

УДК 616.8-073.432.19:617.576](045)

DOI: <http://dx.doi.org/10.15674/0030-59872020336-43>

## Ультразвукове дослідження серединного нерва в діагностиці карпального тунельного синдрому

Л. І. Климчук, О. Г. Гайко, Р. В. Лучко, Ю. І. Галій, С. В. Тимошенко

ДУ «Інститут травматології та ортопедії НАМН України», Київ

*Median nerve (MN) compression neuropathy (CN) at the carpal tunnel (CT) level goes up to 90 % of all tunnel neuropathies. Instrumental methods of examination that are used to diagnose this pathology are electromyography (EMG) and ultrasound (US). Objective: to systematize diagnostic possibilities and to determine the value of US for the patients with carpal tunnel syndrome (CTS). Methods: 99 patients (160 MN) of the main group with CTS (38 — unilateral, 61 — bilateral) clinical signs were analyzed. Control group included 35 patients (70 MN) without symptoms of CTS. Patients were examined clinically and with US on «Esaote MyLab 20 Plus» and PHILIPS HD 11 XE with a 5–12 MHz multi-frequency sensor. Cross-sectional nerve area (CSNA), flattening coefficient (FC), nerve deformation index (NDI), thickness of transverse carpal ligament, its shape, contours, nerve structure, median nerve and carpal ligament echogenicity were studied. EMG was performed in 64 (64.7 %) patients. Thresholds of sonographic parameters for the diagnosis of CTS were determined with ROC analysis with sensitivity and specificity calculation. Results: main qualitative ultrasound parameters of CTS were: change of nerve shape and decreased echogenicity with loss of structural pattern. CSNA in main group was  $(14.1 \pm 4.59) \text{ mm}^2$ , and control —  $(8.32 \pm 1.92) \text{ mm}^2$ , FC —  $3.02 \pm 0.63$  and  $2.48 \pm 0.60$ , NDI —  $1.21 \pm 0.09$  and  $1.03 \pm 0.06$ , respectively. Optimal threshold level for CSNA was value  $> 10 \text{ mm}^2$ , FC —  $> 2.73$ ; NDI —  $\leq 1.09$  (sensitivity 84.3; 68.0; 81.7 %, respectively). Total frequency of concomitant pathology in main group was 54 (33.8 %) cases, in control group — 13 (18.6 %) ( $p < 0.02$ ). Conclusions: ultrasound is objective and valuable method to diagnose MN compression neuropathy at the CT level and allow to assess the adjacent structures. Key words: carpal tunnel syndrome, tunnel neuropathy, median nerve, ultrasound diagnostics, orthopedics, neurology.*

*Компрессионно-ишемическая невропатия (КИН) срединного нерва (СН) в карпальном канале (КК) составляет до 90 % всех туннельных невропатий конечностей. Для диагностики этой патологии применяют инструментальные методы обследования, в частности электромиографию (ЭМГ) и ультразвуковое исследование (УЗИ). Цель: систематизировать диагностические возможности и определить информативность УЗИ при поражениях СН у больных с карпальным туннельным синдромом (КТС). Методы: проанализированы данные 99 пациентов (160 срединных нервов) основной группы с клиническими признаками КТС: 38 с односторонним процессом, 61 — с двусторонним. В контрольную группу вошли 35 человек (70 срединных нервов) без симптомов КТС. Пациентам выполнено клиническое обследование и УЗИ на аппарате «Esaote My Lab 20 Plus» и PHILIPS HD 11XE с мультичастотным датчиком 5–12 МГц. Оценены площадь поперечного сечения нерва (ППС), коэффициент уплощения (КУпл), индекс деформации нерва (ИДН), толщина карпальной связки (КС), форма, контуры, структура нерва, эхогенность нерва и КС. ЭМГ выполнена 64 (64,7 %) больным. Пороговые значения УЗ-показателей для диагностики КИН СН определяли с помощью ROC-анализа с расчетом чувствительности и специфичности. Результаты: основными качественными УЗ-признаками КИН СН в КК были: изменение формы нерва и снижение эхогенности с потерей структурного рисунка. ППС в основной группе составила  $(14,1 \pm 4,59) \text{ мм}^2$  и  $(8,32 \pm 1,92) \text{ мм}^2$  в контрольной; КУпл —  $3,02 \pm 0,63$  и  $2,48 \pm 0,60$ ; ИДН —  $1,21 \pm 0,09$  и  $1,03 \pm 0,06$  соответственно. Оптимальным пороговым уровнем для ППС установлен показатель  $> 10 \text{ мм}^2$ ; КУпл —  $> 2,73$ ; ИДН —  $\leq 1,09$  (чувствительность 84,3; 68,0; 81,7 % соответственно). Общая частота сопутствующей патологии составила в основной группе 54 (33,8 %) случая, в контрольной — 13 (18,6 %) ( $p < 0,02$ ). Выводы: УЗИ при КТС является объективным и информативным методом диагностики КИН срединного нерва в КК и оценки состояния прилегающих структур. Наиболее чувствительными и информативными установлены ППС и ИДН. Ключевые слова: карпальный туннельный синдром, туннельная невропатия, срединный нерв, ультразвуковая диагностика, ортопедия, неврология.*

