детей раннего возраста. *Доктор.Ру*. 2020;19(9):20–26. <https://doi.org/10.31550/1727-2378-2020-19-9-20-26>.
5. Ляжьев П.О., Фомина М.Ю., Ракова М.А. Нейрофизиологическая диагностика пациента с эпилептической энцефалопатией младенческого возраста и мышечной гипотонией. *Forcipe*. 2023;6(Suppl 1):373–374.
6. Ляжьев П.О., Фомина М.Ю., Ракова М.А. Динамика клинических и электронейромиографических показателей пациента, страдающего юношеским дерматомиозитом на фоне терапии глюкокортикостероидами. Материалы VIII Национального конгресса с международным участием. «Здоровые дети — будущее страны». СПб.; 2024. С. 127–128.
7. Мазуренко Е.С., Рюткина Л.А., Пахомов И.А., Чешева Е.В., Гаврилова Л.О. Ранняя диагностика диабетической дистальной полинейропатии с помощью электронейромиографии. *Сахарный диабет*. 2019;22(2):141–150. <https://doi.org/10.14341/DM9830>.
8. Петрайкина Е.Е., Лаптев Д.Н., Воронцова И.Г., Демидов Н.А., Ряполова Ю.А. Сахарный диабет 1 типа у детей и подростков г. Москвы. Данные Московского сегмента Федерального регистра больных сахарным диабетом 2015–2020 гг. *Проблемы эндокринологии*. 2021;67(6):113–123. <https://doi.org/10.14341/probl12795>.
9. Ремнев А.Г., Олейников А.А. Электронейромиография: анализируемые параметры. *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2013;(10-2):281–282. EDN: RCMTJZ.
10. Рюткина Л.А., Полторацкая Е.С., Пахомов И.А., Рюткин Д.С., Щепанкевич Л.А., Первунинская М.А. Электронейромиография в диагностике ранних стадий диабетической нейропатии — приглашение к дискуссии эндокринологов, неврологов, электрофизиологов. *Медицинский совет*. 2016;(10): 158–164.
11. Ahmed M.I., Iqbal M., Hussain N. A structured approach to the assessment of a floppy neonate. *J Pediatr Neurosci*. 2016;11(1):2–6. <https://doi.org/10.4103/1817-1745.181250>.
12. Akbari M.G. et al. Normal values of nerve conduction studies in children aged 7 days to 14 years referred to electrodiagnosis clinic of Iranian children's medical center. *Iran J Pediatr*. 2023;33(5):e137205. <https://doi.org/10.5812/ijp-137205>.
13. Botre A., Mishra A., Kadam S. The youngest pediatric Guillain Barre syndrome associated with COVID-19 infection. *Ann Indian*

- Acad Neurol.* 2021;24(5):793–794. https://doi.org/10.4103/aian.AIAN_52_21.
14. Buschbacher R.M., Prahlow N.D. Manual of nerve conduction studies. Demos Medical Publishing, 2006. P. xi.
 15. Dunker Ø., Nilsen K.B., Olsen S.E., Åsvold B.O., Bjørgaas M.R.R., Sand T. Which combined nerve conduction study scores are best suited for polyneuropathy in diabetic patients? *Muscle Nerve.* 2022;65(2):171–179. <https://doi.org/10.1002/mus.27445>.
 16. Dutta D.J., Woo D.H., Lee P.R., Pajevic S., Bukalo O., Huffman W.C., Wake H., Bassar P.J., Sheikh Bahaei S., Lazarevic V., Smith J.C., Fields R.D. Regulation of myelin structure and conduction velocity by perinodal astrocytes. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 2018;115(46):11832–11837. <https://doi.org/10.1073/pnas.1811013115>. Erratum in: *Proc Natl Acad Sci U S A.* 2019;116(25):12574. <https://doi.org/10.1073/pnas.1908361116>.
