

Сравнительный анализ результатов ультразвукового и электрофизиологического исследований при легкой степени невропатии локтевого нерва на уровне локтя

Ю.В. Фадеева¹, А.Н. Тимонин^{2,3}, Н.С. Носенко¹, М.В. Синкин⁴

¹ ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий ФМБА России», Академия постдипломного образования ФГБУ ФНКЦ ФМБА России, г. Москва, Россия

² ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии», г. Москва, Россия

³ Физический институт РАН (ФИАН), г. Москва, Россия

⁴ ГБУЗ «Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В. Склифосовского ДЗМ», г. Москва, Россия

РЕЗЮМЕ

Введение. Электрофизиологическое исследование является основной составляющей инструментальной диагностики невропатии локтевого нерва на уровне локтя (НЛНЛ). В последние годы возрастающее значение приобретает ультразвуковое исследование нервов с возможностью определения области компрессии, динамического исследования и оценки окружающих нерв структур. **Цель исследования.** Сравнить результаты электронейромиографии (ЭНМГ) и УЗИ у пациентов с клиническими признаками НЛНЛ. **Материалы и методы.** Проанализированы данные ЭНМГ и УЗИ локтевого нерва у 93 пациентов с клиническими признаками НЛНЛ легкой (86 человек) и средней (7 человек) степени тяжести по МакГоуэн. Проведено исследование сенсорного и моторного проведения по локтевому нерву с двух сторон, УЗИ локтевого нерва на всем протяжении с оценкой площади поперечного сечения (ППС) и динамическое исследование на предмет нестабильности. **Результаты.** Электрофизиологические изменения, соответствующие НЛНЛ, выявлены у 48 (51,5%) обследованных пациентов, ультразвуковые изменения у 50 (54%). Группы с положительным и отрицательными результатами ЭНМГ и УЗИ не отличались по основным антропометрическим характеристикам пациентов и продолжительности заболевания. При поражении локтевого нерва слева результаты ЭНМГ и УЗИ чаще положительны; наличие *m. anconeus epitrochlearis* в позадинадмышечковой борозде чаще сопровождается отрицательными результатами ЭНМГ. Для ППС локтевого нерва характерна обратная корреляционная связь с амплитудой сенсорного ответа локтевого нерва, СРВМ на уровне локтевого сустава и амплитудой М-волны с мышцы, отводящей мизинец. Максимальная ППС локтевого нерва на уровне локтевого сустава отличается у пациентов с различной тяжестью НЛНЛ ($p = 0,0001$). **Выводы.** В исследуемой группе, характеризовавшейся преобладанием пациентов с легкой степенью тяжести синдрома кубитального канала, результаты ЭНМГ и УЗИ обладают значительной согласованностью. Выявленные межфакторные взаимодействия указывают на необходимость комплексного подхода к диагностике поражений локтевого нерва с учетом латерализации процесса и особенностей анатомии.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: мононевропатия локтевого нерва, невропатия локтевого нерва на уровне локтя, ультразвуковое исследование периферических нервов, электронейромиография.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Comparative analysis of ultrasound and electrophysiological studies in mild ulnar neuropathy at the elbow

Y.V. Fadeeva¹, A.N. Timonin^{2,3}, N.S. Nosenko¹, M.V. Sinkin⁴

¹ Federal Scientific and Clinical Center for Specialized Medical Assistance and Medical Technologies of the Federal Medical Biological Agency, Department of Clinical Physiology and Functional Diagnostics of the Academy of Postgraduate Education, Moscow, Russia

² Federal Research Centre of Nutrition, Biotechnology and Food Safety, Moscow, Russia

³ Lebedev Physical Institute, Moscow, Russia

⁴ N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine, Moscow, Russia

SUMMARY

Introduction. Nerve conduction study (NCS) is the main component of instrumental diagnostics of ulnar neuropathy at the elbow (UNE). In recent years, ultrasound (US) examination has become increasingly important, allowing the identification of the site of compression, dynamic examination, and assessment of the structures surrounding the nerve. **Aim.** To compare the results of NCS and US in patients with clinical signs of UNE. **Materials and methods.** The NCS and US data were analyzed in 93 patients with clinical signs of mild (86 patients) and moderate (7 patients) UNE. Standard NCS studies and US of the ulnar nerve were analyzed. **Results.** Electrophysiological changes corresponding to UNE were detected in 48 (51.5%) examined patients, ultrasound changes in 50 (54%). The groups with positive and negative NCS and US results did not differ in the main anthropometric characteristics and disease duration. When the left ulnar nerve is involved, nerve conduction study and ultrasound are often positive; the presence of *m. anconeus epitrochlearis* in the retroepicondylar groove is often accompanied by negative nerve conduction study results. The ulnar nerve CSA is characterized by an inverse correlation with the amplitude of the ulnar nerve sensory response, motor nerve conduction velocity at the elbow and compound muscle action potential amplitude recorded from abductor digiti minimi muscle. The maximum ulnar nerve CSA at the elbow differs in patients with different UNE severity ($p = 0,0001$). **Conclusions.** In the group of patients, which was characterized by a predominance of patients with mild cubital tunnel syndrome, NCS and ultrasound results are highly consistent. The identified factorial interactions indicate the need for a comprehensive approach to diagnosing ulnar nerve lesions, taking into account the lateralization of the process and the specific anatomical features.

KEYWORDS: ulnar neuropathy at the elbow, cubital tunnel, UNE, electrodiagnostic, electromyography, ultrasound.

CONFLICT OF INTEREST. The authors declare that they have no conflicts of interest.

Введение

Невропатия локтевого нерва на уровне локтя (НЛНЛ) занимает второе место по распространенности среди всех мононевропатий [1]. В отличие от других компрессионных невропатий, для НЛНЛ характерна высокая гетерогенность механизмов повреждения нерва и природы компримирующих факторов [2]. По мнению S. Podnar, фокальные невропатии, вызванные механическим воздействием, могут быть либо следствием однократного или повторяющегося влияния внешней силы, вызывающей сдавление нерва между внешним объектом и подлежащей костью, либо следствием непрерывного ущемления нерва внутренними структурами, такими как утолщенные связки и фасции. Большинство невропатий первой группы лечатся консервативно, главным образом путем придания конечности правильного положения, в то время как вторая группа часто требует хирургического пересечения компримирующих структур. При НЛНЛ на ограниченной анатомической территории возможно возникновение невропатий обеих групп, при этом до 80% приходится на внешнюю компрессию нерва [3]. Повреждения, вызванные внешним сдавлением, обычно находятся на уровне медиального надмыщелка плечевой кости или на 2 см проксимальнее и являются преимущественно демиелинизирующими, в то время как невропатии вследствие компрессии на уровне плечелоктевой аркады обычно локализованы на 2–3 см дистальнее надмыщелка и являются преимущественно аксональными [4].

