

УДК 616.833.35-001.35

**ОБЗОР ОСНОВНЫХ
ЭЛЕКТРОМИОГРАФИЧЕСКИХ МЕТОДИК
ДИАГНОСТИКИ СИНДРОМА
ЗАПЯСТНОГО КАНАЛА**

Джамгарова Виктория Робертовна
*ГБУЗ «Краевая клиническая больница №2»,
Краснодар, Россия*

Жуйко Людмила Васильевна
*ГБУЗ «Краевая клиническая больница №2»,
Краснодар, Россия*

Перова Елена Владимировна – канд. мед. наук
*ГБУЗ «Краевая клиническая больница №2»,
Краснодар, Россия*

Костомарова Галина Анатольевна
*ГБУЗ «Краевая клиническая больница №2»,
Краснодар, Россия*

Синдром запястного канала – наиболее частая невропатия от сдавления срединного нерва. Значимым и чувствительным методом инструментальной диагностики этого заболевания является электромиография.

В статье представлен литературный обзор основных электромиографических методик исследования синдрома запястного канала.

Ключевые слова: СИНДРОМ ЗАПЯСТНОГО КАНАЛА, ИССЛЕДОВАНИЕ НЕРВНОЙ ПРОВОДИМОСТИ, ЭЛЕКТРОМИОГРАФИЯ, ДИАГНОСТИКА

UDC 616.833.35-001.35

**REVIEW OF THE MAIN
ELECTROMYOGRAPHIC METHODS
OF DIAGNOSTICS OF CARPAL TUNNEL
SYNDROME**

Dzhamgarova Viktoriia Robertovna
*SBIHC «Region clinic hospital Nr 2», Krasnodar,
Russia*

Zhuyko Ludmila Vasilyevna
*SBIHC «Region clinic hospital Nr 2», Krasnodar,
Russia*

Perova Elena Vladimirovna – MD
*SBIHC «Region clinic hospital Nr 2», Krasnodar,
Russia*

Kostomarov Galina Anatolyevna
*SBIHC «Region clinic hospital Nr 2», Krasnodar,
Russia*

Carpal tunnel syndrome is the most common neuropathy from compression of the median nerve. Electromyography is a significant and sensitive method of instrumental diagnostics of this disease. The article presents a literature review of the main electromyographic methods for studying carpal tunnel syndrome.

Key words: CARPAL TUNNEL SYNDROME, NERVE CONDUCTION STUDIES, DIAGNOSTICS

Введение

Синдром запястного канала (СЗК) является наиболее частой невропатией от сдавления. Согласно предположению, около 3,8 % населения имеют проявления СЗК [1]. Синдром встречается чаще у женщин с возрастным пиком 40–60 лет, он может быть представлен у пациентов любого возраста.

Уровень распространенности заболевания среди определенных групп риска может быть значительно выше общепопуляционного показателя, например, среди лиц, выполняющих монотонные сгибательно-разгибательные движения кисти, у пациентов с сахарным диабетом, при подагре, амилоидозе, гипотиреозе, нарушении эндокринного фона у беременных [2, 3].

Диагностика СЗК основывается на жалобах пациента, данных неврологического осмотра, результатах электронейромиографии (ЭНМГ) и ультразвукового исследования (УЗИ). Типичные клинические проявления включают нарушение чувствительности в виде парестезии и гипестезии области I–III пальцев и лучевой половины IV пальца, нейропатическую боль в кисти, уменьшение силы кистевого захвата с гипотрофией мышц возвышения большого пальца, а также трофические изменения кожных покровов кисти. Чувствительные симптомы усиливаются, как правило, ночью, встряхивание кисти приносит временное облегчение. Пациенты с легкой и умеренной степенью СЗК чаще сообщают о существенных субъективных симптомах при незначительных функциональных ограничениях, а с тяжелым течением заболевания предъявляют меньше субъективных жалоб, при этом имеют большие функциональные ограничения [6]. Это объясняется тем, что на определенном этапе поражения срединного нерва грубое нарушение чувствительности сводит предъявляемые ранее онемение и парестезии к минимуму.

