

Діагностична інформативність електроміографічних показників та їх роль в прогнозуванні ефективності консервативного лікування у хворих з карпальним тунельним синдромом

Гайко О.Г., Климчук Л.І.[✉]

Резюме. Актуальність. Для диференційної діагностики з іншою патологією та верифікації компресійно-ішемічної невропатії серединного нерву (КН СН) в карпальному каналі (КК), визначення ступеню тяжкості ураження серединного нерва (СН) широко використовують інструментальні методи дослідження, серед яких найбільш поширеним та інформативним до цього часу залишається електроміографія (ЕМГ). Клінічний діагноз цієї патології більш відомий як карпальний тунельний синдром (КТС). **Мета.** Вивчити діагностичну інформативність ЕМГ показників в українській популяції хворих з КТС та їх роль в прогнозуванні ефективності консервативного лікування цієї патології. **Матеріал і методи.** 128 хворим (204 кінцівки) з клінічними ознаками КТС, які склали основну групу (ОГ) дослідження, виконано електроміографію (ЕМГ). Середній вік пацієнтів складав $58,2 \pm 12,5$ років, серед них 105 (82 %) жінок та 23 (18 %) чоловіка, 77 з двостороннім та 51 з одностороннім процесом. Контрольну групу (КГ) склали 30 добровольців (54 кінцівки) без скарг та ознак неврологічної симптоматики. Середній вік – $45,1 \pm 7,8$ років, серед них 23 (77,6%) жінки та 7 (23,3%) чоловіків. Для визначення ЕМГ предикторів ефективності консервативного лікування, а саме параневральних блокад з кортикостероїдами (ПБК), обстежено 58 кінцівок ОГ. ЕМГ проводили на апараті «Viking Quest» (Nicollet, США). Використовували наступні ЕМГ методики з оцінкою: дистальної моторної латентності (ДЛм) та амплітуди сумарного м'язового потенціалу (М-відповіді) М. *abductor pollicis brevis* (АРВ); дистальної (ДЛс) та пікової сенсорної латентності (ПЛс), амплітуди сенсорного потенціалу СН (2 палець) та швидкості проведення збудження сенсорним волокнам СН (ШПЗс); різниці дистальних сенсорних латентностей (РЛс с/п) сенсорного потенціалу (1 палець) при стимуляції СН (ДЛсс) та променевого нерва (ДЛсп) відповідно; різниці дистальних моторних латентностей (РЛм с/л) М-відповіді червоподібного та міжкісткового м'язів при стимуляції СН та ліктьового нерва; співвідношення амплітуди М-відповіді, отриманої при стимуляції СН на рівні нижньої третини передпліччя до амплітуди М-відповіді – на рівні середньої третини долоні (Ампл.к/д); швидкості проведення збудження по сенсорним волокнам ліктьового нерва (ШПЗл). **Результати.** При аналізі середніх значень основних ЕМГ показників виявлено вірогідні відмінності у обстежених ОГ та КГ, які мали різну направленість змін, характерних для КН СН. На основні даних отриманих при дослідженні пацієнтів КГ (визначених референтних та абнормальних значень) та ROC аналізу визначено чутливість та специфічність основних показників ЕМГ: ДЛм – 73,5% та 96,3%; ПЛс – 81,9 % та 100%; ШПЗс – 93,9% та 100%; РЛс с/п – 62,5% та 100%, ДЛсс – 83,3% та 96,9 %; РЛм с/л – 88,2% та 100% відповідно (площа під ROC кривою 0,91-0,96). За результатами ROC аналізу визначено, що найбільш прогностично значимим ЕМГ показником щодо ефективності ПБК була Ампл.СП (чутливість 90,9 % та специфічність 92,0 %; площа під ROC кривою 0,95). **Висновки.** ЕМГ є об'єктивним та інформативним методом діагностики КН СН в карпальному каналі, визначення ступеня тяжкості ураження нерва у хворих з КТС та прогнозування ефективності ПБК.

Ключові слова: зап'ястковий синдром; карпальний тунельний синдром; тунельна невропатія; компресійно-ішемічна невропатія; серединний нерв; електроміографія; ЕМГ; дослідження нервової провідності, неврологія.

