

# Elektrofyzilogické vyšetrenia pri syndróme karpálneho tunela

František Cibulčík

Neurologická klinika LF SZU a UN Bratislava Ružinov

*Syndróm karpálneho tunela je najčastejšie diagnostikovanou úžinovou neuropatiou. Elektrofyzilogické vyšetrenie metódy sú platnou a spoľahlivou súčasťou diagnostického procesu. V našej práci popisujeme rôzne typy techník elektrofyzilogického vyšetrenia, používané v diagnostike syndrómu karpálneho kanála. Venujeme sa tiež problémom v ich interpretácii všeobecne a v špecifických situáciách.*

**KLúčové slová:** syndróm karpálneho tunela, elektromyografia

## **Electrophysiological examinations in carpal tunnel syndrome**

*Carpal tunnel syndrome (CTS) is the most common nerve entrapment syndrome. Electrodiagnostic studies are a valid and reliable means of confirming the diagnosis. In our work we describe various electrodiagnostic techniques used to evaluate the patient with CTS. We also demonstrate the limitation of those studies in specific conditions.*

**Keywords:** carpal tunnel syndrome – electromyography

Neurológia 2022; 17 (3): 141-147

## Úvod

Syndróm karpálneho tunela (SKT) patrí do skupiny úžinových mononeuropatií. Etiopatogenetickým mechanizmom poškodenia periférneho nervu v tejto skupine je útlak nervu v mieste fyziologickej úžiny, ohraničenej tuhšími tkanivami. Syndróm karpálneho tunela je najčastejšie diagnostikovanou úžinovou neuropatiou – tvorí pravdepodobne až 90 % všetkých diagnostikovaných úžinových syndrómov<sup>(1)</sup>. Incidencia SKT sa pohybuje v rozmedzí 180 – 346 prípadov na 100 000 obyvateľov<sup>(2)</sup>. Rizikovými faktormi sa ukazujú byť najmä ženské pohlavie, vyšší stredný vek, obezita a ochorenia štítnej žľazy<sup>(3)</sup>. SKT je často hláseným profesionálnym ochorením – napríklad v Českej republike bolo v rokoch 1996 – 2003 hlásených 1 664 prípadov profesionálneho poškodenia s týmto obrazom<sup>(4)</sup>. Riziková je najmä práca s vibračnými nástrojmi, s často opakovanou flexiou a extenziou v zápästí a opakovaným silným zovretím päste<sup>(5)</sup>. Uvedené skutočnosti ukazujú, že SKT je pomerne častým ochorením s vplyvom na kvalitu zdravia a práceschopnosť pacienta. Včasná a správne určená diagnóza je kľúčová z pohľadu voľby terapeutického postupu s cieľom odstrániť akútne problémy a vyhnúť sa trvalému poškodeniu.

## Diagnostika SKT

Pri určení diagnózy SKT môžeme využiť viaceré diagnostické metódy – zhodnotenie klinického obrazu, použitie provokačných manévrov, blokáda nervu v mieste úžiny, elektrofyzilogické vyšetrenia (EFV) a použitie vhodnej zobrazovacej metódy<sup>(1)</sup>.

## Klinický obraz a provokačné manévry

Najčastejšími subjektívnymi príznakmi pacienta s SKT sú poruchy citlivosti v inervačnej oblasti n. medianus na ruke – parestézie, bolesť s páliovou zložkou a hypestéza. Príznaky sa často objavujú v noci a lepšia sa pohybmi ruky, vytrepaním. Bolesť býva niekedy udávaná aj v predlaktí a ramene. V neskorších