**Ключові слова:** карпальний тунельний синдром, тунельна невропатія, серединний нерв, ультразвукова діагностика, ортопедія, неврологія

## Вступ

Карпальний тунельний синдром (КТС), уперше описаний J. Paget (1854), є однією з найпоширеніших периферичних мононейропатій, яка виникає внаслідок локальної компресії серединного нерва в карпальному каналі (КК). Тунельні невропатії залишаються сьогодні актуальною медичною та соціально значущою проблемою, оскільки 60 % пацієнтів, що страждають на цю патологію — особи працездатного віку [1, 2]. Поширеність зазначеної патології зросла в останні десятиріччя і становить до 90 % усіх тунельних невропатій [3–5]. Діагноз КТС перш за все ставлять на підставі скарг пацієнта, даних анамнезу життя і захворювання, ретельного неврологічного обстеження. Але для верифікації клінічного діагнозу, оцінювання стану нерва або диференційної діагностики цієї патології широко застосовують інструментальні методи, серед яких електроміографія (ЕМГ) та ультразвукове дослідження (УЗД) є найпоширенішими.

У рекомендаціях клінічного протоколу American Academy of Orthopaedic Surgeons УЗД розглядають як допоміжний, але не обов'язковий метод діагностики КТС [6]. Останніми роками все частіше трапляються повідомлення про високу діагностичну цінність УЗД серединного нерва [7–9]. За даними літератури, основними УЗ-ознаками наявності компресійно-ішемічної невропатії (КІН) серединного нерва є: зміна його форми та розмірів до входження в канал та безпосередньо на рівні каналу, ехоструктурні зміни нервового стовбура, ультразвукові зміни зв'язки-утримувача згиначів тощо [10, 11].

Не зважаючи на значну кількість досліджень у цьому напрямку, залишається низка дискусійних питань: роль і місце УЗД у діагностиці КТС, граничні параметри сонографічних показників та їхня діагностична інформативність. Існує достатня кількість ультразвукових параметрів, які використовують у діагностиці КТС, але чутливість і специфічність їх значуще відрізняється у різних наукових роботах. Найпоказовішим із досліджуваних параметрів за КІН серединного нерва в КК, за даними літератури, є збільшення площі поперечного перерізу проксимально до карпальної зв'язки (КЗ) [12–16]. Проте до сьогодні немає консенсусу щодо визначення порогового рівня цього показника, який слід розцінювати як патологіч-

ний: за даними різних авторів, верхня межа норми значно коливається від 6,5 до 13,0 мм<sup>2</sup> [17–19.]

**Мета роботи:** систематизувати діагностичні можливості ультразвукової діагностики та визначити його інформативність у разі уражень серединного нерва у хворих на карпальний тунельний синдром.

## Матеріал і методи

Матеріали роботи розглянуто на засіданні ДУ «ІТО НАМН України» та отримано позитивну оцінку (протокол № 1 від 19.06.2020) відповідно до чинних міжнародних і державних етичних вимог.

Робота базується на аналізі даних дослідження 99 пацієнтів із клінічними ознаками КІН серединного нерва в карпальному каналі, які проходили обстеження та лікування в ДУ «ІТО НАМН України» та склали основну групу. Із них 38 хворих мали односторонній процес, 61 — двосторонній (160 серединних нервів). Середній вік пацієнтів дорівнював (56,1 ± 12) років. Серед обстежених переважали особи жіночої статі — 81 (81,8 %). Тривалість захворювання коливалася від 1 до 180 міс. та в середньому складала (19,34 ± 33,2) міс.: 1–5 міс. — 69 (43,0 %) випадків, 6–12 — 47 (29,4 %), 12 міс. і більше — 44 (27,5 %). Більшість хворих (57,0 %) зверталася в терміни, що перевищували 6 міс. від початку захворювання. У контрольну групу включено 35 осіб (70 серединних нервів) без клінічних ознак КТС, серед них жінок — 28 (80,0 %), чоловіків — 7 (20,0 %), середній вік яких становив (53,4 ± 8,9) року.

Віковий і статевий розподіл у досліджуваних групах наведений в табл. 1, в обох групах переважали пацієнти віком до 60 років ( $p = 0,226$ ) і жінки.

Після ретельного збору анамнезу захворювання та життя хворих проводили дослідження неврологічного й ортопедичного статусу за стандартними схемами з використанням специфічних провокаційних тестів: Фалена, Тінеля, Дюркана.