Клиническая картина НЛНЛ складывается из нарушений чувствительности в зоне иннервации локтевого нерва и слабости мышц, иннервируемых локтевым нервом. Диагностика НЛНЛ основана на клинических данных и подтверждается результатами электронейромиографии (ЭНМГ) и ультразвукового исследования (УЗИ) [1, 5]. Длительное время ЭНМГ была основным инструментальным методом диагностики туннельных невропатий. Однако в отличие от синдрома запястного канала, при котором чувствительность ЭНМГ превышает 85% [6], чувствительность ЭНМГ при НЛНЛ варьирует в пределах 38–89%, электрофизиологические методики не всегда позволяют локализовать поражение и не дают информацию, которая могла бы помочь в выборе тактики лечения [7]. Возможность визуализации нерва и окружающих тканей, проведения динамических исследований, в последние годы – оценки жесткости и микроциркуляции при относительной доступности объясняют растущую популярность УЗИ в исследовании периферических нервов. Чувствительность УЗИ в диагностике НЛНЛ составляет 64–81% [8], оно может ло-

кализовать процесс и определить его этиологию [9, 10]. Представляет интерес сопоставление результатов двух методов исследования у различных групп пациентов, определение особенностей клинических случаев с наличием признаков фокальной компрессии нерва на УЗИ в сочетании с нормальной электрофизиологической картиной и наоборот.

Цель исследования: сравнить результаты ЭНМГ и УЗИ у пациентов с клиническими признаками НЛНЛ.

Материалы и методы

Ретроспективно проанализированы данные ЭНМГ и УЗИ локтевого нерва у 93 пациентов (от 22 до 65 лет, средний возраст 43 ± 10 лет, 35 мужчин, 58 женщин) с клиническими признаками НЛНЛ легкой (86 человек) и средней (7 человек) степени тяжести по МакГоуэн, где легкая степень соответствует минимальным изменениям без объективных признаков мышечной слабости, средняя степень умеренному парезу мелких мышц кисти, иннервируемых локтевым нервом, и тяжелые изменения выраженной слабости одной или более мышц [11]. В исследование не включались пациенты с травмами и оперативными вмешательствами на верхней конечности в анамнезе, клиническими признаками полинейропатии, радикулопатии C8-Th1, поражения плечевого сплетения. Моторное и сенсорное проведение по локтевому нерву с двух сторон исследовано в соответствии с базовой методикой [12] на электронейромиографе Нейро-МВП-4 (Нейрософт, Иваново). Температура верхней конечности составляла не менее 32 °С, рука находилась в положении умеренного сгибания в локтевом суставе. Моторное проведение исследовалось при регистрации с мышцей, отводящей мизинец. В качестве электрофизиологических критериев НЛНЛ использовались критерии Американской ассоциации электродиагностической медицины (ААЕМ): снижение абсолютных значений скорости распространения возбуждения по двигательным волокнам (СРВм) на уровне локтевого сустава менее 50 м/с, снижение СРВм на уровне локтевого сустава более чем на 10 м/с по сравнению с предплечьем, снижение амплитуды М-волны на уровне локтевого сустава на 20% и более при условии отсутствия аномалий иннервации [13]. При двустороннем НЛНЛ анализировались данные наиболее пораженной стороны, с целью исключения генерализованного невралного поражения исследовалось сенсорное и моторное проведение по срединному нерву.

Выраженность электрофизиологических изменений оценивалась по шкале Padua et al (таблица 1) [14].

Таблица 1
Классификация нейрофизиологических изменений при НЛНЛ по степени тяжести

Степень тяжести	Результаты исследования сенсорного и моторного проведения по локтевому нерву
Негативная НЛНЛ	Нормальные результаты всех методик исследования
Легкая степень	Снижение СРВм на уровне локтевого сустава при нормальной амплитуде сенсорного потенциала
Умеренная степень	Снижение СРВм на уровне локтевого сустава в сочетании со снижением амплитуды сенсорного потенциала
Тяжелая степень	Снижение СРВм на уровне локтевого сустава в сочетании отсутствием сенсорного потенциала
Крайняя степень	Отсутствие М-волны с m. abductor digiti minimi (и сенсорного потенциала)

Ультразвуковое исследование проведено на сканерах Philips Lumify (Koninklijke Philips N.V.) и HD-7 (Philips, Нидерланды) с использованием линейных датчиков в диапазоне частот 4–12 МГц и 3–12 МГц, соответственно, в серошкальном режиме в поперечной и продольной плоскостях. В поперечной плоскости локтевой нерв исследовался на всем протяжении от подмышечной впадины до запястья; исследование на уровне локтевого сустава проводилось в положении полного разгибания и при выполнении динамической пробы со сгибанием в локтевом суставе. Площадь поперечного сечения (ППС) нерва измерялась методом ручной трассировки кнутри от гиперэхогенного эпинеурия на уровне середины плеча, в области максимального увеличения на уровне локтевого сустава, середины предплечья, запястья. При увеличении ППС на уровне локтевого сустава более 10 мм² результаты ультразвукового исследования считались положительными [15]. Смещение локтевого нерва на верхушку медиального надмыщелка плечевой кости или через нее при выполнении функционального исследования (подвывих и вывих, соответственно) рассматривались как нестабильность нерва. При разогнутой в локтевом суставе руке в позадинадмыщелковой борозде оценивалось наличие локтевой эпитрохлеарной мышцы, m. anconeus epitrochlearis (АЕ) (рисунок 1).