Вступ

Зап'ястковий або карпальний тунельний синдром (КТС) є найбільш поширеним серед тунельних невропатій кінцівок [1,2]. КТС це клінічний діагноз, який виставляється на основі типових скарг та даних об'єктивного клінічного обстеження. Специфічні симптоми цього захворювання викликані локальним здавленням серединного нерва (СН) в карпальному каналі (КК), основними патогенетичними факторами якого є компресія та ішемія нервового стовбура на цьому рівні. Не дивлячись на типову клінічну картину, розповсюдженість цієї патології, столітню історію її вивчення, залишається досить високий відсоток хворих з неправильно встановленим діагнозом. Так за нашими даними 66 % хворих з клінічними симптомами КТС, які були направлені або самостійно звернулися до нашого закладу з невстановленим діагнозом, на попередніх етапах отримували лікування остеохондрозу шийного відділу хребта, а 34% – іншої ортопедичної патології в області кистьового суглобу [3]. Для диференційної діагностики з іншою патологією та верифікації діагнозу ІКН СН в КК, визначення ступеню тяжкості ураження СН широко використовують інструментальні методи дослідження, серед яких найбільш поширеним та інформативним до цього часу залишається електроміографія (ЕМГ) з дослідженням нервової провідності (nerve conduction study, NCS) [4-8]. Саме цей метод дозволяє локалізувати місце ураження та визначити ступінь тяжкості ураження різних структур нервового стовбура.

На сьогодні в літературі можна зустріти сотні статей, присвячених використанню ЕМГ в діагностиці КТС. Не дивлячись на широке використання цього методу в Україні, є лише поодинокі роботи, що стосуються аналізу кількісних ЕМГ даних хворих з ІКН СН в КК [9]. Але, на жаль, при прямому пошуку в доступній нам літературі ми не знайшли наукових робіт, які б містили аналіз даних ЕМГ дослідження в українській популяції хворих з КТС з використанням міжнародних рекомендацій та протоколів.

Мета: вивчити діагностичну інформативність ЕМГ показників в українській популяції хворих з КТС та їх роль в прогнозуванні ефективності консервативного лікування цієї патології.

Матеріали і методи

Для підтвердження діагнозу, визначення рівня та ступеня тяжкості ушкодження серединного нерва, 128 хворим з клінічними ознаками КТС, які склали основну групу дослідження (ОГ), виконано ЕМГ згідно рекомендацій Американської Асоціації електродіагностичної медицини (ААЕМ) [10]. Середній вік пацієнтів складав $58,2 \pm 12,5$ років, серед них 105 (82 %) жінок та 23 (18 %) чоловіка, 77 з двостороннім та 51 з одностороннім процесом, обстежено 204 кінцівки (при двосторонньому процесі у одного пацієнта дослідження не виконували в зв'язку з вираженим больовим синдромом). Симптоми всіх 128 обстежених пацієнтів відповідали клінічним діагностичним критеріям КТС згідно рекомендацій ААЕМ [10].

В контрольну групу (КГ) увійшли дані обстеження 30 добровольців, здорових людей без скарг та ознак неврологічної симптоматики (54 кінцівки). Середній вік – $45,1 \pm 7,8$ років, серед них 23 (77,6%) жінки та 7 (23,3%) чоловіків.

Для визначення ЕМГ предикторів ефективності консервативного лікування, а саме параневральних блокад з кортикостероїдами, обстежено 58 кінцівок ОГ. За задовільний результат приймали позитивне суб'єктивне покращення стану (зменшення болю, регрес чутливих і рухових порушень) за умови тривалості ефекту від блокади понад 12 місяців, за незадовільний – аналогічні зміни за умови тривалості ефекту менше 12 місяців або відсутність позитивної динаміки.

Електроміографічне дослідження (ЕМГ) проводили у відділі функціональної діагностики ДУ «ІТО НАМН України» на апараті «Viking Quest» (Nicollet, США) за направленням лікаря травматолога-ортопеда чи невролога з діагнозом КТС.

Для виключення іншої неврологічної патології, за стандартними методиками [11] виконували стимуляційну ЕМГ з дослідженням швидкості проведення збудження по рухових та чутливих волокнах серединного та ліктьового нерва з обох сторін (в окремих випадках і променевого) та за необхідності – голкову електроміографію м'язів верхньої кінцівки (при підозрі на шийну радикулопатію тощо).

Для діагностики та підтвердження діагнозу КТС використовували наступні методики дослідження нервової провідності (ЕМГ тести), рекомендовані ААЕМ [10-12], з оцінкою відповідних параметрів:

Тест 1 (**Guideline**, рекомендація, ААЕМ). Дослідження дистальної моторної латентності (ДЛм, мс) та амплітуди сумарного м'язового потенціалу дії (М-відповідь) короткого відвідного м'яза першого

✉ Гайко Оксана Георгіївна – д.мед.наук,
Завідуюча відділу функціональної діагностики
ДУ «Інститут травматології та ортопедії НАМН
України», Київ, вул. Бульварно-Кудрявська, 27
+38 044 2880132, ooksana.2010@gmail.com

пальця (*M. abductor pollicis brevis* – APB) за стандартною методикою (Ампл. М-відповіді APB, мВ, по негативному піку). Відстань від стимулюючого до активного електроду – 8 см.