Для диагностики заболевания применяют провокационные тесты (Тинеля, Фалена, Дюркана, Голобородько и др.). Однако они достаточно субъективны и не являются высокоспецифичными для СЗК.

Электромиографическая диагностика

«Золотым стандартом» инструментальной диагностики СЗК, а также единственным методом объективной оценки функционального состояния срединного нерва является электромиография (ЭМГ). Исследование нервной проводимости должно назначаться пациентам с возможным СЗК для повышения надежности постановки диагноза, особенно когда подозревается альтернативный или имеется сопутствующий неврологический диагноз, вызывающий затруднения в дифференцировке состояний. Возможно повторение исследования при консервативном лечении.

Электромиографию рекомендовано выполнять всем пациентам перед инвазивными вмешательствами (локальная инъекционная терапия или оперативное лечение). Успешное проведение операции при СЗК приводит к значимым улучшениям показателей нервной проводимости срединного нерва. Отсутствие положительной клинической динамики и ЭМГ-изменений свидетельствует о неадекватной декомпрессии нерва [8].

Для диагностики СЗК используют многочисленные электромиографические методики, с помощью которых изучают проводимость срединного нерва (таблице 1).

Таблица 1 – Методики исследования моторной и сенсорной проводимости срединного нерва на уровне запястья

Методика (источник; абнормальные границы; чувствительность/специфичность)	Место наложения отводящих электродов	Место стимуляции
1. Дистальная моторная латентность срединного нерва (Kimura, 1979 г. [10]; > 4,4 мс; 61 %/97,5 %) (Padua, 1996–1997 гг. [11, 12]; >4,0 мс; 44–55 %/97,5 %)	Аэл. – над АРВ Рэл. – над пястно-фаланговым суставом I пальца	На 6–8 см проксимальнее Аэл. между сухожилиями FCR и PL
2. Исследование моторной проводимости срединного нерва между запястьем и ладонью (Di Guglielmo, 1997 г. [13]; <35 м/с (СРВм); 61 %/97,5 %)	Аэл. – над АРВ Рэл. – над пястно-фаланговым суставом I пальца	Точка 1 – между сухожилиями FCR и PL (на 1–2 см проксимальнее складки запястья).

		Точка 2–3 см дистальнее складки запястья (расстояние между точками стимуляции – 5–6 см)
3. Сравнение дистальных моторных латентностей срединного и локтевого нервов при регистрации со второй червеобразной (срединный нерв) и первой ладонной межкостной (локтевой нерв) мышц (Uncini, 1993 г. [14]; >0,5 мс (разница латентностей); 56 %/97,5 %)	Аэл. – немного латеральнее середины III пястной кости Рэл. – над проксимальным межфаланговым суставом II пальца	Точка 1 (для срединного нерва) – между сухожилиями FCR и PL. Точка 2 (для локтевого нерва) – немного латеральнее сухожилия FCU на 9–10 см проксимальнее от Аэл. (одинаковое расстояние для обоих нервов)
4. Сравнение дистальных моторных латентностей срединного и локтевого нервов при регистрации с мышц тенара (Saba, 2014 г. [15]; >0,6 мс (разница латентностей); 80 %/96,6 %)	Аэл. – граница средней и лучевой трети линии между медиальным краем пястно-фалангового сустава I пальца и гороховидной костью Рэл. – над межфаланговым суставом I пальца	Точка 1 (для срединного нерва) – между сухожилиями FCR и PL. Точка 2 (для локтевого нерва) – немного латеральнее сухожилия FCU (расстояние до Аэл. одинаковое – 8 см)
5. Сравнение дистальных моторных латентностей срединного и локтевого нервов при регистрации ответов с мышц тенара и гипотенара (Sander, 1999 г. [16]; >1,2 мс (разница латентностей); 85–88 %)	Аэл. – над АРВ (для срединного нерва), над АДМ (для локтевого нерва) Рэл. – над пястно-фаланговым суставом I и V пальцев соответственно	Точка 1 (для срединного нерва) – между сухожилиями FCR и PL. Точка 2 (для локтевого нерва) – немного латеральнее сухожилия FCU (расстояние до Аэл. одинаковое – 8 см)
6. Исследование сенсорной проводимости срединного нерва при регистрации со II (III) пальца (исследование латентности до начала/пики отрицательного отклонения S-ответа, а также СРВс) (Cioni, 1989 г. [17]; < 50 м/с (СРВс); 80–96 %/97,5 %) (Jackson and Clifford, 1989 г. [18]; >3,48 мс (латентность по пику), >2,72 мс (латентность по началу); 66 %/97,5 %)	Аэл. – над II (III) пястно-фаланговым суставом Рэл. – 3–4 см дистальнее Аэл. над дистальным межфаланговым суставом (при антидромном исследовании)	На 13–14 см проксимальнее от Аэл. между сухожилиями FCR и PL
7. Исследование смешанной проводимости срединного и локтевого нервов на уровне ладонь – запястье или «проба 8 см» (palmdiff) (Jackson and Clifford, 1989 г. [18]; >2,27 мс (латентность по пику),	Аэл. – между сухожилиями FCR и PL (для срединного нерва), немного латеральнее сухожилия FCU (для локтевого нерва) Рэл. – на 3–4 см проксимальнее Аэл.	Точка 1 – на 5 см дистальнее складки запястья (обычно между II и III пястными костями для срединного нерва) Точка 2 – на 2–3 см проксимальнее складки