Статистическая обработка проведена при помощи программы Microsoft Excel. Сравнение количественных показателей проводилось с использованием критерия Краскела – Уоллиса. Для сравнения распределений номинативных показателей по трем основным категориям (пол пациентов, сторон поражения и метод диагностики (ЭНМГ/УЗИ)) при-

менялся критерий Смирнова – Колмогорова. Метод Йетса использовался в рамках планирования эксперимента по типу факторных планов 2³ и 2². Для анализа влияния пола и пораженной стороны использовался план 2³ с тремя фиксированными факторами – пол (два уровня с ортогональными контрастами, -1 для мужчин, +1 для женщин), результаты ЭНМГ и результаты УЗИ (+1 для положительного результата исследования, -1 для отрицательного). Зависимая переменная представлялась бинарным кодом: 0 – несоответствие вектору матрицы плана, 1 – соответствие вектору матрицы плана. Для анализа специфических показателей (частота АЕ в позадинадмыщелковой борозде и частота нестабильности локтевого нерва) применялся факторный план 2² с двумя фиксированными факторами (ЭНМГ и УЗИ) при аналогичном кодировании уровней.

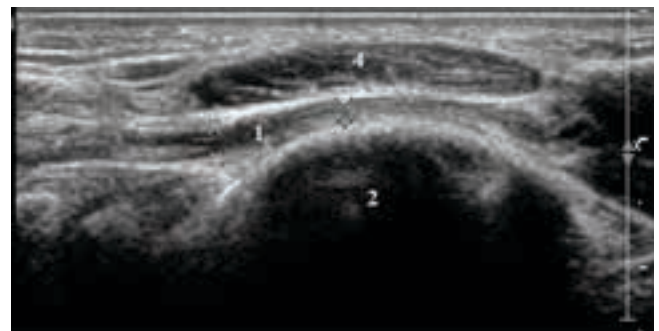
Связь между переменными оценивалась при помощи коэффициента ранговой корреляции Спирмена R. Результаты считались значимыми при p < 0,05.

Результаты

Электрофизиологические изменения, соответствующие НЛНЛ, выявлены у 48 (51,5%) обследованных пациентов, ультразвуковые изменения у 50 (54%). Случаи поражения локтевого нерва другой локализации помимо уровня локтевого сустава по данным ЭНМГ и УЗИ выявлены не были. Результаты ЭНМГ и УЗИ не соответствовали друг другу у 22 (23,5%) пациентов. Пациенты четырех групп (ЭНМГ+/УЗИ+, ЭНМГ+/УЗИ-, ЭНМГ-/УЗИ+, ЭНМГ-/УЗИ-) не отличались по основным антропометрическим характеристикам и продолжительности заболевания (таблица 2).



а



б

Рисунок 1. М. anconeus epitrochlearis при поперечном (а) и продольном (б) сканировании. 1 – локтевой нерв, 2 – медиальный надмыщелок плечевой кости, 3 – локтевой отросток, 4 – m. anconeus epitrochlearis

Таблица 2

Основные характеристики пациентов исследованных групп

Показатель	ЭНМГ+/УЗИ+	ЭНМГ+/УЗИ-	ЭНМГ-/УЗИ+	ЭНМГ-/УЗИ-	p
Количество пациентов	38	10	12	33	
Пол (мужчины/ женщины), n (%)	16 (42) / 22 (58)	2 (20) / 8 (80)	5 (42) / 7 (58)	12 (36) / 21 (64)	0,99
Возраст, годы (медиана, Q1; Q3)	43 [37; 49]	43 [35; 48]	41 [39; 51]	43 [35; 49]	0,99
Рост, м (медиана, Q1; Q3)	1,7 [1,6; 1,8]	1,7 [1,6; 1,8]	1,7 [1,6; 1,7]	1,7 [1,6; 1,8]	0,64
Вес, кг (медиана, Q1; Q3)	85 [68; 92]	76 [63; 83]	70 [60; 81]	75 [66; 90]	0,19
ИМТ, кг/м ² (медиана, Q1; Q3)	27 [24; 31]	25 [23; 29]	24 [22; 29]	25 [24; 29]	0,33
Продолжительность заболевания, месяцы, (медиана, Q1; Q3)	1,0 [0,8; 3,4]	1,3 [0,6; 1,9]	2,0 [1,0; 8,3]	2,0 [0,5; 5,0]	0,70
Сторона поражения (левая/ правая), n (%)	32 (84) / 6 (16)	6 (60) / 4 (40)	8 (67) / 4 (33)	16 (48) / 17 (52)	0,01
Частота нестабильности локтевого нерва, n (%)	11 (29)	2 (20)	5 (42)	12 (36)	0,00
Частота АЕ в позадинадмыщелковой борозде, n (%)	11 (29)	4 (40)	0 (0)	5 (15)	0,00

Примечание: качественные номинальные переменные представлены в абсолютных значениях и частотах (%). Количественные переменные представлены как медиана и интерквартильный размах [Q1, Q3].

Статистически значимые различия между мужчинами и женщинами при использовании ЭНМГ и УЗИ отсутствовали ($p=0,999$), что свидетельствует о равенстве распределений диагностических результатов независимо от пола пациента. Применение метода Йетса позволило вычислить коэффициенты линейной регрессии для ортогональных контрастов факторов и их межфакторных взаимодействий. Наиболее значимой оказалась прямо пропорциональная сильная линейная взаимосвязь между методами ЭНМГ УЗИ ($b=0,14, p<0,01$). Это означает, что положительный результат ЭНМГ с высокой вероятностью соответствует положительному результату УЗИ. Также установлено, что УЗИ вносит ненулевой вклад в показатели чувствительности и специфичности исследования ($b = -0,03, p = 0,02$).

Выявлены статистически значимые различия между левосторонним и правосторонним поражением ($p = 0,013$), что свидетельствует о неравномерности распределения диагностических результатов в зависимости от латерализации процесса. Частота встречаемости нестабильности локтевого нерва в исследованных группах отличалась ($p < 0,01$). При этом статистически значимым оказалось только межфакторное взаимодействие ЭНМГ/УЗИ ($b=0,13, p<0,01$), в то время как индивидуальные факторы не показали достоверного влияния (УЗИ: $b=-0,02, p=0,53$; ЭНМГ: $b=0,03, p=0,21$).