Таблиця 1

Розподіл обстежених пацієнтів за віком та статтю

Група обстежених	Вік, роки (M ± SD; min – max)	Стать	
		жіноча	чоловіча
Основна (n = 99)	(56,1 ± 12,0)* (22–84)	81 (81,8 %)	18 (18,2 %)
Контрольна (n = 35)	(53,3 ± 8,9)* (39–74)	28 (80,0 %)	7 (20,0 %)

\* —  $p > 0,05$

Для визначення ступеня ймовірності наявності в пацієнта КТС використовували діагностичну шкалу CTS-6 [20], яка базується на даних клінічного обстеження та яка є доступною в режимі онлайн на сайті Американської асоціації ортопедів-хірургів одночасно зі схемою локалізації сенсорних порушень за J. N. Katz [21, 22]. Показник понад 12 балів вказує на високу ймовірність (> 80 %) у хворого КТС. Стадію захворювання визначали за Ні-Об шкалою вираженості клінічних симптомів [23]: 0-ва стадія — симптомів немає, 1-ша — лише нічні парестезії, 2-га — парестезії протягом доби, 3-тя — об'єктивний сенсорний дефіцит, 4-та — гіпотрофія та (або) зменшення сили м'язів тенара, 5-та — атрофія м'язів і різке зменшення силових характеристик.

Для підтвердження діагнозу КТС, визначення рівня та ступеня тяжкості ушкодження серединного нерва 64 (64,7 %) хворим виконано ЕМГ за рекомендаціями та протоколом Американської асоціації електродіагностичної медицини [24]. За стандартними методиками застосовували стимуляційну ЕМГ із дослідженням швидкості проведення збудження руховими і чутливими волокнами серединного та ліктьового нервів з обох сторін, та, за необхідності, голкову ЕМГ м'язів. Для оцінювання ступеня тяжкості КІН серединного нерва в КК за ЕМГ-зміними використовували класифікацію J. D. Bland [25].

Ультразвукове дослідження проводили на апараті Esaote My Lab 20 Plus та PHILIPSHD 11XE з мультисекторним датчиком 7–12 МГц. Для ультразвукового дослідження серединного нерва використано стандартну методику: верхня кінцівка зігнута в ліктьовому суглобі, передпліччя розташоване горизонтально долонною поверхнею догори, кисть лежить на спеціальному валику, пальці в розслабленому стані (рис. 1).

Дослідження серединного нерва виконували у двох площинах — поздовжній і поперечній



Рис. 1. Розташування кисті під час сонографічного дослідження КК

відносно його довгої осі. Обстеження завжди починали зі встановлення датчика поперечно відносно стовбура серединного нерва на рівні нижньої третини передпліччя проксимально від променево-зап'ясткового каналу, щоб ідентифікувати незмінений нервовий стовбур, із поступовим переміщенням за прямуванням нерва дистально до входу в КК. Із метою стандартизації умов дослідження місце розташування датчика забезпечували вимірюванням його положення стосовно певних координат кінцівки (проксимальний край КЗ — рівень горохоподібної кістки та власне КК), що дає змогу повторювати аналогічні зрізи та порівнювати результати. За переходу до поздовжнього сканування датчик повертали на 90°.

За розробленими протоколами визначали якісні та кількісні ультразвукові параметри серединного нерва у В-режимі. Оцінювали такі якісні показники: форму нерва (округла, сплющений овал), контур (чіткість лінії епіневрїю), ехогенність (проводили співставлення ехогенності нерва з тканиною незмінених сухожилків, ехогенність останнього умовно визначали як середню), структуру (диференціювання на фасцикули). Під час поздовжнього сканування нерв візуалізували у вигляді гіпоехогенних паралельних ліній, розділених гіперехогенними смугами. Гіпоехогенні лінії відповідають пучкам нервових волокон, а гіперехогенні смуги — периневрїю. Зовнішній епіневрїю гіперехогенний, надає виразності й окреслює чіткість контуру нерва. На поперечних УЗ-зрізах нерви виглядали як сотоподібні утворення з чітким гіперехогенним контуром і гетерогенною структурою — за типом «сіль – перець» (рис. 2).

Для об'єктивізації показників УЗД серединного нерва застосовано такі кількісні показники:

- площа поперечного перерізу нерва (ППП, мм<sup>2</sup>);
- коефіцієнт сплющення (КСпл, у. о.) — за формулою співвідношення ширини нерва (Ш, мм) до його товщини (Т, мм) — Ш/Т;
- товщина карпальної зв'язки (ТКЗ, мм).

За даними літератури, однією з провідних ознак КІН серединного нерва є зміна його форми, яка описана як симптом «піщового годинника» та характеризується в разі поздовжнього сканування звуженням нерва на рівні КЗ на фоні одночасного потовщення в проксимальному відділі (рис. 3). Виражена деформація, за даними багатьох дослідників, переконливо вказує на компресію нерва на рівні КК [26, 27]. Нами вперше запропоновано кількісний показник цього параметра — індекс деформації нерва (ІДН, у. о.) — за формулою співвідношення його мінімальної