 17. Esteves E.A., Guio S.P., de Los Reyes-Guevara C.A., Cantor E., Habeych M.E., Malagón A.L. Reference values of upper extremity nerve conduction studies in a Colombian population. *Clin Neurophysiol Pract.* 2020;5:73–78. <https://doi.org/10.1016/j.cnp.2020.02.001>.
 18. Frenzel T., Baum A.K., Krause H., Arens C., Haghighi A., Galazky I. Sensory nerve conduction studies in infants, children and teenagers — An update. *Clin Neurophysiol Pract.* 2024;9:63–68. <https://doi.org/10.1016/j.cnp.2024.01.001>.
 19. Ferrante M.A. Neuromuscular electrodiagnosis. *Handb Clin Neurol.* 2023;195:251–270. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-98818-6.00019-4>.
 20. Hyllienmark L., Ludvigsson J., Brismar T. Normal values of nerve conduction in children and adolescents. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology/Electromyography and Motor Control.* 1995;97(5):208–214.
 21. Javankiani S., Nasrollahizadeh A., Gharib B., Heidari M., Memarian S. The characteristics of Guillain–Barre syndrome in children in pre-COVID-19 and during the COVID-19 pandemic: A cross-sectional study. *Health Sci Rep.* 2023;6(12):e1782. <https://doi.org/10.1002/hsr2.1782>.
 22. Joyal K.M., MacGregor J.V., Hayawi L.M., Webster R.J., McMillan H.J. Not so shocking: electromyography in pediatrics remains feasible and diagnostically useful. *Can J Neurol Sci.* 2022;49(5):696–702. <https://doi.org/10.1017/cjn.2021.196>.
 23. Kartheka R., Aghoram R., Faith A.J., Wadwekar V. Cross-sectional study of the relationship between medial plantar nerve conduction studies and severity of diabetic neuropathy. *Ann Indian Acad Neurol.* 2024;27(2):183–187. https://doi.org/10.4103/aian.aian_828_23.
 24. Krøigård T., Gylfadóttir S.S., Itani M., Khan K.S., Andersen H., Sindrup S.H., Jensen T.S., Andersen K.V., Tankisi H., Beniczky S., Kristensen A.G. Normative reference values for the dorsal sural nerve derived from a large multicenter cohort. *Clin Neurophysiol Pract.* 2021;6:239–243. <https://doi.org/10.1016/j.cnp.2021.08.001>.
 25. Lamberti P.M., Light T.R. Carpal tunnel syndrome in children. *Hand Clin.* 2002;18(2):331–337. [https://doi.org/10.1016/s0749-0712\(01\)00010-5](https://doi.org/10.1016/s0749-0712(01)00010-5).
 26. Lee J.H., Kim E., Shim H.S., Kang M.G., Kim K., Lee S.Y., Lee G.J., Lee S.U., Lim J.Y., Chung S.G., Oh B.M. Reference standard of median nerve conduction study in Korea. *Ann Rehabil Med.* 2024;48(4):259–270. <https://doi.org/10.5535/arm.240015>.
 27. Lo Y.L., Tan Y.E., Hwang R., Teng P.P.C. Utility of sensory nerve conduction study in radiologically positive lumbosacral plexopathy. *Can J Neurol Sci.* 2024;51(1):134–136. <https://doi.org/10.1017/cjn.2023.31>.
 28. Malessy M.J., Pondaag W. Nerve surgery for neonatal brachial plexus palsy. *J Pediatr Rehabil Med.* 2011;4(2):141–148. <https://doi.org/10.3233/PRM-2011-0166>.
 29. Monaghan M., Bryant B.L., Inverso H., Moore H.R., Streisand R. Young children with type 1 diabetes: recent advances in behavioral research. *Curr Diab Rep.* 2022;22(6):247–256. <https://doi.org/10.1007/s11892-022-01465-0>.
 30. Mondelli M., Aretini A., Ginanneschi F. Electrophysiological study of the tibial nerve across the tarsal tunnel in distal symmetric diabetic polyneuropathy. *Am J Phys Med Rehabil.* 2022;101(2):152–159. <https://doi.org/10.1097/PHM.0000000000001769>.
