

ЭЛЕКТРОНЕЙРОМИОГРАФИЯ: СОВРЕМЕННЫЙ ВЗГЛЯД НА ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

А.М. Морозов, Т.В. Сорокикова, Ю.Е. Минакова, М.А. Беляк

Тверской государственный медицинский университет, Тверь

Резюме. *Актуальность.* В настоящее время одним из самых информативных специфических методов диагностики поражения спинного мозга и периферической нервной системы является электронейромиография. Данный комплексный электрофизиологический метод основан на регистрации, анализе и оценке полученных потенциалов, возникающих при работе изучаемых скелетных мышц пациента при прохождении импульсов по периферическим нервным волокнам. Особенностью данного метода является разнообразие получаемых параметров: от характеристик самого вызванного потенциала – его латентный период, форма, амплитуда и длительность, до получения числа функционирующих двигательных единиц мышечного волокна, скорости проведения импульса как двигательной, так и чувствительной иннервации. *Цель:* проанализировать современное представление о возможностях использования метода электронейромиографии в клинической практике. *Материалы и методы.* В ходе настоящего исследования был проведен анализ зарубежной и отечественной литературы последних лет по вопросу возможностей использования метода электронейромиографии во взрослой и детской неврологической практике. *Результаты.* Стремительное развитие электронейромиографии в последние годы даёт возможность использования двух основных направлений: стимуляционной электронейромиографии (ЭНМГ) и игольчатой, которая преимущественно используется в настоящее время за рубежом. ЭНМГ – метод, не требующий инвазивного вмешательства, позволяющий оценить состояние изучаемого нерва на разных участках, дающих понимание о характере поражения нерва, а также о степени его повреждения. На данный момент имеются чёткие показания к применению конкретно этого метода в клинической практике, а именно при полинейропатиях любого генеза, плексопатиях, нейропатиях и невритах любого генеза, невралгиях амиотрофиях, туннельных синдромах, миастениях и остеохондрозах позвоночника с корешковым синдромом. В свою очередь игольная электронейромиография – инвазивный метод, но более точный и высокоинформативный, позволяющий оценить функциональное состояние периферического нейромоторного аппарата. При этом данный метод позволяет выявить заболевание на раннем этапе развития, локализацию патологии, характер и степень активности, а также обозначить степень повреждения мышечного волокна и возможность его дальнейшего восстановления. Рекомендовано использование данного метода в качестве специфической диагностики бокового амиотрофического склероза, спинальной амиотрофии, миотонии, миопатии различного генеза, наследственных мышечных заболеваний, паранеопластических миопатий и так далее. *Заключение.* Возможности применения электронейромиографии в настоящее время продолжают расширяться в связи с популярностью метода в качестве диагностики состояния нервно-мышечной системы за счёт специфичности показателей, возможности диагностирования множества заболеваний на субклинической стадии, простоте отслеживания параметров в динамике, возможности неинвазивного использования и точной оценки эффективности проводимой терапии.

Ключевые слова: электронейромиография, диабетическая полинейропатия, боковой амиотрофический склероз, туннельный синдром, невропатии, спортивная электронейромиография.

Для цитирования: Морозов А.М., Сорокикова Т.В., Минакова Ю.Е., Беляк М.А. Электронейромиография: современный взгляд на возможности применения (обзор литературы). *Вестник медицинского института «РЕАВИЗ». Реабилитация, Врачи и Здоровье.* 2022;12(3):107-116. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2022.3.CLIN.6>



ELECTRONEUROMYOGRAPHY: A MODERN VIEW ON THE POSSIBILITIES OF APPLICATION (LITERATURE REVIEW)