Выявлены значимые отличия частоты встречаемости АЕ в позадинадмышцелковой борозде в четырех исследо-

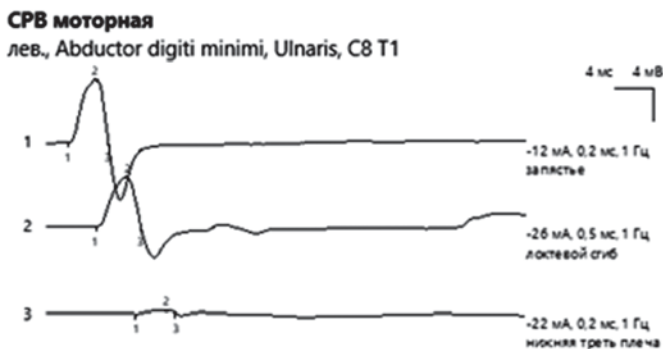
ванных группах ($p < 0,01$). Максимальное значение оказывало межфакторное взаимодействие ЭНМГ/УЗИ ($b=0,15, p<0,01$), подтверждая согласованность результатов обеих методик. Установлена также обратно пропорциональная взаимосвязь между результатами ЭНМГ и частотой АЕ ($b=-0,125, p<0,01$): наличие АЕ сопровождается уменьшением частоты положительных результатов ЭНМГ.

Для ППС локтевого нерва выявлена статистически значимая обратная корреляционная связь с амплитудой сенсорного ответа локтевого нерва, СРВм на уровне локтевого сустава и амплитудой М-волны с мышцы, отводящей мизинец (таблица 3).

Таблица 3
Результаты корреляционного анализа ППС локтевого нерва и основных электрофизиологических показателей. Выделены значимые корреляции ($p < 0,05$)

	Амплитуда сенсорного ответа	Амплитуда М-волны	СРВм на уровне локтевого сустава
ППС	-0,55	-0,22	-0,46

Максимальная ППС локтевого нерва на уровне локтевого сустава статистически значимо отличается у пациентов с различной тяжестью НЛНЛ ($p = 0,0001$), однако результаты измерений в значительной степени перекрываются, что делает невозможным определение тяжести нейрофизиологических изменений у конкретного пациента по данным УЗИ (рисунок 2).



Резидуальная латентность и ПДК

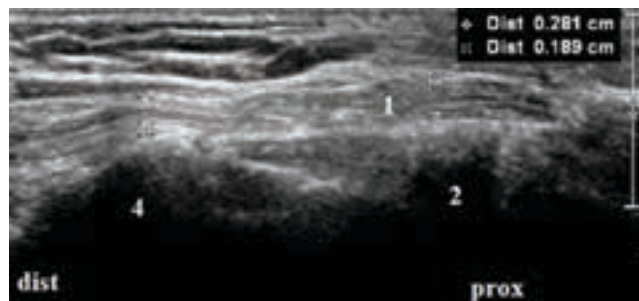
Рез. лат. мс	Норма РЛ, мс	Откл. РЛ, %	Индекс терм. лат.	Прокс.-дист. к-нт
1.45	1.8	(N)	0.341	0.365

Параметры М-ответа (амплитуда: негативный пик)

N	Точка стимуляции	Расст., мм	Лат., мс	Ампл., мВ	Норма ампл., мВ	Откл. ампл., %	Длит., мс	Скор., м/с	Норма скор., м/с	Откл. скор., %
лев., Abductor digiti minimi, Ulnaris, C8 T1										
1	запястье	50	2,2	7,7	9,0	(N)	4,3			
2	локтевой сгиб	200	5,2	5,9	9,0	-34,3	4,7	66,7	60,0	(N)
3	нижняя треть плеча	100	9,3	0,5	9,0	-94,7	4,2	24,3	60,0	-59,5



б



в

Рисунок 2. Результаты исследования моторного проведения по локтевому нерву (а) и УЗИ локтевого нерва при поперечном сканировании на уровне позадинадмышцелковой борозды (б) и при продольном сканировании на уровне локтевого сустава (в) у пациентки 48 лет, ИМТ = 22,8 кг/м², с онемением в области иннервации левого локтевого нерва в течение одного месяца. Зарегистрированы признаки демиелинизирующего поражения локтевого нерва на уровне локтя в виде локального снижения СРВм до 24,3 м/с, N > 50 м/с, на 42,4 м/с по сравнению с предплечьем, N < 10 м/с, формирования частичного блока проведения 92% по амплитуде М-волны. Площадь поперечного сечения и толщина локтевого нерва соответствуют нормальным значениям. 1 – локтевой нерв, 2 – медиальный надмыщелок плечевой кости, 3 – локтевой отросток, 4 – локтевая кость

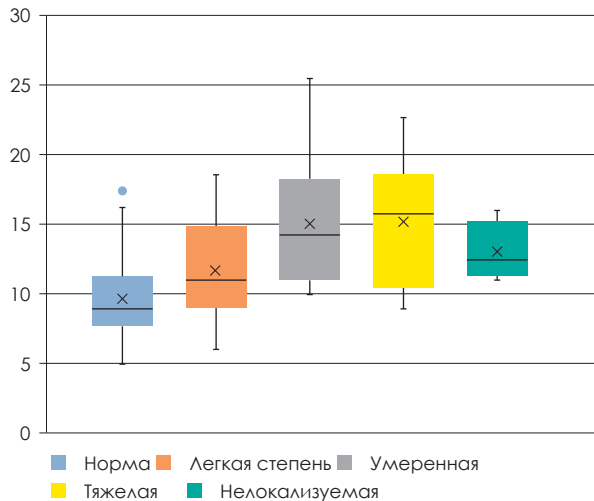


Рисунок 3. ППС локтевого нерва у пациентов с различной степенью тяжести электрофизиологических проявлений НЛНЛ, мм²

У всех пациентов с нелокализуемым по данным ЭНМГ поражением локтевого нерва ППС на уровне локтевого сустава превышала 10 мм² и позволяла таким образом определить локализацию поражения (рисунок 3).

Обсуждение

В исследованной группе, состоящей преимущественно из пациентов с легкой формой НЛНЛ, электрофизиологические изменения были выявлены в 51,5%, ультразвуковые изменения в 54% случаев. По данным Pelosi et Mulroy у пациентов с очень легкими клиническими проявлениями НЛНЛ (субъективными сенсорными нарушениями) чувствительность ЭНМГ и УЗИ составляет 3 и 20%, соответственно; при легких клинических проявлениях (наличии объективно регистрируемых нарушений чувствительности) 47 и 62% [16]. По данным Omejes et Podnar чувствительность ЭНМГ и УЗИ при очень легких и легких формах НЛНЛ составляет 29 и 14%, и 44 и 47%, соответственно [17]. Вероятно, легкая степень поражения нерва оказывается достаточной, чтобы вызвать сенсорные нарушения, но недостаточна для появления изменений, регистрируемых при электрофизиологическом и ультразвуковом исследовании. Кроме того, эта группа пациентов может включать и пациентов без поражения локтевого нерва [18]. Тем не менее, пациенты с легкой формой НЛНЛ заслуживают внимания, так как составляют до 40% всех обращающихся по поводу поражения локтевого нерва [16].