>1,78 мс (латентность по началу); 69 %/97,5 % для срединного нерва) (Kuntzer, 1994 г. [19]; <48,0 м/с; 83 %/97 % для срединного нерва) (Uncini, 1993 г. [14]; >0,4 мс (разность латентностей по началу); 56–78 %/97,5 %)		запястья (с общим расстоянием между Аэл. и катодом стимулирующего электрода – 8 см для обоих нервов)
8. Исследование сенсорной проводимости срединного нерва методом коротких сегментов (сенсорный инчинг) (Nathan, 1988 г. [20]; > 0,5 мс (приращение латентности по пику); 54 %/97 %)	Аэл. – над пястно-фаланговым суставом III пальца Рэл. – на 3–4 см дистальнее Аэл. над дистальным межфаланговым суставом (при антидромном исследовании)	Девять точек стимуляции (2 см проксимальнее и 6 см дистальнее складки запястья) с интервалом – 1 см
9. Сравнение СРВс срединного нерва на участке III палец – ладонь и ладонь – запястье (Padua, 1996–1997 гг. [11, 12]; $\geq 1,0$ (отношение скоростей); 87–97 %/97,5 %)	Регистрация сенсорного ответа с ладони и запястья (при ортодромном исследовании)	Стимуляция сенсорных волокон срединного нерва на III пальце
10. Сравнение сенсорной проводимости срединного и локтевого нервов на участке палец – запястье (Kuntzer, 1994 г. [19]; > 0,5 мс (разница латентностей по пику); 61 %/100 %)	Аэл. – на 14 см проксимальнее от точки стимуляции между сухожилиями FCR и PL (для срединного нерва), чуть латеральнее сухожилия FCU (для локтевого нерва) Рэл. – 3–4 см дистальнее Аэл. (при ортодромном исследовании)	II (для срединного нерва) и V (для локтевого нерва) пальцы
11. Сравнение сенсорной проводимости срединного и локтевого нервов при регистрации с IV пальца (ringdiff) (Uncini, 1993 г. [14]; >0,4 мс (разница латентностей по началу); 77–89 %/97,5 %)	Аэл. – на 14 см проксимальнее от точки стимуляции между сухожилиями FCR и PL (для срединного нерва), немного латеральнее сухожилия FCU (для локтевого нерва) Рэл. – 3–4 см дистальнее Аэл. (при ортодромном исследовании; также часто используется антидромная методика)	IV палец
12. Сравнение сенсорной проводимости срединного и лучевого нервов при регистрации с I пальца (thumbdiff) (Jackson and Clifford, 1989 г. [18]; >0,37 мс (разница латентностей по пику),	Аэл. – над пястно-фаланговым суставом I пальца Рэл. – 3–4 см дистальнее Аэл.	Между сухожилиями FCR и PL (для срединного нерва), над лучевой костью (для лучевого нерва) на 10 см

>0,32 мс (разница латентностей по началу); 69 %/100 %)		проксимальнее Аэл. для обоих нервов
Примечание: Аэл. – активный электрод, Рэл. – референтный электрод, СРВм – скорость распространения возбуждения по моторным волокнам, СРВс – скорость распространения возбуждения по сенсорным волокнам, FCR – m. flexor carpi radialis, PL – m. palmaris longus, FCU – m. flexor carpi ulnaris, APB – m. abductor pollicis brevis, ADM – m. abductor digiti minimi.		