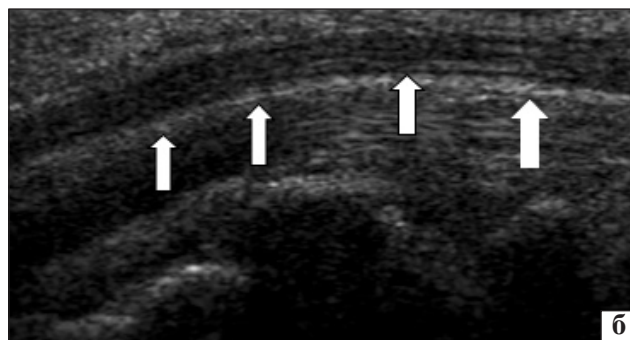


Рис. 2. Сонографічне зображення серединного нерва в нормі на рівні КК: поперечне (а) та поздовжнє (б) сканування

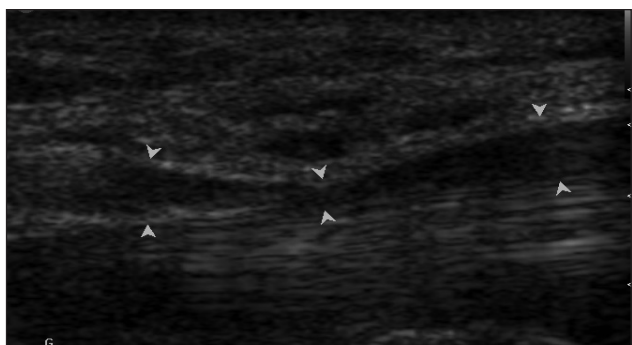


Рис. 3. Сонографічне зображення серединного нерва у хворого з КТС: компресія на рівні КК у вигляді симптому «пісочного годинника»

товщини ( $T^1$ , мм) у КК до максимальної товщини нерва ( $T^2$ , мм) у проксимальному відділі (проксимальний край карпальної зв'язки ( $T^1/T^2$ )).

Визначення кількісних параметрів проводили за умов стандартного розміщення датчика щодо фіксованих анатомічних орієнтирів у пацієнтів із КТС та осіб контрольної групи. Показник ППП визначали на поперечному скануванні за допомогою ручного обведення периметра серединного нерва по внутрішній поверхні епіневрію на рівні проксимального краю КЗ із автоматичним обрахунком площі. Для розрахунку КСпл нерва вимірювали його товщину та ширину під час поперечного сканування в середній третині КК, у ділянці можливої компресії нерва. Товщину КЗ під час поперечного сканування вимірювали в зоні проходження нерва та також оцінювали її ехогенність.

Після обстеження серединного нерва в сірошкальному режимі переходили до доплерографічного оцінювання зони КК (режим кольорового картування, імпульсно-хвильова доплерографія).

У сонографічному протоколі визначали також наявність супутньої патології: теносиновіту сухожилків згиначів пальців і кисті, синовіту та гангліонів кистьового суглоба, деформації корти-

кального шару променевої кістки й ознаки деформативного артрозу.

Для статистичного аналізу використано методи варіаційної статистики з розрахунком частотних характеристик для якісних параметрів (%), середньої арифметичної (М) та середньоквадратичного (стандартного) відхилення (SD,  $\sigma$ ) для кількісних показників з оцінкою нормальності розподілу ознак за критерієм Шапіро-Уїлка. Різницю між групами оцінювали за критерієм  $\chi$ -квадрат (якісні параметри) та за допомогою двовибіркового t-тесту (кількісні параметри), за граничного рівня статистичної значимості  $p < 0,05$ .

Кореляційний метод застосовано під час аналізу зв'язку та залежності показників із розрахунком коефіцієнтів кореляції з оцінюванням їхньої статистичної значущості. Обчислення проводили за парними коефіцієнтами кореляції (за  $n > 100$ ).

Для визначення порогових діагностично значимих рівнів сонографічних показників застосовано методологію логістичної регресії та ROC (Receiver Operating Characteristic) аналізу з побудовою кривої, яка характеризує залежність кількості вірно діагностованих позитивних випадків від кількості невірно діагностованих негативних випадків. Оцінку адекватності отриманих моделей ROC-аналізу та характеристику якості діагностичного тесту проводили за коефіцієнтом AUC (AreaUnderCurve) та її шкали значень. Визначали чутливість (Se), специфічність (Sp), прогностичну оцінку позитивного (ПОПР, PPV) та негативного результатів (ПОНР, NPV), площу під ROC-кривою (ППК, AUC) [28].

## Результати та їх обговорення

УЗ-зображення серединного нерва в нормі на рівні нижньої третини передпліччя та в КК характеризувалося чітким контуром, овально-округлою формою, незначно зниженою ехогенністю по відношенню до прилеглих незмінених

сухожилків, збереженим структурним рисунком із диференціацією на фасцикули (за типом «сіль – перець») (рис. 4). У контрольній групі серединний нерв здебільшого мав округлу форму (83 %), нормальну ехогенність (93 %). У 100 % випадків зберігалася чіткість контуру та структура нерва. У 97 % ехогенність КЗ залишалася не зміненою. У пацієнтів основної групи виявлено статистично значущі відмінності якісних ознак від контрольної ( $p < 0,05$ ). Під час аналізу форми нерва сплюснений овал спостерігали у 97,4 %, нечіткість контуру — у 53 %. У більшості хворих основної групи (86,4 %) визначали значно змінену структуру з втратою диференціації на фасцикули та зниження ехогенності серединного нерва (89 %). Зафіксовано підвищення ехогенності КЗ у 69,8 %, її незмінність — у 23 %, зниження — в 7,2 %. Встановлено статистично значуще переважання патологічних змін у пацієнтів основної групи.