 31. Electrodiagnostic testing in the pediatric patient. *Musculoskeletal Key.* Available at: <https://musculoskeletalkey.com/electrodiagnostic-testing-in-the-pediatric-patient-2/> (accessed: 19.01.2025).
 32. Oberhauser S.S., l'Allemand D., Willems E.P., Gozzi T., Heldt K., Eilers M., Stasinaki A., Lüttsch J., Broser P.J. Slowing of peripheral nerve conduction velocity in children and adolescents with type 1 diabetes is predicted by glucose fluctuations. *Diabetes.* 2023;72(12):1835–1840. <https://doi.org/10.2337/db23-0063>.
 33. Okuma A., Nakamura T., Katsuno M., Matsushita T. Elucidation of peripheral nerve myelination by bimodal waveform analysis. *J Neurol Sci.* 2022;440:120346. <https://doi.org/10.1016/j.jns.2022.120346>.
 34. Pacaud D., Romanchuk K.G., Virtanen H., Ferdousi M., Nettel-Aguirre A., Mah J.K., Tavakoli M., Zochodne D.W., Malik R.A. Corneal nerve and nerve conduction abnormalities in children with type 1 diabetes. *Pediatr Diabetes.* 2022;23(8):1665–1673. <https://doi.org/10.1111/pedi.13419>.
 35. Parikh C., Patel S., Shah J., Tandon R., Jetha K. Guillain–Barre syndrome following subclinical COVID-19 infection in a child. *J Family Med Prim Care.* 2022;11(6):3333–3335. https://doi.org/10.4103/jfmpc.jfmpc_1407_21.
 36. Paro-Panjan D., Neubauer D. congenital hypotonia: is there an algorithm? *J Child Neurol.* 2004;19(6):439–442. <https://doi.org/10.1177/088307380401900608>.
 37. Pitt M.C. Nerve conduction studies and needle EMG in very small children. *Eur J Paediatr Neurol.* 2012;16(3):285–291. <https://doi.org/10.1016/j.ejpn.2011.07.014>.
 38. Rabben O.K. Sensory nerve conduction studies in children. Age-related changes of conduction velocities. *Neuropediatrics.* 1995;26(01):26–32.
 39. Ray S.T.J., Abdel-Mannan O., Sa M., Fuller C., Wood G.K., Pysden K., Yoong M., McCullagh H., Scott D. et al; CoroNerve study group. Neurological manifestations of SARS-CoV-2 infection in hospitalised children and adolescents in the UK: a prospective national cohort study. *Lancet Child Adolesc Health.* 2021;5(9):631–641. <https://doi.org/10.1016/S2352->

- 4642(21)00193-0. Erratum in: *Lancet Child Adolesc Health*. 2021;5(9):e38. [https://doi.org/10.1016/S2352-4642\(21\)00238-8](https://doi.org/10.1016/S2352-4642(21)00238-8). Erratum in: *Lancet Child Adolesc Health*. 2021;5(12):e46. [https://doi.org/10.1016/S2352-4642\(21\)00331-X](https://doi.org/10.1016/S2352-4642(21)00331-X).
40. Ryan C.S., Conlee E.M., Sharma R., Sorenson E.J., Boon A.J., Laughlin R.S. Nerve conduction normal values for electrodiagnosis in pediatric patients. *Muscle Nerve*. 2019;60(2):155–160. <https://doi.org/10.1002/mus.26499>.
 41. Schiller K., Kofler M., Frühwirth M., Fantur M., Rauchenzauner M. Long-term HbA1c, physical fitness, nerve conduction velocities, and quality of life in children with type 1 diabetes mellitus — a pilot study. *Healthcare (Basel)*. 2020;8(4):384. <https://doi.org/10.3390/healthcare8040384>.