При подозрении на СЗК не существует единого алгоритма проведения электромиографического исследования. С целью стандартизации, а также установления технических требований электродиагностического исследования в 2020 г. Американская ассоциация специалистов нервно-мышечной и электродиагностической медицины (AANEM), основываясь на публикации 2002 г. [9], установила минимальный объем исследования [21]:

1. Изучение сенсорной проводимости срединного нерва на уровне запястья. Если результаты выявляют отклонение от нормы, то необходимо сравнение с сенсорной проводимостью другого нерва симптомной конечности.

2. Если при проведении исследования сенсорной проводимости срединного нерва отклонение не выявлено, то рекомендована одна из следующих дополнительных методик:

- А. «Проба 8 см»

или

- Б. Сравнение сенсорной проводимости срединного нерва с сенсорной проводимостью локтевого/лучевого нервов

или

- В. Сравнение сенсорной проводимости срединного нерва на запястье с сенсорной проводимостью срединного нерва той же конечности на проксимальном (запястье – локтевой сгиб) или дистальном (палец – ладонь) участках.

3. Исследование моторной проводимости срединного нерва и одного другого нерва симптомной конечности, включая измерение дистальной моторной латентности.

4. Дополнительно: сравнение моторной проводимости при регистрации со второй червеобразной (срединный нерв) и первой ладонной межкостной (локтевой нерв) мышц, индекс терминальной латентности моторной проводимости срединного нерва (отношение длины дистального участка проведения импульса к скорости проведения возбуждения на проксимальном участке нерва и дистальной моторной латентности; за отклонение от нормы принимается индекс $< 0,34$ [9]), моторная проводимость и соотношение амплитуд М-волн срединного нерва на участке ладонь – запястье, соотношение амплитуд S-волн срединного нерва на участке ладонь – запястье, сенсорный инчинг.

5. Дополнительно: игольчатая ЭМГ мышц симптомной конечности миотомов уровня C5 – Th1, включая мышцы возвышения большого пальца (используют для документирования аксонопатии и исключения другой патологии).

При этом резидуальная латентность М-волны, параметры F-волн, кожный симпатический ответ (*sympathetic skin response*), исследование сенсорной и моторной проводимости срединного нерва после ишемии конечности и длительного сгибательного позиционирования не рекомендуются к рутинному применению при диагностике СЗК [9].

В обзоре электродиагностической оценки СЗК R. A. Werner и M. Andary [23] рекомендуют проводить минимум два согласующихся сравнительных метода исследования, а при отсутствии сенсорного ответа – сравнение моторной проводимости.

Снижение амплитуды М-волны срединного нерва при стандартном исследовании проводимости с короткой мышцы, отводящей большой палец

кисти, выявляется значительно реже удлинения дистальной моторной латентности. Оно объясняется первичной демиелинизацией срединного нерва на уровне запястного канала. Продемонстрировано различие в частоте встречаемости этих изменений: 15 % и 47 % соответственно (за отклонение от нормы принимали амплитуду $<5\text{ мВ}$) [26].

При исследовании скорости проведения возбуждения по сенсорным волокнам используют второй палец для наложения отводящих электродов по антидромной методике. Однако при легких случаях СЗК, когда не выявлено отклонений в дистальной моторной латентности, первый палец (расстояние от активного электрода до точки стимуляции – 10 см) является наиболее чувствительным для обнаружения очагового замедления. При удлинении дистальной моторной латентности существенного различия в исследовании четырех пальцев (расстояние 13 см), иннервируемых срединным нервом, не наблюдают [24].

Соотношение амплитуд сенсорных ответов срединного нерва на запястье и ладони не является чувствительным методом для выявления блока проводимости на уровне запястья. Если при этом условной границей сенсорного блока считать пятидесятипроцентное снижение амплитуды, то значимое амплитудное падение будет наблюдаться в 13 % исследований пациентов с СЗК [13] (при условии высокой специфичности теста).