Таким чином, основними якісними ультразвуковими ознаками КІН серединного нерва в КК були: зміна форми (сплюснення в каналі та потовщення на рівні проксимального краю КЗ), зниження ехогенності з втратою структурного рисунка за типом «сіль – перець».

У результаті аналізу середніх значень кількісних показників виявлено вірогідні відмінності в основній і контрольній групах обстежених, які мали різну направленість змін. Такі параметри

як ППП і КСпл у пацієнтів основної групи були значущо більшими за відповідні показники контролю, що співпадає з даними літератури (табл. 2). Слід зазначити, що в основній групі значення ППП коливалися від 8,0 до 40,0 мм<sup>2</sup>. Максимальна величина цього показника в контрольній групі дорівнювала 13 мм<sup>2</sup> (діапазон 5–13 мм<sup>2</sup>). КСпл в основній групі становив ( $3,02 \pm 0,63$ ) у. о. та значущо відрізнявся від показника в контрольній — ( $2,48 \pm 0,60$ ) у. о.

Цікавими виявилися отримані дані щодо товщини КЗ. У деяких роботах, де вивчали УЗ-показники серединного нерва за КТС, потовщення КЗ розглядають як один із критеріїв цієї патології [14, 29]. Середнє значення ТКЗ у пацієнтів основної групи було вірогідно меншим порівняно з контрольною. Лише у 24 % хворих виявлено потовщення КЗ.

ІДН, який у нормі має наблизитися до 1, був вірогідно меншим у пацієнтів основної групи, що об'єктивно вказувало на наявність деформації нервового стовбура.

Наступним етапом дослідження було визначення порогових значень сонографічних показників для встановлення патології серединного нерва. Оптимальними були обрані рівні показників із максимальними значеннями чутливості та специфічності для диференціації хворих із КТС та пацієнтів контрольної групи. Результати аналізу, порогові значення основних сонографічних показників з оцінкою адекватності запропонованих моделей за коефіцієнтом AUC наведені в табл. 3.

Аналіз отриманих даних показав, що найвищу оцінку клінічної значущості тесту мали показники ППП та ІДН (0,940 мм<sup>2</sup> та 0,899 у. о. відповідно), що свідчить про відмінну та дуже добру якість моделі. Оцінки за іншими параметрами були дещо нижчими, проте також статистично значущими.

Таблиця 2  
Сонографічні показники серединного нерва в досліджуваних групах

Показник	Група пацієнтів		p
	основна	контрольна	
	M ± SD	M ± SD	
ППП (мм <sup>2</sup> )	14,10 ± 4,59	8,32 ± 1,92	0,0001
КСпл (у. о.)	3,02 ± 0,63	2,48 ± 0,60	0,0001
ІДН (у. о.)	1,21 ± 0,09	1,03 ± 0,06	0,0001
ТКЗ (мм)	1,00 ± 0,30	1,14 ± 0,23	0,0006

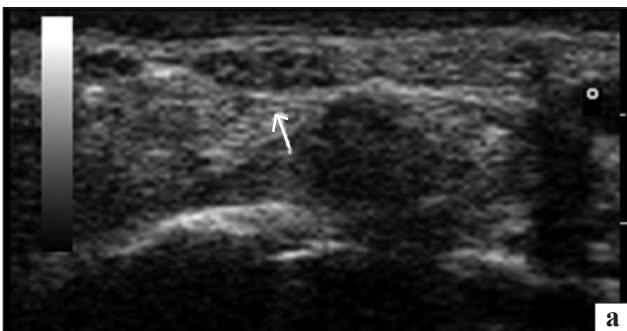


Рис. 4. Сонографічне зображення серединного нерва на рівні КК: нормальна (а) та знижена (б) ехогенність

Таблиця 3

## Порогові рівні сонографічних критеріїв та їхня діагностична ефективність

Показник	Порогове значення	Чутливість (95 % CI)	Специфічність (95 % CI)	ПОПР (%)	ПОНР (%)	ППК	p
ППП (мм <sup>2</sup> )	> 10,00	84,3 (77,6–89,7)	89,7 (79,9–95,8)	94,9	71,8	0,940	< 0,001
КСпл (у. о.)	> 2,73	68,0 (60,0–75,3)	72,1 (58,3–81,0)	83,9	49,5	0,738	< 0,001
ІДН (у. о.)	≤ 0,91	81,7 (74,6–87,5)	86,8 (76,4–93,8)	93,3	67,8	0,899	< 0,001
ТКЗ (мм)	≤ 0,93	45,8 (37,7–54,0)	88,2 (78,1–94,8)	89,7	42,0	0,660	< 0,001