Сопоставление результатов исследований затрудняет отсутствие общепринятых методических подходов. Так, оценке СРВм на уровне локтевого сустава на участке 10 см и использовании в качестве верхней границы нормальных значений при УЗИ ППС локтевого нерва 8,7 мм², чувствительность УЗИ при легкой степени НЛНЛ превышает чувствительность ЭНМГ [16]. При исследовании СРВм на уровне локтевого сустава в шести точках на расстоянии 2 см друг от друга и использовании в качестве критерия патологии снижения СРВм < 31 м/с и амплитуды М-волны > 12%, а в качестве

верхней границы нормальных значений ППС 10 мм², чувствительность ЭНМГ превышает чувствительность УЗИ [10].

Сопоставление результатов исследований затруднено также ввиду отсутствия единого «золотого стандарта» клинической диагностики. Так, в качестве клинических критериев НЛНЛ могут использоваться как изолированные расстройства чувствительности (онемение, парестезии, боль) в зоне иннервации локтевого нерва [19, 20], так и обязательное наличие двигательного дефицита [21].

Отличий обследованных групп по продолжительности заболевания выявлено не было. Согласно одной из точек зрения, вероятность обнаружить ультразвуковые изменения должна увеличиваться по мере увеличения продолжительности заболевания, т. к. снижение СРВм или формирование блока проведения происходят практически сразу после повреждения, в то время как развитие отека требует времени [22]. С другой стороны, наличие гистопатологических признаков хронической компрессии при отсутствии клинических проявлений невропатии, увеличение ППС локтевого нерва на уровне локтевого сустава по данным МРТ у здоровых испытуемых позволяют рассматривать НЛНЛ как декомпенсацию процесса, длительно протекавшего субклинически, и предполагают возможность обнаружить увеличение ППС нерва по данным УЗИ при небольшой длительности заболевания [23, 24].

Небольшое количество обследованных пациентов с умеренно выраженной НЛНЛ не позволило сравнить группы пациентов с разной степенью тяжести клинических проявлений. У 7 из 86 (8%) пациентов из группы с легкой степенью тяжести невропатии (изолированными чувствительными расстройствами) зарегистрирован блок проведения на уровне локтевого сустава по амплитуде М-волны 20% и более. При этом считается, что аксональному поражению периферического нерва соответствует снижение силы и атрофия мышцы, демиелинизирующему поражению с блоком проведения – снижение силы мышцы без атрофии, изолированному снижению СРВм – нормальные сила и размеры иннервируемых мышц [25]. Полученные данные соответствуют описанным в литературе – несмотря на значимые различия силы и объема мышц при различном характере патологического процесса, клиническая оценка не позволяет надежно судить об аксональном или демиелинизирующем поражении у конкретного пациента [25].

Классификация электрофизиологических изменений при НЛНЛ по степени тяжести, использованная в настоящей работе, следует патофизиологическим принципам классификации полинейропатий – снижение амплитуды сенсорного потенциала расценивается как признак аксонального поражения сенсорных волокон. Но такая точка зрения не является единственной – снижение амплитуды сенсорного потенциала иногда рассматривается как следствие темпоральной дисперсии или феномена «погашения фаз» [19]. Наличие аксонального поражения сенсорной порции нерва при снижении амплитуды сенсорного потенциала подтверждается отсутствием увеличения его амплитуды при регрессе симптоматики, несмотря

на улучшение кожной чувствительности. Предполагается, что в уменьшении выраженности сенсорных расстройств, в том числе выявляемых при помощи монофиламента, могут участвовать центральные механизмы [26].

Вероятность выявить НЛНЛ по данным ЭНМГ и УЗИ оказалась выше при левостороннем поражении. В целом, поражение локтевого нерва слева встречается чаще (61% при анализе 880 случаев) с сохранением этой тенденции у леворуких пациентов [27]. При этом бессимптомное снижение СРВм на уровне локтевого сустава преобладает справа [28].

Исследованные группы не отличались по частоте вывиха и подвывиха локтевого нерва. Единого мнения о роли нестабильности локтевого нерва в патогенезе НЛНЛ в настоящее время нет. Суммарная частота вывиха и подвывиха у здоровых испытуемых составляет по разным данным от 2 до 56% [13, 27]. Нестабильность нерва сопровождается увеличением его ППС [27, 30], однако связь с НЛНЛ неясна – утверждается как об отсутствии роли нестабильности в патогенезе заболевания [31, 32], так и о более тяжелом течении с увеличением доли аксональных форм на фоне нестабильности [33], и даже о защитной роли смещения нерва, уменьшающего его натяжение и частоту невропатии [34]. Помимо нестабильности, вероятно, заслуживает оценки и динамическая компрессия локтевого нерва трехглавой мышцей плеча при отсутствии вывиха нерва [35].

Выявлены статистически значимые отличия частоты локтевой эпитрохлеарной мышцы в исследованных группах: наличие АЕ сопровождалось уменьшением частоты положительных результатов ЭНМГ. В соответствии с данными патологоанатомических, ультразвуковых и магнитно-резонансных методов исследования, частота встречаемости АЕ у человека составляет 3–34% [36]. Согласно одной из точек зрения, АЕ может способствовать компрессии локтевого нерва в позадинадмышечковой борозде [37, 38], более ранней манифестации заболевания, быстрому прогрессированию, выраженному снижению скоростных показателей и развитию блока проведения возбуждения [39]. По другим данным, частота АЕ среди здоровых лиц выше, чем среди пациентов с НЛНЛ [40, 41], а улучшение при оперативном лечении наступает раньше [36].

Статистически значимая обратная корреляционная связь ППС локтевого нерва была наиболее сильной для амплитуды сенсорного ответа локтевого нерва ($r = -0,55$) и менее сильной для СРВм на уровне локтевого сустава и амплитуды М-волны с мышцы, отводящей мизинец ($r = -0,46$ и $-0,22$, соответственно). В опубликованной литературе описана корреляционная взаимосвязь ППС локтевого нерва с СРВм ($r = -0,33$ [42], $-0,47$ [43], $-0,75$ [44]). В целом для группы пациентов с положительными результатами ЭНМГ описаны большие значения ППС локтевого нерва, установлена корреляция ППС с тяжестью электрофизиологических изменений [20, 45].