A.M. Morozov, T.V. Sorokovikova, Yu.E. Minakova, M.A. Belyak

Tver State Medical University, Tver

Abstract. *Relevance.* Currently, one of the most informative specific methods for diagnosing damage to the spinal cord and peripheral nervous system is electroneuromyography. This complex electrophysiological method is based on the registration, analysis and evaluation of the obtained potentials that arise during the work of the studied skeletal muscles of the patient during the passage of impulses along the peripheral nerve fibers. A feature of this method is the variety of parameters obtained: from the characteristics of the evoked potential itself – its latent period, shape, amplitude and duration, to obtaining the number of functioning motor units of the muscle fiber, the speed of the impulse of both motor and sensory innervation. *The purpose of study.* To analyze the current understanding of the possibilities of using the electroneuromyography method in clinical practice. *Materials and methods.* In the course of this study, an analysis was made of foreign and domestic literature of recent years on the possibility of using the method of electroneuromyography in adult and pediatric neurological practice. *Results.* The rapid development of electroneuromyography in recent years makes it possible to use two main areas: stimulation electroneuromyography (ENMG) and needle, which is currently mainly used abroad. ENMG is a method that does not require invasive intervention, which allows you to assess the state of the studied nerve in different areas, giving an understanding of the nature of the nerve lesion, as well as the degree of its damage. At the moment, there are clear indications for the use of this particular method in clinical practice, namely for polyneuropathies of any genesis, plexopathies, neuropathies and neuritis of any genesis, neural amyotrophies, tunnel syndromes, myasthenia gravis and osteochondrosis of the spine with radicular syndrome. In turn, needle electroneuromyography is an invasive method, but more accurate and highly informative, allowing to assess the functional state of the peripheral neuromotor apparatus. At the same time, this method allows you to identify the disease at an early stage of development, the localization of the pathology, the nature and degree of activity, as well as to indicate the degree of damage to the muscle fiber and the possibility of its further recovery. It is recommended to use this method as a specific diagnosis of amyotrophic lateral sclerosis, spinal amyotrophy, myotonia, myopathy of various origins, hereditary muscle diseases, paraneoplastic myopathies, and so on. *Conclusion.* The possibilities of using electroneuromyography currently continue to expand due to the popularity of the method as a diagnostic of the state of the neuromuscular system due to the specificity of indicators, the possibility of diagnosing many diseases at the subclinical stage, the ease of monitoring parameters in dynamics, the possibility of non-invasive use and an accurate assessment of the effectiveness of therapy.

Key words: electroneuromyography, diabetic polyneuropathy, amyotrophic lateral sclerosis, tunnel syndrome, neuropathies, sports electroneuromyography.

Cite as: Morozov A.M., Sorokovikova T.V., Minakova Yu.E., Belyak M.A. Electroneuromyography: a modern view on the possibilities of application (literature review). *Bulletin of the Medical Institute "REAVIZ". Rehabilitation, Doctor and Health.* 2022;12(3):107-116. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2022.3.CLIN.6>

Актуальность

Невозможно игнорировать факт возрастания неврологической заболеваемости населения в связи с особенностью образа жизни современного человека, распространенности раннего дебюта сахарного диабета второго типа и увеличения частоты возникновения его осложнений, частоты случаев травматизации в

дорожно-транспортных происшествиях, особенностей постковидного синдрома и других патологических состояний. В настоящее время одним из самых информативных специфических методов диагностики поражения спинного мозга и периферической нервной системы является электронейромиография. Данный комплексный электрофизиологический

метод основан на регистрации, анализе и оценке полученных потенциалов, возникающих при работе изучаемых скелетных мышц пациента при прохождении импульсов по периферическим нервным волокнам. Особенностью данного метода является разнообразие получаемых параметров: от характеристик самого вызванного потенциала – его латентный период, форма, амплитуда и длительность, до получения числа функционирующих двигательных единиц мышечного волокна, скорости проведения импульса как двигательной, так и чувствительной иннервации [1–3].

Цель исследования: проанализировать современное представление о возможностях использования метода электронейромиографии в клинической практике.

Материалы и методы

В ходе настоящего исследования был проведен анализ зарубежной и отечественной литературы последних лет по вопросу возможностей использования метода электронейромиографии во взрослой и детской неврологической практике.

Результаты

Стремительное развитие электронейромиографии в последние годы даёт возможность использования двух основных направлений: стимуляционной электронейромиографии (ЭНМГ) и игольчатой, которая преимущественно используется в настоящее время за рубежом. ЭНМГ – метод, не требующий инвазивного вмешательства, позволяющий оценить состояние изучаемого нерва на разных участках, дающих понимание о характере поражения нерва, а также о степени его повреждения. На данный момент имеются чёткие показания к применению конкретно этого метода в клинической практике, а именно при полинейропатиях любого генеза, плексопатиях, нейропатиях и невритах любого генеза,

невральных амиотрофиях, туннельных синдромах, миастениях и остеохондрозах позвоночника с корешковым синдромом. В свою очередь, игольная электронейромиография – инвазивный метод, но более точный и высокоинформативный, позволяющий оценить функциональное состояние периферического нейромоторного аппарата. При этом данный метод позволяет выявить заболевание на раннем этапе развития, локализацию патологии, характер и степень активности, а также обозначить степень повреждения мышечного волокна и возможность его дальнейшего восстановления. Рекомендовано использование данного метода в качестве специфической диагностики бокового амиотрофического склероза, спинальной амиотрофии, миотонии, миопатии различного генеза, наследственных мышечных заболеваний, паранеопластических миопатий и так далее [4–6].