Таблиця 4

## Кореляційний зв'язок між ультразвуковими та клінічними параметрами

Показник	КСпл (у. о.)	ППП (мм <sup>2</sup> )	ІДН (у. о.)	ТКЗ (мм)
Бали за СТС-6	-0,0047	0,1835*	-0,2824*	0,0035
Стадія за Ні-Об	-0,0802	0,1662	-0,2570*	-0,0654
Стадія за ЕМГ	-0,0023	0,32*	-0,40*	0,0961
Тривалість захворювання	0,1049	0,38*	-0,0699	0,0033

\* — статистично значущий зв'язок між показниками ( $p < 0,05$ )

У процесі визначення взаємозв'язку між ультразвуковими показниками (ППП, ІДН) та клінічними параметрами (бали за СТС-6 шкалою, стадія за ЕМГ, стадія за Ні-Об шкалою, тривалість захворювання) зафіксовано слабкий і помірний кореляційний зв'язок (табл. 4). Усі інші пари кореляційного аналізу виявили дуже слабкі та невірні зв'язки за наявного числа спостережень.

Таким чином, під час визначення залежності між сонографічними, клінічними та ЕМГ-показниками встановлено вірогідний позитивний помірний зв'язок між ППП, стадією ЕМГ ( $r = 0,32$ ;  $p < 0,05$ ) і тривалістю захворювання ( $r = 0,38$ ;  $p < 0,05$ ), тобто ППП зростала зі збільшенням терміну захворювання та стадії ЕМГ. Кореляційний аналіз зв'язків між УЗ- та ЕМГ-даними показав вірогідну пряму залежності помірної сили між ІДН і стадією ЕМГ ( $r = 0,40$ ;  $p < 0,05$ ), тобто більшість випадків підпадала під залежність: чим вираженіші патологічні зміни на ЕМГ, тим вищий ступінь деформації (компресії) серединного нерва в карпальному каналі.

У режимі доплерівського картування в осіб контрольної групи посилення васкуляризації тканини нерва та додаткової судини не зареєстровано в жодному випадку. У 8 (5 %) пацієнтів основної групи були ознаки гіперваскуляризації пери- та ендоневрія серединного нерва в ділянці потовщення та в разі поперечного сканування поряд зі серединним нервом; у 13 (8 %) зафіксовано судину з артеріальним типом кровотоку. Ці показники ми розцінювали як анатомічну особли-

вість у вигляді наявності додаткової серединної артерії, що співпадає з даними літератури [30, 31].

Обов'язковим та важливим етапом під час проведення сонографії було оцінювання прилеглих до нерва структур на наявність супутньої патології. Саме візуалізуючі методи дослідження можуть надати важливу інформацію щодо етіології чи факторів ризику розвитку вторинних форм КТС, наприклад, ортопедичної патології. Виявлення синовіту, теносиновіту, новоутворень може значно змінювати тактику лікування цього контингенту хворих. У контрольній групі в 10,3 % випадків виявлено синовіт, у 4,4 % — теносиновіт та ДОО, ліпоми та гангліони не візуалізували. В основній групі синовіт спостерігали у 10,4 % пацієнтів, теносиновіт — у 12,4, ДОО — у 9,8, об'ємні утворення кистьового суглоба — у 2,5. Узагальнення за всіма видами патології свідчить, що частота супутньої патології вірогідно відрізнялась між групами, в основній її було значно більше — 54 (33,8 %) випадки проти 13 (18,6 %) у контрольній ( $p < 0,05$ ).

## Висновки

Ультразвукове дослідження є неінвазивним, об'єктивним та інформативним методом діагностики патологічних змін серединного нерва за карпального тунельного синдрому.

Встановлено якісні та кількісні сонографічні показники серединного нерва в нормі та у хворих на карпальний тунельний синдром.

Найбільш інформативними для діагностики компресійно-ішемічної невropатії серединного нерва серед якісних показників визначено наявність локальної деформації нерва (сплющений овал), зміненої структури з втратою диференціації на фасцикули та зниження ехогенності, а серед кількісних — збільшення площі поперечного перерізу та індексу деформації серединного нерва (чутливість та специфічність становила 84,3–89,7 % і 81,7–86,7 % відповідно).

Ультразвукова діагностика стану серединного нерва за карпальний тунельний синдром має низку переваг порівняно з іншими методами: відносно



невелика вартість обстеження, відсутність опромінення та можливість виконувати дослідження в динаміці, здатність оцінити рухомість анатомічних структур (сухожилки, м'язи, фасції) в режимі реального часу, проведення динамічних функціональних проб, прицільний огляд зони інтересу, відсутність протипоказань, можливість оцінювання стану прилеглих структур. Це безальтернативний метод обстеження за наявності протипоказань до МРТ, пов'язаних із металевими конструкціями, кардіостимулятором, клаустрофобією пацієнта, надмірною вагою.

Доцільно рекомендувати включити ультразвукове дослідження карпального каналу як обов'язкову складову протоколу обстеження в разі КТС, особливо в пацієнтів із супутньою ортопедичною патологією.