 42. Smith B.W., Chang K.W.C., Yang L.J.S., Spires M.C. Comparative accuracies of electrodiagnostic and imaging studies in neonatal brachial plexus palsy. *J Neurosurg Pediatr*. 2019;23(1):119–124. <https://doi.org/10.3171/2018.7.PEDS18193>.
 43. Van der Looven R., Le Roy L., Tanghe E., van den Broeck C., de Muynck M., Vingerhoets G., Pitt M., Vanderstraeten G. Early electrodiagnosis in the management of neonatal brachial plexus palsy: A systematic review. *Muscle Nerve*. 2020;61(5):557–566. <https://doi.org/10.1002/mus.26762>.
 44. Weiss L.D., Weiss J.M., Silver J.K. Easy EMG e-book: A guide to performing nerve conduction studies and electromyography. Elsevier Health Sciences; 2015. C. vii.

REFERENCES

1. Ababkov V.A., Avakyan G.N., Avdyunina I. A. et al. Neurology: national guidelines. Vol. 1. Moscow: GEOTAR-Media; 2018. 880 p. (In Russian).
2. Abedimova R.A. The role of electroneuromyography in the early diagnosis of diabetic polyneuropathy in children. *Vestnik*. 2010;9(1):97. (In Russian).
3. Egorova A.A., Beresneva V.T., Gladin D.P., Metlyaeva A.V. Electromyographic signs of ambidextria development progress. *Russian Biomedical Research*. 2024;9(4):48–53. (In Russian). <https://doi.org/10.56871/RBR.2024.95.20.008>.
4. Komantsev V.N., Mollaeva K.Yu., Umakhanova Z.R. Clinical and electroneuromyographic algorithm for topical diagnosis of muscle hypotonia syndrome in young children. *Doctor.Ru*. 2020;19(9): 20–26. (In Russian). <https://doi.org/10.31550/1727-2378-2020-19-9-20-26>.
5. Liazhev P.O., Fomina M.Yu., Rakova M.A. Neurophysiological diagnostics of a patient with infantile epileptic encephalopathy and muscle hypotonia. *Forcipe*. 2023;6(Suppl 1):373–374. (In Russian).
6. Liazhev P.O., Fomina M.Yu., Rakova M.A. Dynamics of clinical and electroneuromyographic parameters in a patient with juvenile dermatomyositis during glucocorticosteroid therapy. Proceedings of the VIII National Congress with International Participation “Healthy Children — the Future of the Country”. Saint Petersburg; 2024. P. 127–128. (In Russian).
7. Mazurenko E.S., Ruyatkina L.A., Pakhomov I.A., Chesheva E.V., Gavrilova L.O. Early diagnosis of diabetic distal polyneuropathy using electroneuromyography. *Diabetes Mellitus*. 2019;22(2):141–150. (In Russian). <https://doi.org/10.14341/DM9830>.
8. Petraykina E.E., Laptev D.N., Vorontsova I.G., Demidov N.A., Rya-polova Yu.A. Type 1 diabetes mellitus in children and adolescents of Moscow: data from the Moscow segment of the Federal Diabetes Register for 2015–2020. *Problems of Endocrinology*. 2021;67(6):113–123. (In Russian). <https://doi.org/10.14341/probl12795>.
9. Remnev A.G., Oleinikov A.A. Electroneuromyography: analyzed parameters. *International Journal of Applied and Fundamental Research*. 2013;(10-2):281–282. (In Russian). EDN: RCMTJZ.
10. Ruyatkina L.A., Poltoratskaya E.S., Pakhomov I.A., Ruyatkin D.S., Shchepankevich L.A., Pervuninskaya M.A. Electroneuromyogra-
phy in the diagnosis of early stages of diabetic neuropathy: an invitation to discussion among endocrinologists, neurologists and electrophysiologists. *Medical Council*. 2016;(10):158–164. (In Russian).
11. Ahmed M.I., Iqbal M., Hussain N. A structured approach to the assessment of a floppy neonate. *J Pediatr Neurosci*. 2016;11(1):2–6. <https://doi.org/10.4103/1817-1745.181250>.