В соответствии с консенсусом международной группы экспертов, во всех случаях НЛНЛ должны проводиться как электрофизиологическое, так и ультразвуковое ис-

следование, так как в совокупности эти методы более информативны, чем каждый из них в отдельности. УЗИ дает возможность оценить структурные изменения нерва и окружающих тканей и чаще позволяет определить локализацию процесса, в то время как ЭНМГ на сегодняшний день является лучшим методом оценки тяжести процесса [7].

Заключение

У пациентов с НЛНЛ легкой степени выраженности ЭНМГ и УЗИ позволяют выявить патологические изменения приблизительно в половине случаев. Результаты ЭНМГ и УЗИ в значительной мере согласованы при несколько более высокой вероятности обнаружить патологические изменения по данным УЗИ. Наличие локтевой эпитрохлеарной мышцы в позадинадмышечковой борозде сопровождается увеличением доли положительных результатов исследования, и в большей степени эта тенденция выражена для ЭНМГ. Учитывая возможный динамический характер компрессии нерва, вероятность ложноположительных результатов, диагностика НЛНЛ требует комплексного подхода. Разработка единых клинических критериев диагностики НЛНЛ позволила бы с большей точностью сопоставлять чувствительность и специфичность диагностических методов.

Список литературы / References

1. Головачева ВА, Парфенов ВА, Головачева АА и др. Синдром кубитального канала: современные принципы диагностики и лечения. *Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика*. 2019;11(Прил. 2):89–97. Golovacheva VA, Parfenov VA, Golovacheva AA, et al. Cubital tunnel syndrome: current principles of diagnosis and treatment. *Neurologiya, neiropsikhiatriya, psikhosomatika = Neurology, Neuropsychiatry, Psychosomatics*. 2019;11(Suppl. 2): 89–97. (in Russ.)
2. Bodner, G. (2008). Nerve Compression Syndromes. In: Peer, S., Bodner, G. (eds) *High-Resolution Sonography of the Peripheral Nervous System*. Medical Radiology. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-540-49084-5_4.
3. Podnar, S. Patterns and parameters describing nerve thickening in compression and entrapment ulnar neuropathies at the elbow. *Clinical Neurophysiology* (2020). doi: 10.1016/j.clinph.2020.10.025.
4. Omejec G, Podnar S. What causes ulnar neuropathy at the elbow? *Clin Neurophysiol*. 2016;127(11):919–924. doi:10.1016/j.clinph.2015.05.027.
5. Anderson D, Woods B, Abubakar T, Koontz C, Li N, Hasoon J, Viswanath O, Kaye AD, Urits I. A Comprehensive Review of Cubital Tunnel Syndrome. *Orthop Rev (Pavia)*. 2022 Sep 15;14(3):38239. doi: 10.52965/001c.38239.
6. Dahlin, L.B., Zimmerman, M., Calcagni, M. et al. Carpal tunnel syndrome. *Nat Rev Dis Primers* 10, 37 (2024). <https://doi.org/10.1038/s41572-024-00521-1>.
7. Pelosi L, Arányi Z, Beekman R, Bland J, Coraci D, Hobson-Webb LD, Padua L, Podnar S, Simon N, van Alfen N, Verhamme C, Visser L, Walker FO, Yoon JS, Cartwright MS. Expert consensus on the combined investigation of ulnar neuropathy at the elbow using electrodiagnostic tests and nerve ultrasound. *Clin Neurophysiol*. 2021 Sep;132(9):2274–2281. doi: 10.1016/j.clinph.2021.04.018.
8. Shook SJ, Ginsberg M, Narayanaswami P, Beekman R, Dubin AH, Katirji B, Swaminathan B, Werner RA, Cartwright MS. Evidence-based guideline: Neuromuscular ultrasound for the diagnosis of ulnar neuropathy at the elbow. *Muscle Nerve*. 2022 Feb;65(2):147–153. doi: 10.1002/mus.27460.
9. Pelosi L, Tse DMY, Mulroy E, Chancellor AM, Boland MR. Ulnar neuropathy with abnormal non-localizing electrophysiology: Clinical, electrophysiological and ultrasound findings. *Clin Neurophysiol*. 2018 Oct;129(10):2155–2161. doi: 10.1016/j.clinph.2018.07.020.
10. Omejec G, Podnar S. Utility of nerve conduction studies and ultrasonography in ulnar neuropathies at the elbow of different severity. *Clin Neurophysiol*. 2020 Jul;131(7):1672–1677. doi: 10.1016/j.clinph.2020.02.019.
11. McGowan AJ. The results of transposition of the ulnar nerve for traumatic ulnar neuritis. *J Bone Joint Surg Br*. 1950;32-B(3):293–301. doi:10.1302/0301-620X.32B3.293.
12. Николаев С.Г. Атлас по электромиографии. – 2-е изд., испр. и доп. – Иваново: ПресСто, 2015. – 488 с.
13. Nikolaev S.G. Atlas po elektromiografii Atlas of electromyography: 2nd ed., rev. and add. Ivanovo: PressSto, 2015. 488 p. (In Russ.)
14. Practice parameter for electrodiagnostic studies in ulnar neuropathy at the elbow: summary statement. American Association of Electrodiagnostic Medicine, American Academy of Neurology, American Academy of Physical Medicine and Rehabilitation. *Muscle Nerve*. 1999 Mar;22(3):408–11. doi: 10.1002/(sici)1097-4598(199903)22:3<408::aid-mus16>3.0.co;2-7.
15. Padua L, Aprile I, Mazza O, Padua R, Pietracchi E, Caliendo P, Pauri F, D'Amico P,