Тест 2 (**Standard**, стандарт, ААЕМ). Дослідження дистальної (ДЛс, мс) та пікової латентності (ПЛс, мс) та амплітуди сенсорного потенціалу (СП) (Ампл.СП, мкВ, по негативному піку) серединного нерва при відведенні від 2 пальця, швидкості проведення збудження (ШПЗс) на сегменті кисті за стандартною антидромною методикою. Відстань від стимулюючого до активного електроду – 14 см.

При нормальних показниках ШПЗс Тест 2 доповнювали дослідженням швидкості проведення збудження по сенсорним волокнам ліктьового нерва (ШПЗл, м/с) на сегменті кисті, при відведенні від 5 пальця за стандартною антидромною методикою.

Тест 3 (**Standard**, стандарт, ААЕМ). Дослідження різниці дистальних латентностей (РЛс с/п, мс) сенсорного потенціалу при стимуляції серединного (ДЛсс) та променевого нерва (ДЛсп) та відведенні від 1 пальця кисті за стандартною антидромною методикою. Відстань від стимулюючого до активного електроду – 10 см.

Тест 4 (**Option**, опція, ААЕМ). Дослідження дистальної моторної латентності М-відповіді червоподібного та міжкісткового м'язів при стимуляції серединного нерва (СДЛм) та ліктьового нерва (ЛДЛм) та відведенні в 2 міжп'ястному проміжку за стандартною методикою. Відстань від стимулюючого до активного електроду – 10 см.

Тест 5 (**Option**, опція, ААЕМ). Дослідження співвідношення амплітуди М-відповіді, отриманої при стимуляції нерва на рівні нижньої третини передпліччя до амплітуди М-відповіді при стимуляції на рівні середньої третини долоні (Ампл.к/д) за стандартною методикою. Відстань від стимулюючого до активного електроду – більше 5 см. Зниження амплітуди менше 30% при проксимальній стимуляції (Ампл. к/д >0,7) при збільшенні тривалості М-відповіді менше за 15%, розглядали як частковий блок проведення збудження [10].

Для дослідження моторної та сенсорної провідності використовували стандартні настройки апарата: з чутливістю 100-2000 мкВ та 5-20 мкВ на поділку; швидкість розгортки – 10 мс на поділку; смуга перепускання частот 2-10000 Гц та 20 -2000 Гц відповідно. Температура приміщень підтримувалася в діапазоні 20-22°.

Для статистичного аналізу використовували методи варіаційної статистики з розрахунком частотних характеристик для якісних параметрів (у %) та середніх величин показників з оцінкою їх варіабельності (середньої арифметичної (М),

середньоквадратичного (стандартне) відхилення (SD). Оцінка статистичної значимості різниці між групами порівняння проводилася з використанням параметричних критеріїв – t-критерію для попарного порівняння. Для визначення порогових діагностично значимих рівнів ЕМГ показників використано методологію логістичної регресії та ROC аналізу. Оцінку адекватності отриманих моделей ROC-аналізу та характеристику якості діагностичного тесту проводили за коефіцієнтом площі під кривою ROC (ППК, AUC) та її шкали значень. Визначали чутливість (Se), специфічність (Sp), прогностичну оцінку позитивного (ПОПР, PPV) та негативного результатів (ПОНР, NPV).

Результати

Всі обрані методики, які застосовували у цьому дослідженні, рекомендовані ААЕМ та представлені в роботі R.Werner і M.Andary [12].

Середнє та діапазон значень (від мінімального до максимального) ЕМГ показників, отриманих при проведенні тестів в контрольній групі, представлені в таблиці 1. Референтне значення основних показників тесту, а саме верхня та нижня межа норми, визначалися за загальноприйнятим методом: як середнє+2SD або середнє – 2SD відповідно [10]. При аналізі швидкісних та амплітудних параметрів основних показників: значення ДЛм > 4,3 мс та Ампл. М-відповіді APB < 3,5 мВ (Тест1); ДЛс >3,0 мс, ПЛс > 3,9 мс, ШПЗс < 45 м/с (Тест 2); РЛс с/п > 0,5 мс (Тест 3); РЛм с/л > 0,6 мс (Тест4) розглядалися як абнормальні.

При порівнянні ЕМГ даних в контрольній та основній групі, всі визначені середні значення показників хворих з КТС вірогідно відрізнялися від даних контрольної групи, за виключенням ДЛмл (таблиця 2). Тільки в 5 (2,5%) випадках ОГ всі ЕМГ показники знаходились в межах норми.

Для визначення оптимальних діагностично значимих порогових рівней ЕМГ показників за ROC аналізом були обрані рівні з максимальними значеннями чутливості і специфічності для диференціації хворих з КТС та пацієнтів КГ. В той же час ми використали абнормальні значення, вираховані на основі референтних даних КГ, і включили їх теж як порогові критерії в оцінку діагностичної ефективності тесту (виділені жирним курсивом, якщо вони не співпадають з нашими даними).