Электронейромиография, в своём разнообразии и специфичности показателей, имеет ряд недостатков, которые часто обращают на себя внимание в ряде актуальных исследований последних лет, решение которых всё ещё не найдено. Определяющий из них – анатомические особенности пациента, которые значительно влияют на показатели регистрируемых потенциалов. Так, при использовании ЭНМГ у пациента с выраженной подкожной клетчаткой затрудняется поиск нерва, отёки приводят к усложнению получения М-ответа, который отражает работу моторных волокон мышц. Непосредственно анатомическое строение исследуемой мышцы, воспалительный процесс в ней, окружающие её ткани, в том числе и соседние мышцы, – всё это также влияет на полученный результат. Стоит отметить, что методика сравнительно недавно получила популярность и имеется в арсенале не каждого специалиста, при этом точность полученного результата также зависит от навыков самого врача, накладывающего электроды. При регистрации потенциала важно помнить о

возможности получения артефактов при произвольном сокращении мышцы, например, вследствие болезненного импульса, поэтому необходимо предать исследуемому участку наиболее физиологичное положение с минимальным напряжением мышц. Помимо этого, имеется мнение о недостаточной удобности использования, полученных данных – нет четкой стандартизации результатов исследования и каждый случай необходимо рассматривать в отдельном порядке, а также сама структура информации не наглядна, не удобна для интерпретации, что отражено во множестве оригинальных исследований по разработке специализированных программ для установки заключения по проведенному исследованию. Имеются мнения о частом несоответствии тяжести клинической картины заболевания с полученными данными ЭНМГ вследствие всего выше перечисленного [7, 8].

Многими авторами указывается отсутствие четких алгоритмов проведения процедуры ЭНМГ при различных заболеваниях, где применение данного метода рационально или где метод является единственным доказательным. В ходе настоящего исследования были рассмотрены последние исследования в области диагностики неврологических заболеваний взрослых, а также оценки эффективности лечения той или иной патологии; рассмотрены возможности применения электронейромиографии в детской неврологии, а также перспективы использования ЭНМГ в спортивной медицине [9–11].

Ряд исследований в области диабетической полинейропатии доказывают удобство и наглядность диагностики данного осложнения с помощью электронейромиографии в связи с особой сложностью и дороговизной других дополнительных методов исследования. Преимуществами использования ЭНМГ в данном случае является неинвазивность метода, в отличие от, например, биопсии кожи, или большая доступность, в отличие от конфокальной микроскопии роговицы. Также,

использование электронейромиографии может позволить выявить поражение дистальных аксонов на ранних этапах, что не позволяет сделать ни один другой доступный метод. Рассматривая разнообразие патогенетической основы диабетической дистальной полинейропатии, можно сделать вывод об универсальности метода ЭНМГ в качестве первичной диагностики, оценке течения заболевания в динамике и эффективности терапии вследствие возможности получения информации о прогрессировании дистальной дегенеративной аксонопатии при данной патологии. Единичные современные исследования указывают на возможность обнаружения бессимптомной нейропатии на субклинической стадии, но в связи со сложностью подбора исследуемого нерва в данной ситуации, оценить на данный момент возможности метода не представляется возможным, необходимы дальнейшие исследования в этой области и разработка рекомендаций на основании оригинальных исследований [12, 13].

При диагностике бокового амиотрофического склероза (БАС) ЭНМГ является «золотым стандартом» диагностики. Учитывая, что для данного заболевания были установлены и ни раз пересмотрены диагностические критерии, имеется ряд исследований, указывающих на недостатки метода и необходимые точки приложения для дальнейшего исследования. В настоящее время для диагностики БАС используется преимущественно игольчатая электронейромиография, с помощью которой регистрируются и сравниваются импульсы здоровых и пораженных мышц для регистрации аномальной активности в покое. Но фибрилляция мышц может встречаться и при других заболеваниях, а также и у здоровых людей, поэтому важно использование других методов в качестве дифференциальной диагностики. Масса оригинальных исследований приводит показатели, которые являются специфическими при БАС, но учитывая разницу этих пока-

зателей, можно сделать вывод о необходимости проведения исследований с большей выборкой, учете клинико-нейрофизиологической картины различных стадий заболеваний и исследований в динамике [14–16].

ЭНМГ также является стандартом диагностики туннельного синдрома, имеющим чёткие классические признаки. Однако, при этом, только у трети пациентов, имеющих клиническое проявление запястного тоннельного синдрома, стандартная электронейромиография не выявляет отклонений. В связи с этим было предложено использование более чувствительных ЭНМГ-методик для полноценной оценки степени и распространённости поражения срединного нерва, динамики и эффективности лечения. Важно отметить, что в этом случае данные ЭНМГ являются критерием необходимости оперативного вмешательства [17, 18].

Еще одной областью изучения использования ЭНМГ является вибрационная болезнь. Ряд авторов приводит доказательства для рекомендации к использованию ЭНМГ в качестве диагностического критерия, указывая на хроническую дистальную демиелинизирующую патологию периферических нервов вибрационного генеза в основе данной болезни, что можно зарегистрировать с помощью электронейромиографии. В качестве возможных исследуемых нервов приводят срединный, дистальный отдел локтевого и большеберцовый нерв. В настоящее время стандартных критериев ЭНМГ для вибрационной болезни нет, но, как видно из исследований, возможность применения этого метода вполне обоснована [19–21].