- Tonali P. Neurophysiological classification of ulnar entrapment across the elbow. *Neurol Sci.* 2001 Feb;22(1):1–6. doi: 10.1007/s100720170030.
15. Chang KV, Wu WT, Han DS, Özçakar L. Ulnar Nerve Cross-Sectional Area for the Diagnosis of Cubital Tunnel Syndrome: A Meta-Analysis of Ultrasonographic Measurements. *Arch Phys Med Rehabil.* 2018 Apr;99(4):743–757. doi: 10.1016/j.apmr.2017.08.467.
 16. Pelosi L, Mulroy E. Diagnostic sensitivity of electrophysiology and ultrasonography in ulnar neuropathies of different severity. *Clin Neurophysiol.* 2019 Feb;130(2):297–302. doi: 10.1016/j.clinph.2018.11.018.
 17. Omejec G, Podnar S. Utility of nerve conduction studies and ultrasonography in ulnar neuropathies at the elbow of different severity. *Clin Neurophysiol.* 2020 Jul;131(7):1672–1677. doi: 10.1016/j.clinph.2020.02.019.
 18. Simon NG, Boon AJ, Preston DC. Is ultrasound better than electrodiagnosis for the diagnosis of compressive neuropathy? *Clin Neurophysiol.* 2020 Jul;131(7):1657–1659. doi: 10.1016/j.clinph.2020.04.001.
 19. Vinciguerra C, Curti S, Aretini A, Sicurelli F, Greco G, Mattioli S, Mondelli M. Clinical Findings and Electrodiagnostic Testing in Ulnar Neuropathy at the Elbow and Differences According to Site and Type of Nerve Damage. *Am J Phys Med Rehabil.* 2020 Feb;99(2):116–123. doi: 10.1097/PHM.0000000000001286.
 20. Carroll TJ, Chirokikh A, Thon J, Jones CMC, Logigian E, Ketonis C. Diagnosis of Ulnar Neuropathy at the Elbow Using Ultrasound – A Comparison to Electrophysiologic Studies. *J Hand Surg Am.* 2023 Dec;48(12):1229–1235. doi: 10.1016/j.jhsa.2023.08.014.
 21. Zhang Y, Liu WY, Xue WL, Wu H, Yuan Y, Ma XY, Wang H, Zhou XL. Diagnostic efficiency of conventional ultrasound, shear wave elastography, and superb microvascular imaging in evaluating ulnar neuropathy at the elbow. *Muscle Nerve.* 2024 Aug;70(2):210–216. doi: 10.1002/mus.28171.
 22. Podnar S, Omejec G. Reply to "Electrophysiology and ultrasonography in the diagnosis of ulnar neuropathy at the elbow". *Clin Neurophysiol.* 2020 Jul;131(7):1688–1689. doi: 10.1016/j.clinph.2020.04.002.
 23. Simon NG, Ralph JW, Poncet AN, Engstrom JW, Chin C, Kliot M. A comparison of ultrasonographic and electrophysiologic 'inching' in ulnar neuropathy at the elbow. *Clin Neurophysiol.* 2015 Feb;126(2):391–8. doi: 10.1016/j.clinph.2014.05.023.
 24. Neary D, Ochoa J, Gilliat RW. Sub-clinical entrapment neuropathy in man. *J Neurol Sci.* 1975 Mar;24(3):283–98. doi: 10.1016/0022-510x(75)90248-8.
 25. Omejec G, Žgur T, Podnar S. Can neurologic examination predict pathophysiology of ulnar neuropathy at the elbow. *Clinical Neurophysiology* (2016), doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.clinph.2016.08.002>.
 26. Podnar S. No Major Nerve Regeneration Seems to Occur during Recovery of Ulnar Neuropathy at the Elbow. *J Clin Med.* 2023 Jun 7;12(12):3906. doi: 10.3390/jcm12123906.
 27. Ashworth NL, Huang C, Chan KM. Laterality and risk factors for ulnar neuropathy at the elbow. *Muscle Nerve.* 2020 Jan;61(1):101–104. doi: 10.1002/mus.26737.
 28. Mondelli M, Ciaramitaro P, Greco G, Pitocchi E, Sicurelli F, Vinciguerra C. Risk factors of asymptomatic reduction of motor conduction velocity of the ulnar nerve across the elbow. *Neurol Sci.* 2022 Mar;43(3):2065–2072. doi: 10.1007/s10072-021-05584-6.
 29. Cornelison SM, Sclocco R, Kettner NW. Ulnar nerve instability in the cubital tunnel of asymptomatic volunteers. *J Ultrasound.* 2019 Sep;22(3):337–344. doi: 10.1007/s40477-019-00370-9.
 30. Okamoto M, Abe M, Shirai H, Ueda N. Morphology and dynamics of the ulnar nerve in the cubital tunnel. Observation by ultrasonography. *J Hand Surg Br.* 2000 Feb;25(1):85–9. doi: 10.1054/jhsb.1999.0317.
 31. Van Den Berg PJ, Pompe SM, Beekman R, Visser LH. Sonographic incidence of ulnar nerve (sub)luxation and its associated clinical and electrodiagnostic characteristics. *Muscle Nerve.* 2013 Jun;47(6):849–55. doi: 10.1002/mus.23715.
 32. Omejec G, Podnar S. Does ulnar nerve dislocation at the elbow cause neuropathy? *Muscle Nerve.* 2016 Feb;53(2):255–9. doi: 10.1002/mus.24786.
 33. Kang S, Yoon JS, Yang SN, Choi HS. Retrospective study on the impact of ulnar nerve dislocation on the pathophysiology of ulnar neuropathy at the elbow. *PeerJ.* 2019 May 20;7:e6972. doi: 10.7717/peerj.6972.
 34. Bordes SJ Jr, Jenkins S, Bang K, Turgut M, Iwanaga J, Loukas M, Spinner RJ, Dumont AS, Tubbs RS. Ulnar nerve subluxation and dislocation: a review of the literature. *Neurosurg Rev.* 2021 Apr;44(2):793–798. doi: 10.1007/s10143-020-01286-3.
 35. Becciolini M, Pivec C, Raspanti A, Riegler G. Ultrasound of the Ulnar Nerve: A Pictorial Review: Part 2: Pathological Ultrasound Findings. *J Ultrasound Med.* 2024 Jun;43(6):1153–1173. doi: 10.1002/jum.16442.
 36. Maslow JI, Johnson DJ, Block JJ et al. Prevalence and Clinical Manifestations of the Anconeus Epitrochlearis and Cubital Tunnel Syndrome. *Hand (N Y).* 2020 Jan;15(1):69–74. doi: 10.1177/1558944718789412.
 37. Gervasio O, Zaccone C. Surgical approach to ulnar nerve compression at the elbow caused by the epitrochleoanconeus muscle and a prominent medial head of the triceps. *Neurosurgery.* 2008 Mar;62(3 Suppl 1):186–92; discussion 192–3. doi: 10.1227/01.neu.0000317392.29551.a.
 38. Gruener JS, Paulsen F, Barth AA, Horch RE. Anconeus epitrochlearis muscle (epitrochleoanconeus muscle; Musculus epitrochleoanconeus) with cubital tunnel syndrome – a rare but relevant clinical entity. *Ann Anat.* 2023 Oct;250:152152. doi: 10.1016/j.aanat.2023.152152.
 39. Erdem Bagatur A, Yalcin MB et al. Anconeus Epitrochlearis Muscle Causing Ulnar Neuropathy at the Elbow: Clinical and Neurophysiological Differential Diagnosis. *Orthopedics.* 2016 Sep 1;39(5):e988–91. doi: 10.3928/01477447-20160623-11.
 40. Suwannakhan A, Chaiyamoorn A, Yamine K et al. The prevalence of anconeus epitrochlearis muscle and Osborne's ligament in cubital tunnel syndrome patients and healthy individuals: An anatomical study with meta-analysis. *Surgeon.* 2021 Feb 4:S1479-666X(21)00016-0. doi: 10.1016/j.surge.2020.12.006.
 41. Wilson TJ, Tubbs RS, Yang LJ. The anconeus epitrochlearis muscle may protect against the development of cubital tunnel syndrome: a preliminary study. *J Neurosurg.* 2016 Dec;125(6):1533–1538. doi: 10.3171/2015.10.JNS151668.
 42. Chirokikh AA, Carroll TJ, Hoffman S, Speech D, Jones CMC, Ketonis C. Where Does Ultrasound Fit in the Diagnostic Algorithm for Cubital Tunnel Syndrome? *Hand (N Y).* 2025 Jan;20(1):87–91. doi: 10.1177/15589447231200645.
 43. Podnar S, Omejec G, Bodor M. Nerve conduction velocity and cross-sectional area in ulnar neuropathy at the elbow. *Muscle Nerve.* 2017 Dec;56(6):E65–E72. doi: 10.1002/mus.25655.
 44. Малецкий Э.Ю., Александров Н.Ю., Короткевич М.М., Ицкович И.Э. Сопоставление данных ультразвукового и электрофизиологического исследований при невропатии локтевого нерва в области локтя. Ультразвуковая и функциональная диагностика – 2015. – № 6 – С. 66–76
 45. Maletskiy E.Yu., Alexandrov N.Yu., Korotkevich M.M., Itskovich I.E. Comparative analysis of ultrasound and electrophysiological examination in ulnar neuropathy at the elbow. *Ultrasound and Functional Diagnostics.* 2015;6:66–76 (in Russ.).
 45. Aloï NF, Hyzny R, Fowler JR. Ultrasound Measurements of the Ulnar Nerve at the Medial Epicondyle Correlate With Electrodiagnostic Studies. *Hand (N Y).* 2025 Oct;20(7):1064–1070. doi: 10.1177/15589447241259805.