Результати ROC аналізу, порогові значення основних показників з оцінкою адекватності представлених моделей за коефіцієнтом AUC наведені в таблиці 3.

Аналіз отриманих даних показав, що площа під

кривою ППК (AUC) у всіх випадках складала $\geq 0,91$. Це свідчить про відмінну діагностичну якість обраних моделей. Діагностично пороговими рівнями показників для діагностики КІН СН в КК було обрано: ДЛм $>4,3$ мс, ПЛс $>3,7$ мс, ШПЗс <48 м/с, ДЛсс $>2,5$ мс, РЛс с/п та РЛм с/л $>0,5$ мс.

Обстеження хворих з КТС починали з Тесту 2. У 88 (43,1%) випадках в ОГ при стимуляції нерва проксимальніше карпального каналу сенсорний потенціал СН не зареєстровано. При цьому в деяких випадках сенсорний потенціал не реєстрував-

ся і при стимуляції нерва дистальніше карпальної зв'язки або амплітуда була значно зменшеною у порівнянні з нормою. Останнє свідчило про наявність аксональної дегенерації сенсорних аксонів різного ступеня тяжкості.

При проведенні Теста 1 у 83 (41,5 %) було виявлено зниження амплітуди М-відповіді м'язів тенара ($<3,5$ мВ) при стимуляції на рівні н/3 передпліччя. В таких випадках виконували Тест 5 (порівняння амплітуди М-відповіді отриманих при стимуляції нерва в двох точках). Аналіз Ампл.к/д було вико-

Таблиця 1

ЕМГ показники в контрольній групі

Тест/Показник	Контрольна група (M \pm SD)	Діапазон значень в групі контролю	Референтні значення (верхня * / нижня межа норми**)
Тест 1			
ДЛм,мс	3,51 \pm 0,39	2,5-4,4	4,3*
Ампл.М-відповіді АРВ, мВ	7,69 \pm 2,11	3,5-13,9	3,5**
Тест 2			
ДЛс, мс	2,53 \pm 0,23	2,0-3,0	2,99*
ПЛс,мс	3,30 \pm 0,28	2,7-3,7	3,86*
Ампл. СП	27,75 \pm 11,37	14,9-61,9	
ШПЗс,мкВ	56,07 \pm 5,89	49,0-73,0	44**
Тест 3			
ДЛсс,мс	2,06 \pm 0,32	1,3-2,8	2,7*
Ампл.СПс, мкВ	22,78 \pm 7,29		
ДЛсп,мс	1,92 \pm 0,34	1,3-2,5	
Ампл.СПп, мкВ	15,60 \pm 5,75		
РЛс с/п, мс	0,14 \pm 0,19	(-0,2)-0,5	0,52*
Тест 4			
ДЛмс	3,37 \pm 0,38	2,8-4,4	
ДЛмл, мс	3,20 \pm 0,39	2,5-4,1	
РЛм с/л,мс	0,17 \pm 0,19	(-0,2)-0,5	0,55*

ДЛм – дистальна моторна латентність; Ампл. М-відповіді АРВ – амплітуда сумарного м'язового потенціалу дії *M. abductor pollicis brevis*; ДЛс – дистальна сенсорна латентність СП серединного нерва; ПЛс – пікова сенсорна латентність СП серединного нерва; Ампл. СП – амплітуди сенсорного потенціалу серединного нерва (2 палець); ШПЗс – сенсорна швидкість проведення збудження по серединному нерві (2 палець); ДЛсс – дистальна сенсорна латентність СП серединного нерва (1 палець); Ампл.СПс – амплітуди сенсорного потенціалу серединного нерва (1 палець); ДЛсп – дистальна сенсорна латентність СП променевого нерва (1 палець); Ампл.СПп – амплітуди сенсорного потенціалу променевого нерва (1 палець); РЛс с/п – різниця сенсорних латентностей СП серединного та променевого нервів; СДЛм – дистальна моторна латентність М-відповіді червоподібного м'яза; ДДЛм – дистальна моторна латентність М-відповіді міжкісткового м'яза; РЛм с/л – різниця моторних латентностей М-відповіді червоподібного та міжкісткового м'язів.