Для взрослого населения возможно использование ЭНМГ для оценки эффективности лечения таких патологий, как критическая ишемия нижних конечностей, спастические гемипарезы после инсультов и травм головного мозга, после повреждений полового нерва и тазовых болях, послеоперационное восстановление после удаления опухоли шейного отдела спинного мозга, а также при синдроме

оперированного позвоночника. Функциональное состояние нервного волокна после данных заболеваний в динамике наблюдается с помощью электронейромиографии [22–24].

Актуальной проблемой является диагностика купирования критической ишемии, в особенности нижних конечностей, после проведенной на ней реваскуляризации. Доступные методы диагностики отличаются дороговизной и малой информативностью, что побуждает искать новые и более эффективные варианты диагностики. Среди них в ряде исследований приводят электронейромиографию, проводимую для информативности и сравнения до операции и после. Было доказано, что скорости распространения возбуждения по двигательным волокнам нервов нижних конечностей специфически изменяются до и после оперативного вмешательства, что обуславливает использование данного метода в качестве критерия эффективности лечения вместе с ультразвуковым исследованием и транскутанной оксиметрией [25–27].

Электронейромиография может быть использована в качестве нейрофизиологического контроля для прогнозирования радикальности удаления опухоли спинного мозга и анализа неврологического статуса уже в послеоперационном периоде. Использование магнитно-резонансной томографии (МРТ) в качестве анализа динамики нарушений спинномозговых структур крайне дорогостояще, поэтому имеются рекомендации в сочетании применения усовершенствованных методов МРТ и ЭНМГ исследований для оптимизации лечебной тактики [28–30].

Использование метода ЭНМГ в детской практике на данный момент крайне ограничено, хотя в последние пять лет исследований в этом направлении становится всё больше. Это связано в первую очередь с особенностями анатомического строения мускулатуры детей, обменных процессов и нервной ткани ребенка, их отличия от тех же структур у

взрослых. Имеются исследования, доказывающие возможность и рекомендацию к использованию стимуляционной и игольчатой электронейромиографии для диагностики нейромышечных расстройств у детей как при врожденных патологиях ортопедической патологии, так и при приобретенных. Рекомендуется использование данного метода в комплексе – и сенсорную, и игольчатую [31–33].

Помимо этого, имеются исследования в области диагностики невропатии лицевого нерва у детей. В связи с отсутствием знания об этиологии данной патологии, подбор диагностического метода и лечения в настоящее время представляет трудности. ЭНМГ на данный момент считается «золотым стандартом», позволяющим установить стадию заболевания, тяжесть состояния ребенка и оценить эффективность проводимой терапии на основании анализа сохранности моторных и сенсорных нервов. Исследователями рекомендуется использование метода в комплексе различных его вариаций, в виде анализа мигательного рефлекса, изучения потенциалов мимических мышц, периода молчания и энергии [34].

Также имеются немногочисленные исследования по использованию ЭНМГ для диагностики нейроинфекций у детей. Эффективность данного анализа объясняют также наличием различных методов диагностики ЭНМГ. Рациональность использования данного метода доказывают наличием специфических показателей нервной проводимости и возбудимости в период острых заболеваний нейроинфекцией у детей, возможность неинвазивного метода диагностики и оценки течения заболевания, доступность метода и информативность в 54 % случаев. Всё это указывает на необходимость дальнейшего изучения данного метода диагностики в аспекте детской заболеваемости нейроинфекцией [35, 36].

В качестве отдельного направления использования ЭНМГ приводятся исследования в области спортивной электронейромиографии. Активное использование ЭНМГ в спорте обусловлено возможностью определить параметры биоэлектрической активности мышц и периферических нервов спортсменов, сравнить их с обычными здоровыми людьми, изучить как в покое, так и при выполнении конкретных упражнений. Электронейромиография является единственным объективным методом исследования функциональных возможностей нервно-мышечной системы с целью повышения эффективности и контроля подготовки спортсменов к соревнованиям [25, 26].

Заключение

Возможности применения электронейромиографии в настоящее время продолжают расширяться в связи с популярностью метода в качестве диагностики состояния нервно-мышечной системы за счёт специфичности показателей, возможности диагностирования множества заболеваний на субклинической стадии, простоте отслеживания параметров в динамике, возможности неинвазивного использования и точной оценки эффективности проводимой терапии. Применение ЭНМГ возможно, как во взрослой практике, так и при заболеваниях у детей, при патологиях наследственного и приобретенного характера, травматического, вибрационного генеза, при сахарном диабете, при невритах, туннельном синдроме и других патологиях периферической нервной системы и нейронов спинного мозга. Использование электронейромиографии может позволить в динамике проследить течение заболевания и эффективность проводимого лечения после инсультов, ишемии, травм и оперативного вмешательства.