Статья поступила / Received 03.03.2026
 Получена после рецензирования / Revised 10.03.2025
 Принята в печать / Accepted 10.03.2026

Информация об авторах

Фадеева Юлия Викторовна¹ – к.м.н., доцент кафедры клинической физиологии и функциональной диагностики, врач функциональной диагностики
 E-mail: jvdav@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7345-2388>
Тимонин Андрей Николаевич^{2,3} – к.б.н., научный сотрудник лаборатории иммунологии, высококвалифицированный научный сотрудник
 E-mail: andrey8407@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6087-6918>
Носенко Наталья Сергеевна⁴ – к.м.н., доцент кафедры рентгенологии и ультразвуковой диагностики, руководитель центра ультразвуковых и функциональных методов исследования
 E-mail: nataly1679@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7071-3741>
Синкин Михаил Владимирович⁴ – д.м.н., доцент, ведущий научный сотрудник отделения неотложной нейрохирургии
 E-mail: sinkinmv@sklif.mos.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5026-0060>

¹ ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий ФМБА России», Академия постдипломного образования ФГБУ ФНЦК ФМБА России, г. Москва, Россия
² ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии», г. Москва, Россия
³ Физический институт РАН (ФИАН), г. Москва, Россия
⁴ ФБУЗ «Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В. Склифосовского ДЗМ», г. Москва, Россия

Контактная информация:

Фадеева Юлия Викторовна. E-mail: jvdav@mail.ru

Для цитирования: Фадеева Ю.В., Тимонин А.Н., Носенко Н.С., Синкин М.В. Сравнительный анализ результатов ультразвукового и электрофизиологического исследований при легкой степени невропатии локтевого нерва на уровне локтя. Медицинский алфавит. 2026;(6):21–27. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2026-6-21-27>

Author information

Fadeeva Yulia V.¹ – Ph.D., Associate Professor of the Department of Clinical Physiology and Functional Diagnostics
 E-mail: jvdav@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7345-2388>
Timonin Andrey N.^{2,3} – Ph.D., Researcher of the Laboratory of Immunology
 E-mail: andrey8407@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6087-6918>
Nosenko Natalia S.¹ – Ph.D., Associate Professor of the Department of Radiology and Ultrasound Diagnostics, Head of the Department of Functional and Ultrasound Diagnostics
 E-mail: nataly1679@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7071-3741>
Sinkin Mikhail V.⁴ – Dr. Sci. (Med.), Head, Clinical neurophysiology laboratory, Emergency neurosurgery department
 E-mail: sinkinmv@sklif.mos.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5026-0060>

¹ Federal Scientific and Clinical Center for Specialized Medical Assistance and Medical Technologies of the Federal Medical Biological Agency, Department of Clinical Physiology and Functional Diagnostics of the Academy of Postgraduate Education, Moscow, Russia
² Federal Research Centre of Nutrition, Biotechnology and Food Safety, Moscow, Russia
³ Lebedev Physical Institute, Moscow, Russia
⁴ N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine, Moscow, Russia

Contact information

Fadeeva Yulia V. E-mail: jvdav@mail.ru

For citation: Fadeeva Y.V., Timonin A.N., Nosenko N.S., Sinkin M.V. Comparative analysis of ultrasound and electrophysiological studies in mild ulnar neuropathy at the elbow. *Medical alphabet.* 2026;(6):21–27. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2026-6-21-27>