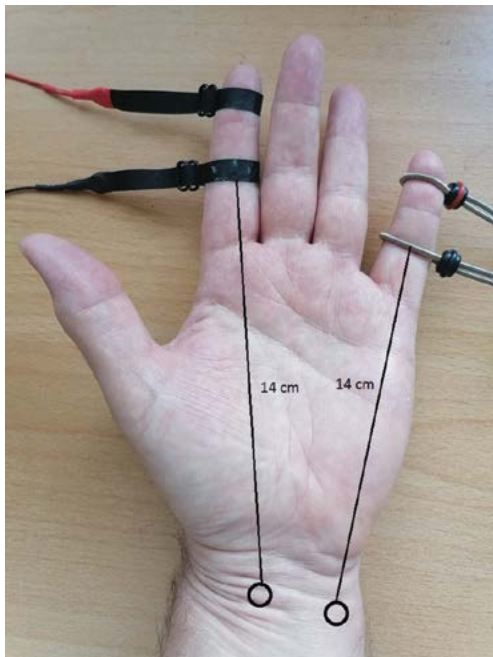
štádiách pozorujeme poruchu hybnosti svalov inervovaných n. medianus. Pri presnejšom hodnotení subjektívnych príznakov môžeme použiť dotazníky – najčastejšie používaný je Boston Carpal Tunnel Questionnaire (BCTQ) a jeho novšie modifikácie<sup>(6)</sup>. V objektívnom náleze nachádzame poruchu citlivosti v oblasti inervácie n. medianus na dlani a prstoch – najčastejšie hypestézu, dysestézu, z motorickej časti býva diagnosticky dôležitá atrofia svalov tenaru<sup>(7)</sup>.

Najčastejšími provokačnými manévrami používanými v diagnostike SKT sú Tinelov príznak, Phalenov flekčný a extenčný test a príznak vzpažených rúk, menej často sa používajú napínací test n. medianus, kompresívny manžetový test, priamy tlakový test a turniketový test<sup>(1)</sup>. Najcitlivejší sa javí Tinelov príznak, ani ten sa však neodporúča vyšetřovať izolovane, ale v kombinácii s inými testami<sup>(7)</sup>. Na základe zohľadnenia prítomnosti klinických príznakov a provokačných testov bola vypracovaná diagnostická pomôcka CTS – 6, kde za skóruje prítomnosť 6 najrelevantnejších javov – stŕpnutie v distribúcii inervácie n. medianus, nočné trpnutie, atrofia a/alebo slabosť svalov tenaru, Phalenov test, Tinelov príznak a strata diskriminačnej citlivosti<sup>(8)</sup>.

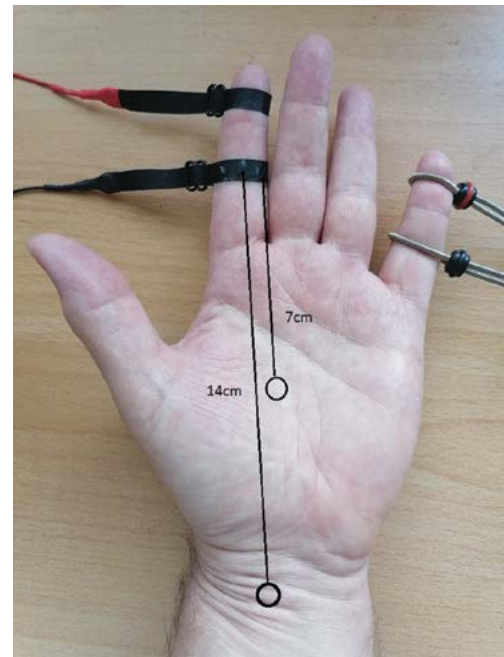
## Zobrazovacie metodiky

V diagnostike SKT sa najčastejšie využívajú ultrazvukové vyšetrenie (USG) a vyšetrenie magnetickou rezonanciou (NMR). USG vyšetrenie umožňuje najmä meranie priemeru nervus medianus (cross sectional area – CSA) a posúdenie prípadných etiologických faktorov, ako synovitída, ganglión. Senzitivita a špecifita vyšetrenia je podobná ako pri elektrofyzilogickom vyšetrení<sup>(9)</sup>, neurčí však stupeň poškodenia nervu. Vyšetrenie NMR umožňuje precízne zobrazenie štruktúr karpálneho tunela a jeho okolia, je však ťažšie dostupné a finančne nákladné. Aj tieto faktory hrajú úlohu v hodnotení použiteľnosti zobrazovacích metodík v praxi – ich rutinné využitie skôr neodporúča napríklad Americká akadémia ortopédov AAOS<sup>(7)</sup>.

**Obrázok 1.** Vyšetrenie senzitivneho neurogramu n. medianus a n. ulnaris antidrómnu metódou, snímanie prstencovými elektródami, umiestnenie aktívnej stimulačnej elektródy označené krúžkom. Obdobnú metodiku ako pri n. medianus používame pri vyšetrení senzitivneho neurogramu n. ulnaris so snímaním zo IV. – V. prsta a n. radialis z I. prsta.