Таблиця 2

ЕМГ показники в контрольній та основній групі

Тест/Показник/ кількість (n)	Контрольна група (M \pm SD)	Основна група (M \pm SD)	p
Тест 1			
ДЛм,мс	3,51 \pm 0,39	5,87 \pm 2,65**	<0,001
Амплітуда М-відповіді АРВ,мВ	7,69 \pm 2,11	4,29 \pm 2,73**	<0,001
Тест 2			
ПЛс,мс	3,30 \pm 0,28	4,54 \pm 0,89**	<0,001
Ампл. СП,мкВ	27,75 \pm 11,37	14,79 \pm 9,42**	<0,001
ШПЗс, м/с	56,07 \pm 5,89	38,20 \pm 7,91**	<0,001
ШПЗл, м/с		55,22 \pm 4,86**	<0,001*
Тест 3			
ДЛсс,мс	2,06 \pm 0,32	2,98 \pm 0,55**	<0,001
ДЛсп,мс	1,92 \pm 0,34	2,15 \pm 0,30**	<0,05
РЛс с/п, мс	0,14 \pm 0,19	0,84 \pm 0,49**	<0,001
Тест 4			
ДЛмс, мс	3,37 \pm 0,38	5,24 \pm 1,64	<0,001
ДЛмл, мс	3,20 \pm 0,39	3,08 \pm 0,39	>0,05
РЛм с/л, мс	0,17 \pm 0,19	2,16 \pm 1,64	<0,001

ДЛм – дистальна моторна латентність; Ампл. М-відповіді АРВ – амплітуда сумарного м'язового потенціалу дії *M. abductor pollicis brevis*; ДЛс – дистальна сенсорна латентність СП серединного нерва (2 палець); ПЛс – пікова сенсорна латентність СП серединного нерва (2 палець); Ампл.СП – амплітуди сенсорного потенціалу серединного нерва (2 палець); ШПЗс – сенсорна швидкість проведення збудження по серединному нерву (2 палець); ДЛсс – дистальна сенсорна латентність СП серединного нерва (1 палець); ДЛсп – дистальна сенсорна латентність СП променевого нерва (1 палець); РЛс с/п – різниця сенсорних латентностей СП серединного та променевого нервів; СДЛм – дистальна моторна латентність М – відповіді червоподібного м'яза; ДДЛм – дистальна моторна латентність М – відповіді міжкісткового м'яза; РЛм с/л – різниця моторних латентностей М-відповіді червоподібного та міжкісткового м'язів.

*порівняння ШПЗс та ШПЗл в основній групі; **за виключенням випадків, при яких моторні або сенсорні потенціали не зареєстровані.

нано у 78 випадках. З них, у 32 (41,0%) випадках було виявлено ознаки демієлінізуючих процесів (3 – повний блок проведення збудження (БПЗ), 19 – частковий БПЗ на рівні карпального каналу з показником Ампл.к/д меншим за 0,7 та у 10 – ознаки часової дисперсії). В 13 (16,7%) випадках зареєстровано зменшення амплітуди М-відповіді в двох точках (менше нижньої межі референтного значення 3,5 мВ), що свідчило про наявність вторинної аксональної дегенерації, тобто аксонально-демієлінізуючого ураження моторних волокон СН різного ступеня тяжкості. Як видно з представлених даних, виконання такої методики є інформативним для діагностики характеру та ступеня тяжкості ураження СН.

Окремо проаналізували 32 хворих з виконанням Тесту 2 та 4, в яких сенсорний потенціал СН (2 палець) не зареєстровано. РЛм с/л при виконанні Тесту 4 в цих випадках значно перевищувала норму в усіх випадках (діапазон 0,8-7,7 мс), чутливість тесту значно зросла і становила 100%.

Наступним етапом нашої роботи було визначення ЕМГ предикторів ефективності консервативного лікування, а саме параневральних блоkad з кортикостероїдами. За результатами ROC аналі-

зу було визначено основні прогностично значимі ЕМГ показники щодо незадовільного результату (таблиця 5). Серед досліджених показників тільки Ампл.СП, ШПЗс та ДЛм серединного нерва мали вірогідне значиме прогностичне значення щодо результату лікування, серед яких амплітуда сенсорного потенціалу СН (2 палець) мала найбільшу чутливість та специфічність (91% та 92 % відповідно). Відсутність або зменшення амплітуди менше 10 мкВ є прогностично несприятливим щодо задовільного результату від проведення параневральної блокади.

Обговорення

Обрання ЕМГ тестів в нашій роботі було не випадковим. На теренах України рутинні тести (Тест 1, 2, 6) є найбільш поширеними і виконуються практично всіма нейрофізіологами країни. Два порівняльні, а саме сенсорний (Тест 3) та моторний тест (Тест 4) застосовуються менш часто.