Заключение

Электромиография располагает широким набором методик для установления уровня, характера и степени поражения срединного нерва при СЗК. Этот метод предоставляет возможность объективного динамического наблюдения эффективности проводимого лечения.

Анализ многочисленных публикаций, посвященных электромиографическому исследованию СЗК, а также накопленный многолетний опыт изучения заболевания в отделении функциональной диагностики ГБУЗ «Красная клиническая больница № 2» позволяют сделать вывод, что определение

алгоритма диагностики, количества применяемых методик исследования проводимости срединного нерва зависит от тяжести заболевания, анатомических особенностей кисти, наличия сопутствующей неврологической патологии, межневральных анастомозов.

Для своевременной и точной диагностики нейропатии срединного нерва на уровне запястья персонализированный подход поможет врачу в каждом конкретном случае выбрать наиболее подходящий объем исследования нервной проводимости.

Список литературы

1. Prevalence of carpal tunnel syndrome in a general population / *I. Atroshi, C. Gummesson, R. Johnsson, E. Ornstein, J. Ranstam, I. Rosen* // JAMA. – 1999. Jul.; 14; 282(2): 153–8.
2. Carpal Tunnel Syndrome: A Review of the Recent Literature / *I. Ibrahim, W. S. Khan, N. Goddard, P. Smitham* // Open Orthop J. – 2012. Feb. 6: 69–76.
3. Салтыкова В. Г. Ультразвуковое исследование срединного нерва при диагностике синдрома запястного канала / *В. Г. Салтыкова, Э. Ю. Малецкий, Д. С. Каньшина* // Ультразвуковая и функциональная диагностика. – 2021. – № 2: 39–62.
4. Aromatase Inhibitors and Risk of Arthritis and Carpal Tunnel Syndrome among Taiwanese Women with Breast Cancer: A Nationwide Claims Data Analysis / *H. Chien, Y. K. Yang, C. K. Kwoh, P. Chalasani, D. L. Wilson, W. Lo-Ciganic* // J Clin Med. – 2020. Feb.; 9(2): 566.
2. Carpal tunnel syndrome: updated evidence and new questions / *L. Padua, C. Cuccagna, S. Giovannini, D. Coraci, L. Pelosi, C. Loreti, R. Bernabei, L. D. Hobson-Webb* // Lancet Neurol. – 2023. Mar.; 22(3): 255–267.
3. Carpal tunnel syndrome: relationship between clinical and patient-oriented assessment / *L. Padua, R. Padua, I. Aprile, P. D'Amico, P. Tonali* // Clin Orthop Relat Res. – 2002. – Feb.; 395: 128–34.
4. Valls-Sole J. Antidromic vs orthodromic sensory median nerve conduction studies / *J. Valls-Sole, J. Leote, P. Pereira* // Clin Neurophysiol Pract. – 2016. Apr.; 7:1:18–25.
5. Nerve conduction studies and EMG in carpal tunnel syndrome: Do they add value? / *M. Sonoo, D. L. Menkes, J. D. P. Bland, D. Burke* // Clin Neurophysiol Pract. – 2018. Apr.; 5; 3: 78–88.
6. American Association of Electrodiagnostic Medicine, American Academy of Neurology, American Academy of Physical Medicine and Rehabilitation. Practice parameter for electrodiagnostic studies in carpal tunnel syndrome: summary statement // Muscle & Nerve. – 2002. May; 25(6): 918–922.
7. Kimura J. The carpal tunnel syndrome: localization of conduction abnormalities within the distal segment of the median nerve / *J. Kimura* // Brain. – 1979. Sep.; 102(3): 619–35.
8. A useful electrophysiologic parameter for diagnosis of carpal tunnel syndrome / *L. Padua, M. LoMonaco, E. M. Valente, P. A. Tonali* // Muscle nerve. – 1996. Jan.; 19(1): 48–53.
9. Neurophysiological classification and sensitivity in 500 carpal tunnel syndrome hands / *L. Padua, M. LoMonaco, B. Gregori, E. M. Valente, R. Padua, P. Tonali* // Acta Neurol Scand. – 1997. Oct.; 96(4): 211–7.