**Obrázok 2.** Vyšetrenie senzitivneho vedenia n. medianus cez karpalny kanál – neurogram n. medianus antidrómnu metódou, snímanie prstencovými elektródami, umiestnenie aktívnej stimulačnej elektródy na zápästí a v dlani označené krúžkom



### Elektrofyzilogické vyšetrovacie metódy

Elektrofyzilogické vyšetrenia – elektromyografia a vodivostné štúdie (EMG/NCS) – patria k štandardným metódam pri diagnostike SKT na našich pracoviskách, sú všeobecne dostupné a cenovo prijateľné. V nasledujúcich statiach sa budeme snažiť odpovedať na základné otázky ohľadom ich využitia.

#### Sú EMG/NCS v diagnostike SKT nevyhnutné?

Vzhľadom k bežnej klinickej praxi na našich pracoviskách sa zdá byť vyššie uvedená otázka zbytočná, v odbornej literatúre sa však aj dnes stretávame s otvorenými polemikami. Vzhľadom ku chýbaniu zlatého štandardu diagnózy SKT je použitie EFV v diagnostike SKT spochybňované najmä v USA a Veľkej Británii obcou ortopédov. Vyvrcholením negatívnych stanovísk je článok Fowlera<sup>(10)</sup>, ktorého závery možno zhrnúť nasledovne – elektromyografia nevie klinicky interpretovať nález neuropatie n. medianus v zápästí, operovaní pacienti so SKT sa lepšia aj pri normálnom náleze EFV, EFV sú bolestivé a klinickí neurofyziológovia ich robia zo zvyku a/alebo kvôli finančnému prínosu. Podrobnejšia diskusia o uvedených vyjadreniach je mimo rozsahu našej práce a možno ju nájsť napríklad v publikácii Sonoo a kolektív<sup>(11)</sup>. Postoj klinických elektrofyziológov je jasný – EFV sú užitočnou súčasťou diagnostického procesu pri SKT, umožňujú jeho diferencálnu diagnostiku, posúdenie stupňa funkčného poškodenia, sú tiež pomocou pri rozhodovaní o invazívnej liečbe a umožňujú posúdenie jej efektu.

#### Aké elektrofyziologické vyšetrovacie metódy sa využívajú v diagnostike SKT?

Pri vyšetrení s podozrením na SKT sa v klinickej praxi využívajú metódy vyšetrenia vedenia periférnymi nervami – vyšetrenie vedenia senzitivnými vláknami (senzitivná neurografia)

a motorickými vláknami (stimulačná elektromyografia – STEMG). Tieto metódy podľa potreby doplníme ihlovou elektromyografiou (EMG).

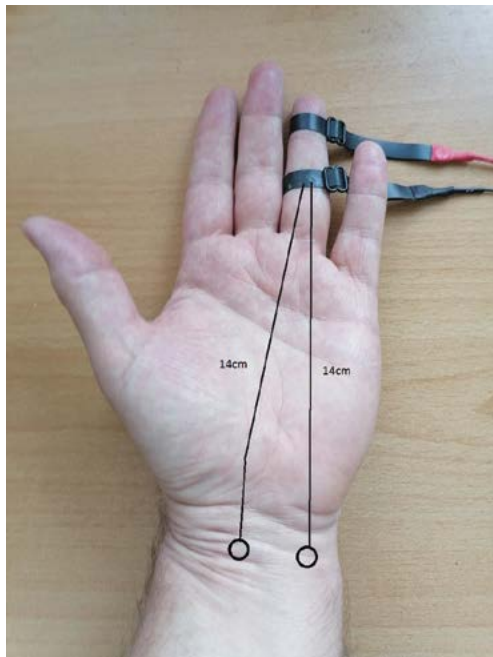
#### Vyšetrenie vedenia senzitivnými vláknami – senzitivná neurografia

Pri senzitivnej neurografii využívame stimuláciu a snímanie z povrchu periférneho nervu, podľa usporiadania môžeme použiť metódu ortodrómnu (stimulácia distálne, snímanie proximálne), alebo antidrómnu (stimulácia proximálne, snímanie distálne). Z praktických dôvodov sa pri väčšine odporúčaných postupov využíva antidrómna metodika s použitím prstencových snímacích elektród – sú pri nej zaznamenateľné vyššie amplitúdy odpovedí a lepšie sa dá určiť latencia vrcholu používaná k meraniu. Hodnotíme latenciu a amplitúdu senzitivnej odpovede (SNAP). Vyšetrenie robíme pri povrchovej teplote kože minimálne 32° C, nastavenie EMG prístroja je: filter 20 – 10 000 Hz, citlivosť 5-10 uV/dielik, rýchlosť posunu záznamu 1–2 ms /dielik, dĺžka pravouhlého stimulu 0,2 ms<sup>(12)</sup>.