При аналізі середніх значень основних ЕМГ показників виявлено вірогідні відмінності у хворих з КТС та контрольній групі обстежених, які мали

Таблиця 3

Порогові рівні ЕМГ показників та їх діагностична ефективність

Показник	Порогове значення	Чутливість, (95%СІ)	Специфічність, (95%СІ)	ППК АUC	р
ДЛм, мс	>3,9	84,3	90,7	0,916	<0,001
	>4,3	73,5	96,3	0,916	<0,001
ПЛс, мс	>3,7	81,9	100,0	0,915	<0,001
	>3,9	75,9	100,0	0,915	<0,001
ШПЗс, м/с	< 45	81,74	100,0	0,963	<0,001
	<48	93,9	100,0	0,963	<0,001
ДЛсс, мс	>2,5	83,3	96,9	0,909	<0,001
	>2,7	79,2	96,9	0,909	<0,001
РЛс с/п, мс	>0,2	95,8	75,0	0,917	<0,001
	>0,5	62,5	100,0	0,917	<0,001
РЛм с/л, мс	>0,5	88,2	100,0	0,946	<0,001
	>0,6	86,2	100,0	0,946	<0,001

ДЛм – дистальна моторна латентність; ДЛс – дистальна сенсорна латентність СП серединного нерва (2 палець); ПЛс – пікова сенсорна латентність СП серединного нерва (2 палець); ШПЗс – сенсорна швидкість проведення збудження по серединному нерву (2 палець); ДЛсс – дистальна сенсорна латентність СП серединного нерва (1 палець); РЛс с/п – різниця сенсорних латентностей СП серединного та променевого нервів; РЛм с/л – різниця моторних латентностей М-відповіді червоподібного та міжкісткового м'язів.

Таблиця 5

Порогові рівні ЕМГ показників та їх прогностична ефективність щодо незадовільного результату лікування

Показник)	Порогове значення	Чутливість %	Специфічність %	AUC	р
Ампл.СП, мкВ	≤10,1	90,9	92,0	0,952	0,001
ШПЗс, м/с	≤38	85,7	60,0	0,751	0,002
ДЛм, мс	>5,4	68,7	92,0	0,843	0,001

різну направленність змін, характерних для КТС, за виключенням ДЛмл при дослідженні ліктьового нерва. Останнє цілком зрозуміло, враховуючи відсутність патології ліктьового нерва в обох групах дослідження. В той же час виявлені вірогідні відмінності ДЛсп в основній та контрольній групах при дослідженні променевого нерва можна пояснити можливими технічними помилками в вимірюванні відстані від місця стимуляції нерва до реєструючого електрода, що описано в літературі [7,12] або значним відсотком людей похилого віку (старше 60 років) в ОГ пацієнтів. Для зменшення впливу першого фактору на результати дослідження, було проведено ізольований аналіз показника ДЛсс.

На основі даних отриманих при дослідженні КГ пацієнтів (референтних та абнормальних значень основних ЕМГ показників) та ROC аналізу було визначено діагностичну ефективність обраних методик. Чутливість та специфічність для Тесту 1 для ДЛм складала 73,5% та 96,3%; Тесту 2 для ПЛс – 81,9 % та 100%, ШПЗс – 93,9% та 100%; Тесту 3 для ДЛсс – 83,3 % та 96,9 %, для РЛс с/п – 62,5% та 100%, Тесту 4 для РЛм с/л – 88,0% та 100% відповідно. Всі обрані діагностичні порогові значення показників мали чутливість та специфічність, які перевищували 81,0% та 96,3% відповідно, за виключенням досить низької чутливості показника ДЛм та РЛс с/п – 73,5% та 62,5% відповідно. Отримані результати в цілому відповідали діапазону даних попередніх досліджень, опублікованих в літературі [10-12, 14-16]. Найбільш інформативними та діагностично ефективними в українській популяції хворих з КТС серед ЕМГ методик визначено Тест 2 та Тест 4. Слід також зазначити, що в Тесті 2 площа під кривою для показника ШПЗс була вищою ($AUC=0,963$), ніж для пікової сенсорної латентності ($AUC=0,915$), що вказує на те, що дослідження сенсорної швидкості проведення збудження (з корекцією на відстань між стимулюючим та реєструючим електродами) в нашому дослідженні був більшим точним в діагностиці КТС. Тест 4 простий у виконанні та має вирішальне значення в діагностиці КТС при більш тяжкому ступеню захворювання. На відміну від показника різниці сенсорних латентностей у Тесті 3, ДЛсс мав досить велику чутливість і специфічність (83,3% та 100% відповідно), та просту техніку визначення. Враховуючи це, доцільно розглянути його ізольоване використання як «скороченого Тесту 3» для діагностики КТС. Дані щодо діагностичної ефективності швидкісних параметрів цього показника відзначалися і в попередніх публікаціях [18].

За результатами ROC аналізу було визначено діагностично значимі прогностичні ЕМГ

показники щодо незадовільного результату. Найбільшу прогностичну ефективність (чутливість 90,9% та специфічність 92%, ППК (AUC) =0,95) показав показник амплітуди сенсорного потенціалу СН (2 палець). Відсутність сенсорного потенціалу або амплітуда СП менше 10 мкВ з високою вірогідністю прогнозувала незадовільний результат консервативного лікування, а саме параневральної блокади з гормональним препаратом. Всі інші показники мали вірогідну, але менш значиму прогностичну ефективність.