**Конфлікт інтересів.** Автори декларують відсутність конфлікту інтересів.

### Список літератури

- Assmus H. Carpal and cubital tunnel and other, rarer nerve compression syndromes / H. Assmus, G. Antoniadis, C. Bischoff // *Deutsches Arzteblatt International*. — 2015. — Vol. 112 (1–2). — P. 14–25. — DOI: 10.3238/arztebl.2015.0014.
- Nerve en trapment: update / D. T. Tang, J. R. Barbour, K. M. Davidge [et al.] // *Plastic and Reconstructive Surgery*. — 2015. — Vol. 135 (1). — P. 199e–215e. — DOI: 10.1097/PRS.0000000000000828.
- El Miedany Y. Ultrasonography versus nerve conduction study in patients with carpal tunnel syndrome: substantive or complementary tests? / Y. El Miedany, S. Aty, S. Ashour // *Rheumatology*. — 2004. — Vol. 43. — P. 887–895. — DOI: 10.1093/rheumatology/keh190.
- Aroori S. Carpal tunnel syndrome / S. Aroori, R. A. Spence // *The Ulster Medical Journal*. — 2008. — Vol. 77 (1). — P. 6–17.
- Diagnostic value of cross-sectional area of median nerve in grading severity of carpal tunnel syndrome / A. Mohammadi, A. Afshar, A. Etamadi [et al.] // *Archives of Iranian Medicine*. — 2010. — Vol. 13 (16). — P. 516–521.
- American Academy of Orthopaedic Surgeons clinical practice guideline on the treatment of carpal tunnel syndrome / M. W. Keith, V. Masear, K. C. Chung [et al.] // *The Journal of Bone & Joint Surgery. American Volume*. — 2010. — Vol. 92 (1). — P. 218–219. — DOI: 10.2106/JBJS.I.00642.
- Carpal tunnel syndrome: diagnostic usefulness of sonography / S. M. Wong, J. F. Griffith, A. C. Hui [et al.] // *Radiology*. — 2004. — Vol. 232 (1). — P. 93–99. — DOI: 10.1148/radiol.2321030071.
- Duncan I. Sonography in the diagnosis of carpal tunnel syndrome / I. Duncan, P. Sullivan, F. Lomas // *American Journal of Roentgenology*. — 1999. — Vol. 173 (3). — P. 681–684.
- Endoscopic carpal tunnel release surgery: a case study in Vietnam / Dung Tran Trung, Thanh Ma Ngoc, Du Hoang Gia [et al.] // *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*. — 2019. — Vol. 14 (1). — Article ID: 149. — DOI: 10.1186/s13018-019-1192-z.
- Billakota S. Standard median nerve ultrasound in carpal tunnel syndrome: A retrospective review of 1,021 cases / S. Billakota, L. D. Hobson-Webb // *Clinical Neurophysiology Practice*. — 2017. — Vol. 2. — P. 188–191. — DOI: 10.1016/j.cnp.2017.07.004.
- Ultrasound as a diagnostic tool in the investigation of patient with carpal tunnel syndrome / L. K. Vahed, A. Ariampur, M. Ghareadaghi, H. Rezaei // *European Journal of Translational Myology*. — 2018. — Vol. 28 (2). — Article ID: 7380. — DOI: 10.4081/ejtm.2018.7406.
- Sucher B. M. Carpal tunnel syndrome: ultrasonographic imaging and pathologic mechanisms of median nerve compression / B. M. Sucher // *The Journal of the American Osteopathic Association*. — 2009. — Vol. 109 (12). — P. 641–647. — DOI: 10.7556/jaoa.2009.109.12.641.
- Median nerve deformation in differential finger motions: ultrasonographic comparison of carpal tunnel syndrome patients and healthy controls / M. H. van Doesburg, J. Henderson, Y. Yoshii [et al.] // *Journal of Orthopaedic Research*. — 2012. — Vol. 30 (4). — P. 643–648. — DOI: 10.1002/jor.21562.
- Салтыкова В. Г. Роль ультразвукового исследования в диагностике туннельных невропатий / В. Г. Салтыкова // *Ультразвуковая и функциональная диагностика*. — 2011. — № 4. — С. 43–56.
- Изменение площади поперечного сечения срединного нерва на различных стадиях синдрома запястного канала / Э. Ю. Малецкий, Н. Ю. Александров, И. Э. Ицкович [и др.] // *Медицинская визуализация*. — 2014. — № 1. — С. 102–109.
- Carpal tunnel syndrome: comparative study between sonographic and surgical measurements of the median nerve in moderate and severe cases of disease / M. P. T. Alves, C. O. P. Fonseca, J. M. Granjeiro [et al.] // *Radiologia Brasileira*. — 2013. — Vol. 46 (1). — P. 23–29. — DOI: 10.1590/S0100-39842013000100009.
- Roll S. C. Diagnostic accuracy of ultrasonography vs. electromyography in carpal tunnel syndrome: a systematic review of literature / S. C. Roll, J. Case-Smith, K. D. Evans // *Ultrasound in Medicine and Biology*. — 2011. — Vol. 37 (10). — P. 1539–1553. — DOI: 10.1016/j.ultrasmedbio.2011.06.011.
- Diagnosis of carpal tunnel syndrome. Ultrasound versus electromyography / D. Lee, M. T. van Holsbeeck, P. K. Janevski [et al.] // *Radiologic Clinics of North America*. — 1999. — Vol. 37 (4). — P. 859–872. — DOI: 10.1016/s0033-8389(05)70132-9.
- Carpal tunnel syndrome severity staging using sonographic and clinical measures / S. C. Roll, K. R. Volz, C. M. Fahy, K. D. Evans // *Muscle Nerve*. — 2015. — Vol. 51 (6). — P. 838–845. — DOI: 10.1002/mus.24478.
- Development and validation of diagnostic criteria for carpal tunnel syndrome / B. Graham, G. Regehr, G. Naglie [et al.] // *The Journal of Hand Surgery*. — 2006. — Vol. 31 (6). — P. 919–924. — DOI: 10.1016/j.jhbs.2006.03.005.
- Katz J. N. A self-administered hand diagram for the diagnosis of carpal tunnel syndrome / J. N. Katz, C. R. Stirrat // *The Journal of Hand Surgery*. — 1990. — Vol. 15-A (2). — P. 360–363. — DOI: 10.1016/0363-5023(90)90124-a.
- CTH-6. Diagnostic Aide for Carpal Tunnel Syndrome [Electronic resource]. — Available from : <http://www.orthoguidelines.org/ctsdagnosis>.
- A new clinical scale of carpal tunnel syndrome: validation of the measurement and clinical-neurophysiological assessment / F. Giannini, R. Cioni, M. Mondelli [et al.] // *Clinical Neurophysiology*. — 2002. — Vol. 113 (1). — P. 71–77. — DOI: 10.1016/S1388-2457(01)00704-0.
- AAEM practice topic in electrodiagnostic medicine. Practice parameter for electrodiagnostic studies in carpal tunnel syndrome: summary statement // *Muscle Nerve*. — 2002. — Vol. 25. — P. 918–922.
- Bland J. D. A neurophysiological grading scale for carpal tunnel syndrome / J. D. Bland // *Muscle Nerve*. — 2000. — Vol. 23 (8). — P. 1280–1283.
- Median nerve deformation in differential finger motions: ultrasonographic comparison of carpal tunnel syndrome patients and healthy controls / M. H. van Doesburg, J. Henderson,