12. Akbari M.G. et al. Normal values of nerve conduction studies in children aged 7 days to 14 years referred to electrodiagnosis clinic of Iranian children’s medical center. *Iran J Pediatr*. 2023;33(5):e137205. <https://doi.org/10.5812/ijp-137205>.
13. Botre A., Mishra A., Kadam S. The youngest pediatric Guillain Barre syndrome associated with COVID-19 infection. *Ann Indian Acad Neurol*. 2021;24(5):793–794. https://doi.org/10.4103/aian.AIAN_52_21.
14. Buschbacher R.M., Prahlow N.D. Manual of nerve conduction studies. Demos Medical Publishing, 2006. P. xi.
15. Dunker Ø., Nilsen K.B., Olsen S.E., Åsvold B.O., Bjørgaas M.R.R., Sand T. Which combined nerve conduction study scores are best suited for polyneuropathy in diabetic patients? *Muscle Nerve*. 2022;65(2):171–179. <https://doi.org/10.1002/mus.27445>.
16. Dutta D.J., Woo D.H., Lee P.R., Pajevic S., Bukalo O., Huffman W.C., Wake H., Bassar P.J., Sheikh Bahaei S., Lazarevic V., Smith J.C., Fields R.D. Regulation of myelin structure and conduction velocity by perinodal astrocytes. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2018;115(46):11832–11837. <https://doi.org/10.1073/pnas.1811013115>. Erratum in: *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2019; 116(25):12574. <https://doi.org/10.1073/pnas.1908361116>.
17. Esteves E.A., Guio S.P., de Los Reyes-Guevara C.A., Cantor E., Habeych M.E., Malagón A.L. Reference values of upper extremity nerve conduction studies in a Colombian population. *Clin Neurophysiol Pract*. 2020;5:73–78. <https://doi.org/10.1016/j.cnp.2020.02.001>.
18. Frenzel T., Baum A.K., Krause H., Arens C., Haghikia A., Galazky I. Sensory nerve conduction studies in infants, children and teenagers — An update. *Clin Neurophysiol Pract*. 2024;9:63–68. <https://doi.org/10.1016/j.cnp.2024.01.001>.
19. Ferrante M.A. Neuromuscular electrodiagnosis. *Handb Clin Neurol*. 2023;195:251–270. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-98818-6.00019-4>.

20. Hyllienmark L., Ludvigsson J., Brismar T. Normal values of nerve conduction in children and adolescents. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology/Electromyography and Motor Control*. 1995;97(5):208–214.
21. Javankiani S., Nasrollahizadeh A., Gharib B., Heidari M., Memarian S. The characteristics of Guillain–Barre syndrome in children in pre-COVID-19 and during the COVID-19 pandemic: A cross-sectional study. *Health Sci Rep*. 2023;6(12):e1782. <https://doi.org/10.1002/hsr.2.1782>.
22. Joyal K.M., MacGregor J.V., Hayawi L.M., Webster R.J., McMillan H.J. Not so shocking: electromyography in pediatrics remains feasible and diagnostically useful. *Can J Neurol Sci*. 2022;49(5):696–702. <https://doi.org/10.1017/cjn.2021.196>.
23. Kartheka R., Aghoram R., Faith A.J., Wadwekar V. Cross-sectional study of the relationship between medial plantar nerve conduction studies and severity of diabetic neuropathy. *Ann Indian Acad Neurol*. 2024;27(2):183–187. https://doi.org/10.4103/aiian.aian_828_23.
24. Krøigård T., Gylfadottir S.S., Itani M., Khan K.S., Andersen H., Sindrup S.H., Jensen T.S., Andersen K.V., Tankisi H., Beniczky S., Kristensen A.G. Normative reference values for the dorsal sural nerve derived from a large multicenter cohort. *Clin Neurophysiol Pract*. 2021;6:239–243. <https://doi.org/10.1016/j.cnp.2021.08.001>.