Литература/References

- 1 Ratasvuori M., Sormaala M., Kinnunen A., Lindfors N. Ultrasonography for the diagnosis of carpal tunnel syndrome: correlation of clinical symptoms, cross-sectional areas and electroneuromyography. *J. Hand. Surg. Eur.* 2021;23:8. <https://doi.org/10.1177/17531934211059808>
- 2 Шейко Г.Е., Кудыкин М.Н., Белова А.Н., Лоскутова Н.В., Дерябин Р.А., Васягин А.Н., Целоусова Л.М. Электронеуромиография как метод оценки купирования критической ишемии. *Амурский медицинский журнал.* 2018;3(23):92-93. [Sheiko G.E., Kudykin M.N., Belova A.N., Loskutova N.V., Deryabin R.A., Vasyagin A.N., Tselousova L.M. Electroneuromyography as a method for evaluating the relief of critical ischemia. *Amur Medical Journal.* 2018;3(23):92-93. (In Russ)] URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/elektroneyromiografiya-kak-metod-otsenki-kupirovaniya-kriticheskoy-ishemii> (дата обращения: 26.01.2022).
- 3 Саидов С.С., Адылова Р.О., Юлдашев Р.М., Джуманов К.Н., Норов А., Мирзабаев М.Д. Электронеуромиография при повторных операциях у больных с поясничным остеохондрозом. *Вестник экстренной медицины.* 2019;3:43-45. [Saidov S.S., Adylova R.O., Yuldashev R.M., Dzhumanov K.N., Norov A., Mirzabaev M.D. Electroneuromyography during repeated operations in patients with lumbar osteochondrosis. *Bulletin of emergency medicine.* 2019;3:43-45. (In Russ)] URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/elektroneyromiografiya-pri-povtornyh-operatsiyah-u-bolnyh-s-poyasnichnym-osteochondrozom-1> (дата обращения: 26.01.2022).
- 4 Исмаилова Р.О. Юлдашев Р.М. Электронеуромиография в диагностике и тактике лечения больных с опухолью шейного отдела спинного мозга. *Журнал теоретической и клинической медицины.* 2020;1:44-49. [Ismailova R.O. Yuldashev R.M. Electroneuromyography in the diagnosis and treatment of patients with tumors of the cervical spinal cord. *Journal of Theoretical and Clinical Medicine.* 2020;1:44-49. (In Russ)].
- 5 Склярченко О.В., Кошкарёва З.В., Ипполитова Е.Г., Животенко А.П., Сорокинов В.А., Дамдинов Б.Б., Верховина Т.К. Электронеуромиография в диагностике неврологических нарушений при остеохондрозе шейного отдела позвоночника: Методические рекомендации по применению новой медицинской технологии. *Иркутск : ИНЦХТ,* 2019. 16 с. [Sklyarenko O.V., Koshkareva Z.V., Ippolitova E.G., Zhivotenko A.P., Sorokovikov V.A., Damdinov B.B., Verkhovina T.K. Electroneuromyography in the diagnosis of neurological disorders in osteochondrosis of the cervical spine: Guidelines for the use of new medical technology. Irkutsk: INTSKhT, 2019. 16 p. (In Russ)].
- 6 Turgut Coban D, Cakir T, Erol MK, Dogan G, Dogan B, Bilgilişoy Filiz M, Toraman NF. Electroneuromyographic findings in pseudoexfoliation syndrome. *Int Ophthalmol.* 2018;38(2):705-712. <https://doi.org/10.1007/s10792-017-0520-8>
- 7 Шейко Г.Е., Кудыкин М.Н., Белова А.Н., Лоскутова Н.В., Дерябин Р.А., Кузнецов А.Н., Целоусова Л.М. Электронеуромиография, как новый способ оценки эффективности реваскуляризации. *Вестник Национального медико-хирургического Центра им. Н. И. Пирогова.* 2018;1:116-120. [Sheiko G.E., Kudykin M.N., Belova A.N., Loskutova N.V., Deryabin R.A., Kuznetsov A.N., Tselousova L.M. Electroneuromyography as a new way to assess the effectiveness of revascularization. *Bulletin of the National Medical and Surgical Center. N. I. Pirogov.* 2018;1:116-120. (In Russ)] URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/elektroneyromiografiya-kak-novyy-sposob-otsenki-effektivnosti-revaskulyarizatsii> (дата обращения: 26.01.2022).
- 8 Джурабекова А.Т., Игамова С.С., Шомуродова Д.С. Электронеуромиография у детей с нейропатией лицевого нерва. *Academic research in educational sciences.* 2021;3:1212-1216. [Dzhurabekova A.T., Igamova S.S., Shomuradova D.S. Electroneuromyography in children with neuropathy of the facial nerve. *Academic research in educational sciences.* 2021;3:1212-1216. (In Russ)] URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/elektroneyromiografiya-u-detey-s-neuropatiey-litsevogo-nerva> (дата обращения: 26.01.2022).
- 9 Фоменко О.Ю., Мартынов М.Ю., Древалъ О.Н., Кашников В.Н., Чагава Д.А., Гулый В.В., Фоменко Е.С. и др. Стимуляционная электронеуромиография в диагностике нейрогенных нарушений функции мышц тазового дна. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова.* 2021;4(121):48-56. [Fomenko O.Yu., Martynov M.Yu., Dreval O.N., Kashnikov V.N., Chagava D.A., Guly V.V., Fomenko E.S. et al. Stimulation electroneuromyography in the diagnosis of neurogenic disorders of the pelvic floor muscles. *Journal of Neurology and Psychiatry. C.C. Korsakov.* 2021;4(121): 48-56. (In Russ)]. <https://doi.org/10.17116/jnevro202112104148>