Висновки

1. ЕМГ є об'єктивним та інформативним методом діагностики компресійно-ішемічної невропатії серединного нерва та ступеня тяжкості ураження нервового стовбура в карпальному каналі.

2. Встановлено діагностично значимі порогові значення основних ЕМГ показників в українській популяції хворих з карпальним тунельним синдромом.

3. Визначено, що найбільш інформативними та діагностично ефективними тестами діагностики компресійно-ішемічної невропатії серединного нерва в карпальному каналі в українській популяції хворих є Тест 2 та Тест 4 (чутливість 93,9 % та 88,2% відповідно).

4. Найбільш прогностично значимим ЕМГ показником щодо ефективності параневральних блокад з кортикостероїдами визначено амплітуду сенсорного потенціалу серединного нерва (чутливість 90,9 % та специфічність 92,0 %).

Конфлікт інтересів. Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів під час підготовки статті.

References

- Gouzou S, Liverneaux P. Carpal tunnel syndrome and other nerve entrapment syndromes. *Rev Prat.* 2013 Nov;63(9):1258-62.
- Lapierre F, Buffenoir K, Giot JP, Delmotte A, Rigoard P. The main tunnel syndromes. *Neurochirurgie.* 2009 Oct;55(4-5):393-412. doi: 10.1016/j.neuchi.2009.08.157.
- Haiko O.G., Klymchuk L.I., Tymoshenko S.V. Problemy diahnostyky ta likuvannia karpalnoho syndromy [The Problems of the Carpal Tunnel Syndrome Diagnostic and Treatment: in Ukrainian]. *Herald of Orthopedics, Traumatology, and Prosthesing.* 2019;4:38-44. DOI: 10.37647/0132-2486-2019-103-4-35-40
- Babaei-Ghazani A, Roomizadeh P. The role of electrodiagnostic studies in carpal tunnel syndrome: beyond confirmation of diagnosis. *Orthopedics.* 2018 Mar 1;41(2):67. doi: 10.3928/01477447-20180227-01.

5. M. Sonoo, D. L. Menkes, J. D.P. Bland, D. Burke. Nerve conduction studies and EMG in carpal tunnel syndrome: Do they add value? *Clinical Neurophysiology Practise*. 2018;3:78–88 doi: 10.1016/j.cnp.2018.02.005. eCollection 2018.
6. K. Osiak, A. Mazurek, P. Pekala, M. Koziej, J. A. Walocha, A. Pasternak. Electrodiagnostic Studies in the Surgical Treatment of Carpal Tunnel Syndrome—A Systematic Review. *J. Clin. Med*. 2021;10:2691. <https://doi.org/10.3390/jcm10122691>
7. M. H. Alanazy. Clinical and electrophysiological evaluation of carpal tunnel syndrome: approach and pitfalls *Neurosciences*. 2017; 22 (3): 169-180/ doi: 10.17712/nsj.2017.3.20160638
8. Keivan Basiri, Bashar Katirji. Practical approach to electrodiagnosis of the carpal tunnel syndrome: A review. *Advanced Biomedical Research*. 2015;4 (1):50 DOI: 10.4103/2277-9175.151552
9. Orzheshkovskiy V.V., Prokopovych E.V. Klinicheskie, elektromiograficheskie i ultrazvukovye kharakteristiki sindroma karpalnogo kanala izolirovannogo i na fone polineuropatii [Clinical, Electromiographic and Ultrasound Characteristics of the Carpal Canal Syndrome Separately and on the Background of Polyneuropathy: in Russian]; *Milli Nevrologiya jurnali*. 2017; 2 (12):35-41
10. AAEM practice topic in electrodiagnostic medicine. Practice parameter for electrodiagnostic studies in carpal tunnel syndrome: summary statement. *Muscle Nerve*. 2002;25:918-922. DOI:10.1002/mus.10185
11. Preston DC., Shapiro BE. *Electromyography and Neuromuscular Disorders: Clinical-Electrophysiologic Correlations* (3rd ed). Saunders: Elsevier; 2013. 629 p.
12. Werner RA, Andary M. Electrodiagnostic evaluation of carpal tunnel syndrome. *Muscle Nerve*. 2011;44:597-607. doi: 10.1002/mus.22208.
13. Bland JD. A neurophysiological grading scale for carpal tunnel syndrome. *Muscle Nerve*. 2000;23 (8):1280–1283 [https://doi.org/10.1002/1097-4598\(200008\)23:8<1280::AID-MUS20>3.0.CO;2-Y](https://doi.org/10.1002/1097-4598(200008)23:8<1280::AID-MUS20>3.0.CO;2-Y)
14. Banach M, Ferens A, Antczak Y, GriBBin D. Lumbrical-interosseous latency comparison test as a highly sensitive tool in diagnosing mild and severe carpal tunnel syndrome. *Family Medicine & Primary Care Review*. 2015;17(4):257-261 doi: 10.5114/fmpcr/60423
15. Khean-Jin GOH, Chai-Beng TAN, Yew-Kim YEOW, Helen TL TJIA. The Electrodiagnosis of Carpal Tunnel Syndrome – comparison of the sensitivities of various nerve conduction tests. *Neurol J Southeast Asia*. 1999;4:37-43.
16. Gerawarapong C. Comparison of sensitivities between median-thumb sensory distal latency and conventional nerve conduction studies in electrodiagnosis of carpal tunnel syndrome. *J Med Assoc Thai*. 2014 Sep;97(9):969-76.
17. Eman A. Tawfik, Abeer K. El Zohiery, Nouran M. Abaza. The second lumbrical-interossei latency difference in carpal tunnel syndrome: Is it a mandatory or a dispensable test? *Alexandria Journal of Medicine*. 2013;49:199–205.
18. Sharma KR, Rotta F, Romano J, Ayyar DR. Early diagnosis of carpal tunnel syndrome: comparison of digit 1 with wrist and distoproximal ratio *Neurol Clin Neurophysiol*. 2001;2:2-10. doi: 10.1162/15268740151079491.