25. Lamberti P.M., Light T.R. Carpal tunnel syndrome in children. *Hand Clin*. 2002;18(2):331–337. [https://doi.org/10.1016/s0749-0712\(01\)00010-5](https://doi.org/10.1016/s0749-0712(01)00010-5).
26. Lee J.H., Kim E., Shim H.S., Kang M.G., Kim K., Lee S.Y., Lee G.J., Lee S.U., Lim J.Y., Chung S.G., Oh B.M. Reference standard of median nerve conduction study in Korea. *Ann Rehabil Med*. 2024;48(4):259–270. <https://doi.org/10.5535/arm.240015>.
27. Lo Y.L., Tan Y.E., Hwang R., Teng P.P.C. Utility of sensory nerve conduction study in radiologically positive lumbosacral plexopathy. *Can J Neurol Sci*. 2024;51(1):134–136. <https://doi.org/10.1017/cjn.2023.31>.
28. Malessy M.J., Pondaag W. Nerve surgery for neonatal brachial plexus palsy. *J Pediatr Rehabil Med*. 2011;4(2):141–148. <https://doi.org/10.3233/PRM-2011-0166>.
29. Monaghan M., Bryant B.L., Inverso H., Moore H.R., Streisand R. Young children with type 1 diabetes: recent advances in behavioral research. *Curr Diab Rep*. 2022;22(6):247–256. <https://doi.org/10.1007/s11892-022-01465-0>.
30. Mondelli M., Aretini A., Ginanneschi F. Electrophysiological study of the tibial nerve across the tarsal tunnel in distal symmetric diabetic polyneuropathy. *Am J Phys Med Rehabil*. 2022;101(2):152–159. <https://doi.org/10.1097/PHM.0000000000001769>.
31. Electrodiagnostic testing in the pediatric patient. *Musculoskeletal Key*. Available at: <https://musculoskeletalkey.com/electrodiagnostic-testing-in-the-pediatric-patient-2/> (accessed: 19.01.2025).
32. Oberhauser S.S., l'Allemand D., Willems E.P., Gozzi T., Heldt K., Eilers M., Stasinaki A., Lüttsch J., Broser P.J. Slowing of peripheral nerve conduction velocity in children and adolescents with type 1 diabetes is predicted by glucose fluctuations. *Diabetes*. 2023;72(12):1835–1840. <https://doi.org/10.2337/db23-0063>.
33. Okuma A., Nakamura T., Katsuno M., Matsushita T. Elucidation of peripheral nerve myelination by bimodal waveform analysis. *J Neurol Sci*. 2022;440:120346. <https://doi.org/10.1016/j.jns.2022.120346>.
34. Pacaud D., Romanchuk K.G., Virtanen H., Ferdousi M., Nettel-Aguirre A., Mah J.K., Tavakoli M., Zochodne D.W., Malik R.A. Corneal nerve and nerve conduction abnormalities in children with type 1 diabetes. *Pediatr Diabetes*. 2022;23(8):1665–1673. <https://doi.org/10.1111/pedi.13419>.
35. Parikh C., Patel S., Shah J., Tandon R., Jetha K. Guillain–Barre syndrome following subclinical COVID-19 infection in a child. *J Family Med Prim Care*. 2022;11(6):3333–3335. https://doi.org/10.4103/jfmpc.jfmpc_1407_21.
36. Paro-Panjan D., Neubauer D. congenital hypotonia: is there an algorithm? *J Child Neurol*. 2004;19(6):439–442. <https://doi.org/10.1177/088307380401900608>.
37. Pitt M.C. Nerve conduction studies and needle EMG in very small children. *Eur J Paediatr Neurol*. 2012;16(3):285–291. <https://doi.org/10.1016/j.ejpn.2011.07.014>.
38. Rabben O.K. Sensory nerve conduction studies in children. Age-related changes of conduction velocities. *Neuropediatrics*. 1995;26(01):26–32.