- 10 Чак Т. А. Диабетическая дистальная полинейропатия: перспективы инструментальной диагностики. *Здравоохранение (Минск)*. 2021;7(892):28-34. [Chak T. A. Diabetic distal polyneuropathy: perspectives of instrumental diagnostics. *Healthcare (Minsk)*. 2021;7(892):28-34. (In Russ)].
- 11 Орлецкий А.К., Тимченко Д.О., Гордеев Н. А., Крылов С.В. Лечение нейропатии надлопаточного нерва. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2020; 3 (27):27-31. [Orletsky A.K., Timchenko D.O., Gordeev N.A., Krylov S.V. Treatment of neuropathy of the suprascapular nerve. *Bulletin of Traumatology and Orthopedics im. N.N. Priorov*. 2020;3 (27):27-31. (In Russ)]. <https://doi.org/10.17816/vto202027327-31>
- 12 Pegat A., Bouhour F., Mouzat K., Vial C., Pegat B., Leblanc P., Broussolle E., Millecamps S., Lumbroso S., Bernard E. Electrophysiological Characterization of C9ORF72-Associated Amyotrophic Lateral Sclerosis: A Retrospective Study. *Eur Neurol*. 2019;82(4-6):106-112. <https://doi.org/10.1159/000505777>
- 13 Bouattour N., Hdiji O., Sakka S., Fakhfakh E., Moalla K., Daoud S., Farhat N., Damak M., Mhiri C. Guillain-Barré syndrome following the first dose of Pfizer-BioNTech COVID-19 vaccine: case report and review of reported cases. *Neurol Sci*. 2022 Feb;43(2):755-761. <https://doi.org/10.1007/s10072-021-05733-x>
- 14 Мазуренко Е.В., Ильясевич И.А., Хомушко И.С. Сошникова Е.В., Мазуренко А.Н. Синдром запястного канала у пациентов с вертеброгенной патологией шейного отдела позвоночника. *Медицинские новости*. 2021;5(320):48-50. [Mazurenko E.V., Ilyasevich I.A., Khomushko I.S., Soshnikova E.V., Mazurenko A.N. Carpal tunnel syndrome in patients with vertebrogenic pathology of the cervical spine. *Medical news*. 2021;5(320):48-50. (In Russ)].
- 15 Павлова О.И., Фомина М.Ю., Козырева С.Г. Миастенический синдром Ламберта Итона. Клиническое наблюдение. *Children's Medicine of the North-West*. 2021;1(9):274. [Pavlova O.I., Fomina M.Yu., Kozyreva S.G. Myasthenic syndrome of Lambert Eaton. clinical observation. *Children's Medicine of the North West*. 2021;1(9):274. (In Russ)].
- 16 Клименчук В.И., Очинский Д.Ю. Динамический электрофизиологический контроль в диагностике и лечении периферических невропатий. *Вестник неврологии, психиатрии и нейрохирургии*. 2018;12:50-55. [Klimenchuk V.I., Ochinsky D.Yu. Dynamic electrophysiological control in the diagnosis and treatment of peripheral neuropathies. *Bulletin of neurology, psychiatry and neurosurgery*. 2018;12:50-55. (In Russ)].
- 17 Куташова Л. А. Боковой амиотрофический склероз: ключи к диагностике. *Вселенная мозга*. 2021;2(9):21-24. [Kutashova L.A. Amyotrophic lateral sclerosis: diagnostic clues. *Universe of the brain*. 2021;2(9):21-24. (In Russ)].
- 18 Островский В.В., Коршунова Г.А., Бажанов С.П., Чехонацкий А.А., Толкачев В.С. Электрофизиологические паттерны седалищного нерва у пациентов с деформирующим артрозом тазобедренных суставов. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2021;2(28):47-54. [Ostrovsky V.V., Korshunova G.A., Bazhanov S.P., Chekhonatsky A.A., Tolkachev V.S. Electrophysiological patterns of the sciatic nerve in patients with deforming arthrosis of the hip joints. *Bulletin of Traumatology and Orthopedics. N.N. Priorov*. 2021;2(28):47-54. (In Russ)]. <https://doi.org/10.17816/vto71476>
- 19 Вылугина И.Э. Комплексная оценка функционального состояния конечности после повреждения нервного ствола в эксперименте. *Innova*. 2020;4(21):6-7. [Ylugina I.E. Comprehensive assessment of the functional state of the limb after injury to the nerve trunk in the experiment. *Innova*. 2020;4(21):6-7. (In Russ)].
- 20 Ling T., Liu L., Song Y., Zhou S., Zhou C. Neurological impairment in a patient with concurrent cervical disc herniation and POEMS syndrome. *Eur Spine J*. 2019;28(2):51-55. <https://doi.org/10.1007/s00586-019-05914-5>
- 21 Masingue M., Adanyeguh I., Tchikviladze M., Maisonobe T., Jardel C., Galanaud D., Mochel F. Quantitative neuroimaging biomarkers in a series of 20 adult patients with POLG mutations. *Mitochondrion*. 2019;45:22-28. <https://doi.org/10.1016/j.mito.2018.02.001>
- 22 De Oliveira Ferro J.K., Lemos A., de Santana Chagas A.C., de Moraes A.A., de Moura Filho A.G., de Oliveira D.A. Techniques for registration of myoelectric activity of women's pelvic floor muscles: a scoping review protocol. *JBI Evid Synth*. 2021;19(3):727-733. <https://doi.org/10.11124/JBIES-20-00159>
- 23 Шамаков В.А., Берестнева О.Г., Губин Е.И. Разработка информационной технологии анализа данных электронейромиографических исследований. *Математические методы в технике и технологиях*. 2019;3:143-146. [Shamakov V.A., Berestneva O.G., Gubin E.I. Development of information technology for data analysis of electroneuromyographic studies. *Mathematical methods in engineering and technology*. 2019;3:143-146. (In Russ)].