Diagnostic Relevance of Electromyographic Values and their Role in Forecasting the Conservative Treatment in Patients with Carpal Tunnel Syndrome

Haiko O.G., Klymchuk L.I.

Summary. *Instrumental investigation and electromyography (EMG), one of the most widespread and informative of its methods, still remains widely used for differentiated diagnostics with any other disorder, compressive-isbemic focal neuropathy (CIFN) of the median nerve (MN)) at the level of the carpal tunnel (CT) diagnosis verification and determination of the severity of damage to the MN. The clinical diagnosis of this pathology is better known as carpal tunnel syndrome (CTS). Objective: To study the diagnostic relevance of electromyographic values in the Ukrainian population of CTS patients and their role in forecasting the efficiency of conservative treatment of this disorder. **Materials and methods:** 128 patients (204 extremities) with the clinical signs of CTS, who formed the Main Group (MG) underwent electromyography (EMG). The mean age of the patients was 58.2±12.5 years old; among them were 105 (82 %) women and 23 (18 %) men; 77 persons with a bilateral and 51 with a unilateral process. The control group (CG) included 30 volunteers (54 extremities) without any claims and signs of neurological symptoms. The mean age was 45.1±7.8 years old; among them were 23 (77.6%) women and 7 (23,3%) men. To determine the EMG predictors of the effectiveness of clinical outcomes after paraneural corticosteroid injection (PCI) 58 extremities MG were examined. For the EMG examination, we used the «Viking Quest» machine by Nicollet, the USA. Applying relevant methods, we investigated the following: median motor distal latency (DMLm) and CMAP of M. abductor pollicis brevis (APB); median sensory distal onset (MOL-D2), median sensory distal peak latency (MPL-D2), median SNAP amplitude digit 2, median sensory conduction velocity between wrist and digit 2 (mSNCV); difference in median sensory onset latency (digit 1) (MSL-D1) to radial sensory onset latency (digit 1) (RSL-D1) – MD1-RD1; difference in median nerve*

*distal motor latency (2nd lumbrical) to the ulnar nerve distal motor latency (2nd interossei) – 2LI-DML; interrelation of the amplitudes of CMAP APB obtained by the stimulation of the MN on the level of the lower third of forearm to the amplitude of CMAP APB – on the level of the lower third of a palm (wrist to palm amplitude ratio); the sensory ulnar nerve conduction velocity (uSNCV). **Results:** The analysis of mean values of the core EMG values has demonstrated the significant differences between MG and CG, with different directions of changes, typical of the CTS. Relying on the data collected while studying people from the CG (the discovered referential and abnormal values) and the ROC analysis, we have established the sensitivity and specificity of EMG values: DMLm – 73.5% and 96.3%; MPL-D2 – 81.9% and 100%; mSNCV – 93.9% and 100%; MD1-RD1 – 62.5% and 100%; MSL-D1 – 83.3% and 96.9%; 2LI-DML – 88.2% and 100%, respectively (AUC=0,91-0,96). Based on the results of the ROC analysis, determined that the most prognostically significant EMG predictor of clinical outcome after PCI was median SNAP amplitude digit 2 (sensitivity 90,9% and specificity 92%, AUC=0,95. **Conclusions:** The EMG is the objective and informative method to diagnose CIFN of the MN at the level of the CT, severity of nerve damage in CTS patients and predicting of clinical outcome after PCI.*

Keywords: *wrist syndromecarpal tunnel syndrome; tunnel neuropathy; compression-ischemic neuropathy; median nerve; electromyography; EMG, nerve conduction study; NCS; neurology.*