39. Ray S.T.J., Abdel-Mannan O., Sa M., Fuller C., Wood G.K., Pysden K., Yoong M., McCullagh H., Scott D. et al; CoroNerve study group. Neurological manifestations of SARS-CoV-2 infection in hospitalised children and adolescents in the UK: a prospective national cohort study. *Lancet Child Adolesc Health*. 2021;5(9):631–641. [https://doi.org/10.1016/S2352-4642\(21\)00193-0](https://doi.org/10.1016/S2352-4642(21)00193-0). Erratum in: *Lancet Child Adolesc Health*. 2021;5(9):e38. [https://doi.org/10.1016/S2352-4642\(21\)00238-8](https://doi.org/10.1016/S2352-4642(21)00238-8). Erratum in: *Lancet Child Adolesc Health*. 2021;5(12):e46. [https://doi.org/10.1016/S2352-4642\(21\)00331-X](https://doi.org/10.1016/S2352-4642(21)00331-X).
40. Ryan C.S., Conlee E.M., Sharma R., Sorenson E.J., Boon A.J., Laughlin R.S. Nerve conduction normal values for electrodiagnosis in pediatric patients. *Muscle Nerve*. 2019;60(2):155–160. <https://doi.org/10.1002/mus.26499>.
41. Schiller K., Kofler M., Frühwirth M., Fantur M., Rauchenzauner M. Long-term HbA1c, physical fitness, nerve conduction velocities, and quality of life in children with type 1 diabetes mellitus — a pilot study. *Healthcare (Basel)*. 2020;8(4):384. <https://doi.org/10.3390/healthcare8040384>.
42. Smith B.W., Chang K.W.C., Yang L.J.S., Spires M.C. Comparative accuracies of electrodiagnostic and imaging studies in neonatal brachial plexus palsy. *J Neurosurg Pediatr*. 2019;23(1):119–124. <https://doi.org/10.3171/2018.7.PEDS18193>.
43. Van der Looven R., Le Roy L., Tanghe E., van den Broeck C., de Muynck M., Vingerhoets G., Pitt M., Vanderstraeten G. Early electrodiagnosis in the management of neonatal brachial plexus palsy: A systematic review. *Muscle Nerve*. 2020;61(5):557–566. <https://doi.org/10.1002/mus.26762>.
44. Weiss L.D., Weiss J.M., Silver J.K. Easy EMG e-book: A guide to performing nerve conduction studies and electromyography. Elsevier Health Sciences; 2015. C. vii.

ОБ АВТОРАХ

Павел Олегович Ляжьев, аспирант, отделение функциональной и лучевой диагностики с кабинетами компьютерной томографии, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия; ORCID: 0009-0008-8598-1309; e-Library SPIN: 6378-6184; e-mail: liazhevpavel@gmail.com

* **Мария Юрьевна Фомина**, д-р мед. наук, профессор, кафедра психоневрологии ФП и ДПО, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России; адрес: 194100, Санкт-Петербург, ул. Литовская, д. 2; ORCID: 0009-0002-0537-0660; e-Library SPIN: 2463-2127; e-mail: myfomina@mail.ru

* Автор, ответственный за переписку. / Corresponding author.

AUTHORS' INFO

Pavel Olegovich Liazhev, Postgraduate Student, Department of Functional and Radiation Diagnostics with CT Scans, Saint Petersburg State Pediatric Medical University, Ministry of Health of the Russian Federation, Saint Petersburg, Russia; ORCID: 0009-0008-8598-1309; e-Library SPIN: 6378-6184; e-mail: liazhevpavel@gmail.com

* **Maria Yu. Fomina**, MD, PhD, Dr. Sci. (Med.) Professor, Department of Psychoneurology of the Faculty of Postgraduate and Additional Professional Education, Saint Petersburg State Pediatric Medical University, Ministry of Health of the Russian Federation; address: 2 Litovskaya str., Saint Petersburg, 194100, Russia; ORCID: 0009-0002-0537-0660; e-Library SPIN: 2463-2127; e-mail: myfomina@mail.ru