- 24 Abenza-Abildúa M.J., Ramírez-Prieto M.T., Moreno-Zabaleta R., Arenas-Valls N., Salvador-Maya M.A., Algarra-Lucas C., Rojo Moreno-Arrones B., Sánchez-Cordón B., Ojeda-Ruiz de Luna J., Jimeno-Montero C., Navacerada-Barrero F.J., Borrue-Fernández C., Malmierca-Corral E., Ruiz-Seco P., González-Ruano P., Palmí-Cortés I., Fernández-Travieso J., Mata-Álvarez de Santullano M., Almarcha-Menargues M.L., Gutierrez-Gutierrez G., Palacios-Castaño J.A., Alonso-Esteban R., Gonzalo-García N., Pérez-López C. Neurological complications in critical patients with COVID-19. *Neurologia (Engl Ed)*. 2020;35(9):621-627. <https://doi.org/10.1016/j.nrl.2020.07.014>
- 25 Корягина Ю.В., Рогулева Л.Г. Применение электронейромиографии в спортивной медицине. *Современные вопросы биомедицины*. 2018;1(2):31-43. [Koryagina Yu.V., Roguleva L.G. The use of electroneuromyography in sports medicine. *Modern issues of biomedicine*. 2018;1(2):31-43. (In Russ)]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-elektroneyromiografii-v-sportivnoy-meditsine> (дата обращения: 26.01.2022).
- 26 Ворошин И.Н., Красноперова Т.В., Киселева Е.А. Обоснование использования неинвазивных методов оценки функциональной подготовленности в паралимпийских скоростно-силовых дисциплинах легкой атлетики. *Адаптивная физическая культура*. 2018;1(73):32-33. [Voroshin I.N., Krasnoperova T.V., Kiseleva E.A. Substantiation of the use of non-invasive methods for assessing functional readiness in the Paralympic speed-strength disciplines of athletics. *Adaptive physical culture*. 2018;1(73):32-33. (In Russ)].
- 27 Filimonova T., Karakulova Y. Tropomyosin receptor kinase B-mediated signaling in integration of neuropathic pain and obesity in diabetic polyneuropathy. *Einstein (Sao Paulo)*. 2021;27:19:eAO6256. https://doi.org/10.31744/einstein_journal/2021AO6256
- 28 Нганкам Л., Румянцева Г.Н., Горнаева Л.С. Особенности оперативного лечения при посттравматической нейропатии периферической нервной системы. *Детская хирургия*. 2019;1S3(23):45. [Ngankam L., Rumyantseva G.N., Gornaeva L.S. Features of surgical treatment for post-traumatic neuropathy of the peripheral nervous system. *Children's surgery*. 2019;1S3(23):45. (In Russ)].
- 29 Todisco V., Cirillo G., Capuano R., d'Ambrosio A., Tedeschi G., Gallo A. Stimulated single-fiber electromyography (sSFEMG) in Lambert-Eaton syndrome. *Clin Neurophysiol Pract*. 2018;13(3):148-150. <https://doi.org/10.1016/j.cnp.2018.07.001>
- 30 Cunha T.A.L., Oliveira O.M., Ribeiro M.B. Phalen test positivation time and its correlation with electroneuromyography. *Acta Ortop Bras*. 2020;28(3):114-116. <https://doi.org/10.1590/1413-785220202803225744>
- 31 Bouchal S., Midaoui A.E., Berrada K., Zahra A.F., Aradoini N., Harzy T., Belahsen M.F. Comparaison des données de l'échographie par rapport à l'électroneuromyogramme dans le diagnostic de syndrome de canal carpien. *Pan Afr Med J*. 2019; 25(34):50. [Comparing data from ultrasound with electroneuromyography in the diagnosis of carpal tunnel syndrome. *Pan Afr Med J*. 2019; 25(34):50. (In French.)]. <https://doi.org/10.11604/pamj.2019.34.50.7772>
- 32 Paiva Filho H.R., Reis A.T.R., Matos G.A., Paiva V.G.N., Oliveira E.F., Rocha M.A. Electrodiagnostic Testing Characteristics of Diabetic People with Carpal Tunnel Syndrome. *Rev Bras Ortop (Sao Paulo)*. 2021;56(3):356-359. <https://doi.org/10.1055/s-0040-1721841>
- 33 Somensi D.N., Teixeira R.K.C., Feijó D.H., Loureiro K.D., Valente A.L., Carvalho L.T.F., Calvo F.C., Santos D.R.D., Barros R.S.M. Does the type of electrode affect the electromyoneurographic parameters in rats? *Acta Cir Bras*. 2019;34(3):e201900304. <https://doi.org/10.1590/s0102-865020190030000004>
- 34 Lazaro R.P., Butt K.. Femoral mononeuropathy in Lyme disease: a case report. *Int Med Case Rep J*. 2019;12:243-247. <https://doi.org/10.2147/IMCRJ.S207889>
- 35 Paiva Filho H.R., Elias B.A.B., Salomão Junior M.S.B., Paiva V.G.N., Oliveira E.F., Rocha M.A. Is there an association between electroneuromyography and ultrasound in the diagnosis of carpal tunnel syndrome? *Rev Bras Ortop (Sao Paulo)*. 2021;56(1):69-73. <https://doi.org/10.1055/s-0040-1713390>
- 36 Demiryurek B.E., Aksoy Gündoğdu A. Prevalence of carpal tunnel syndrome and its correlation with pain amongst female hairdressers. *Int J Occup Med Environ Health*. 2018;31(3):333-339. <https://doi.org/10.13075/ijomeh.1896.01068>