10. Conduction block and segmental velocities in carpal tunnel syndrome / *G. Di. Guglielmo, F. Torrieri, M. Repaci, A. Uncini* // *Electroencephalogr Clin Neurophysiol.* – 1997. Aug.; 105(4): 321–7.
11. Sensitivity of three median-to-ulnar comparative tests in diagnosis of mild carpal tunnel syndrome / *A. Uncini, A. Di. Muzio, J. Awad, G. Manente, M. Tafuro, D. Gambi* // *Muscle Nerve.* – 1993. Dec.; 16(12): 1366–73.
12. *Saba E. K.* Median versus ulnar medial thenar motor recording in diagnosis of carpal tunnel syndrome / *E. K. Saba* // *The Egyptian Rheumatologist.* – 2014. Dec.; 37: 139–146.
13. Sensitive median-ulnar motor comparative techniques in carpal tunnel syndrome / *H. W. Sander, C. Quinto, P. B. Saadeh, S. Chokroverty* // *Muscle Nerve.* – 1999. Jan.; 22: 88–98.
14. Diagnostic specificity of sensory and motor nerve conduction variables in early detection of carpal tunnel syndrome / *R. Cioni, S. Passero, C. Paradiso, F. Giannini, N. Battistini, G. Rushworth* // *J Neurol.* – 1989. May; 236(4): 208–13.
15. *Jackson D. A.* Electrodiagnosis of mild carpal tunnel syndrome / *D. A. Jackson, J. C. Clifford* // *Arch Phys Med Rehabil.* – 1989. Mar.; 7(3): 199–204.
16. *Kuntzer T.* Carpal tunnel syndrome in 100 patients: sensitivity of multi-neurophysiological procedures and estimation of axonal loss of motor, sensory and sympathetic median nerve fibers / *T. Kuntzer* // *J Neurol Sci.* – 1994. Dec.; 20; 127(2): 221–9.
17. *Nathan P. A.* Sensory segmental latency values of the median nerve for a population of normal individuals / *P. A. Nathan, K. D. Meadows, L. S. Doyle* // *Arch Phys Med Rehabil.* – 1988. Jul.; 69(7): 499–501.
18. The Quality Improvement Committee of the American Association of Neuromuscular & Electrodiagnostic Medicine. Quality measures in electrodiagnosis: Carpal tunnel syndrome – An AANEM Quality Measure Set / *S. Zivkovic, G. Gruener, M. Arnold, C. Winter, T. Nuckols, P. Narayanaswami* // *Muscle Nerve.* – 2020. Apr.; 61(4): 460–465.
19. *Zeidman L.* Using the Combined Sensory Index for Higher Diagnostic Yield in Mild Carpal Tunnel Syndrome / *L. Zeidman, S. Singh, D. Pandey* // *Neurology Journals.* – 2013. Feb.; 80(7).
20. *Werner R. A.* Electrodiagnostic evaluation of carpal tunnel syndrome / *R. A. Werner, M. E. Andary* // *Muscle Nerve.* – 2011. Oct.; 44(4): 597–607.
21. Comparison of digital sensory studies in patients with carpal tunnel syndrome / *M. J. Kothari, S. B. Rutkove, J. B. Caress, J. Hinchey, E. L. Logigian, D. C. Preston* // *Muscle Nerve.* – 1995. Nov.; 18 (11): 1272–1276.
22. *Kimura J.* A method for determining median nerve conduction velocity across the carpal tunnel / *J. Kimura* // *J Neurol Sci.* – 1978. Aug.; 38(1): 1–10.
23. *Kuntzer T.* Carpal tunnel syndrome in 100 patients: sensitivity, specificity of multi-neurophysiological procedures and estimation of axonal loss of motor, sensory and sympathetic median nerve fibers // *J Neurol Sci.* – 1994. Dec.; 20; 127(2): 221–9.
24. Which nerve conduction parameters can predict spontaneous electromyographic activity in carpal tunnel syndrome? / *C. Chang, W. Lee, Y. Liao, M. Chang* // *Clin Neurophysiol.* – 2013. Nov.; 124(11): 2264–8.