- Y. Yoshii [et al.] // *Journal of Orthopaedic Research*. — 2012. — Vol. 30 (4). — P. 643–648. — DOI: 10.1002/jor.21562.
27. Sucher B. M. Carpal tunnel syndrome: ultrasonographic imaging and pathologic mechanisms of median nerve compression / B. M. Sucher // *The Journal of the American Osteopathic Association*. — 2009. — Vol. 109 (12). — P. 641–647. — DOI: 10.7556/jaoa.2009.109.12.641.
28. Kumar R. Receiver operating characteristic (ROC) curve for medical researches / R. Kumar, A. Indrayan // *Indian Pediatrics*. — 2011. — Vol. 48 (4). — P. 277–288. — DOI: 10.1007/s13312-011-0055-4.
29. Sonography in carpal tunnel syndrome with normal nerve conduction studies / J. Y. Al-Hashel, H. M. Rashad, M. R. Nohu [et al.] // *Muscle Nerve*. — 2015. — Vol. 51 (4). — P. 592–597. — DOI: 10.1002/mus.24425.
30. Persistent median artery in the carpal tunnel – color Doppler ultrasonographic findings / E. M. Gassner, M. Schocke, S. Peer [et al.] // *Ultrasound in Medicine & Biology*. — 2003. — Vol. 29 (5 Suppl.) — P. S170. — DOI: 10.1016/S0301-5629(03)00677-X.
31. Vanderschueren G. A. Doppler sonography for the diagnosis of carpal tunnel syndrome: a critical review / G. A. Vanderschueren, V. E. Meys, R. Beekman // *Muscle Nerve*. — 2014. — Vol. 50 (2). — P. 159–163. — DOI: 10.1002/mus.24241.

Стаття надійшла до редакції 25.06.2020

---

## ULTRASOUND EXAMINATION OF THE MEDIAN NERVE IN THE DIAGNOSIS OF CARPAL TUNNEL SYNDROME

L. I. Klymchuk, O. H. Haiko, R. V. Luchko, Y. I. Halii, S. V. Tymochenko

SI «Institute of traumatology and orthopedics of National Academy of Medical Sciences of Ukraine», Kyiv

- ✉ Liudmyla Klymchuk: ludmilaklimchuk@ukr.net  
✉ Oksana Haiko, MD, DSci in Traumatology and Orthopaedics: ooksana.2010@gmail.com  
✉ Roman Luchko, MD: luchkoroman@ukr.net  
✉ Yulianna Halii, MD: iuliannahaley@gmail.com  
✉ Tymochenko Sergey, PhD: sethm@ukr.net