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Competing interests. The authors declare no competing interests.

Финансирование. Исследование проводилось без спонсорской поддержки.

Funding. This research received no external funding.

Авторская справка

Морозов Артем

Михайлович

кандидат медицинских наук, доцент кафедры общей хирургии, Тверской государственного медицинского университета, Тверь, Россия
ORCID 0000-0003-4213-5379, SPIN-код 6815-9332
Вклад в статью 30 % – разработка концепции работы, постановка задач исследования

Сорокикина

Татьяна Викторовна

кандидат медицинских наук, доцент кафедры неврологии, реабилитации и нейрохирургии, Тверской государственного медицинского университета, Тверь, Россия
ORCID 0000-0002-6443-0793, SPIN-код 5501-2061
Вклад в статью 30 % – обзор современной литературы, подготовка заключения

Минакова Юлия

Евгеньевна

студентка лечебного факультета, Тверской государственного медицинского университета, Тверь, Россия
ORCID 0000-0001-5816-1681, SPIN-код 9524-1617
Вклад в статью 20 % – работа с источниками литературы, подготовка текста работы

Беляк Мария

Александровна

студентка 4 курса лечебного факультета, Тверской государственного медицинского университета, Тверь, Россия
ORCID 0000-0001-6125-7676, SPIN-код 5449-65802
Вклад в статью 20 % – работа с источниками литературы, подготовка текста работы

Статья поступила 29.01.2022

Одобрена после рецензирования 12.03.2022

Принята в печать 10.05.2022

Received January, 29th 2022

Approved after reviewing March, 12th 2022

Accepted for publication May, 10th 2022