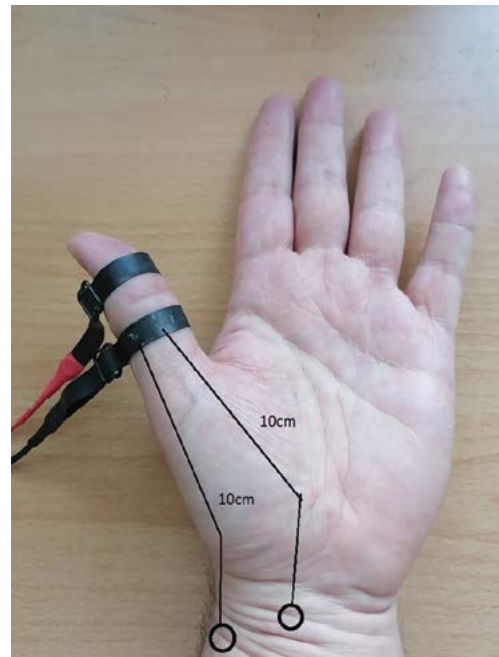
Štandardne sa využíva antidrómne vyšetrenie senzitivneho neurogramu n. medianus z I. – IV. prsta (**obrázok 1**). Stimulačnú katódu umiestňujeme nad kmeňom n. medianus v zápästí vo vzdialenosti 14 cm od aktívnej snímačnej elektródy pre II. – IV. prst a 12 cm pre I. prst, stimulačná anóda je umiestnená 2,5 cm proximálnejšie nad kmeňom nervu. Snímacie prstencové elektródy sú umiestnené aktívna na báze I.– IV. prsta, referenčná o 2,5 cm distálnejšie na rovnakom prste. Ako alternatívu môžeme použiť ortodrómnu stimulačnú metodiku s použitím povrchových elektród. Zemnacu elektródu u oboch metodík umiestňujeme medzi stimulačnú a snímaciu elektródu na zápästí.

Ako doplnkové sa pri pretrvávajúcom klinickom podozrení a nejednoznačných výsledkoch kondukčných štúdií používajú

Obrázok 3. Vyšetrenie ringdiff – senzitivný neurogram n. medianus a n. ulnaris antidrómnou metódou, snímanie prstencovými elektródami z prstenníka, umiestnenie aktívnej stimulačnej elektródy označené krúžkom



Obrázok 4. Vyšetrenie thumbdiff – senzitivný neurogram n. medianus a n. radialis antidrómnou metódou, snímanie prstencovými elektródami z palca, umiestnenie aktívnej stimulačnej elektródy označené krúžkom



metodiky vyšetrenia vedenia kratšími segmentmi a porovnania latencií odpovedí z jedného miesta snímania a stimulácie dvoch susediacich nervov.

Vyšetrovanie vedenia kratšími segmentmi môže zlepšiť diagnostickú senzitivitu SKT, nakoľko dokáže diferencovať vedenie cez karpálny kanál od vedenia distálne od neho (toto býva pri SKT relatívne intaktné). Pri antidrómnom spôsobe vyšetrenia tu okrem štandardnej stimulácie v oblasti zápästia používame stimuláciu v oblasti dlane 7 cm proximálnejšie (obrázok 2). Pri SKT zistíme výraznejšie spomalenie cez oblasť zápästia, v prípade polyneuropatie býva naopak spomalenie výraznejšie distálne. Táto metodika umožňuje tiež diferencovať blok vedenia v oblasti zápästia, ktorý sa prejaví viac ako 50 % rozdielom amplitúdy SNAP pri porovnaní proximálnej a distálnej stimulácie<sup>(13)</sup>.

Porovnávacie metódy využívajú snímanie z jedného miesta inervovaného dvoma susediacimi nervami, ktoré postupne stimulujeme. Pri zisťovaní rozdielu z prstenníka (z angličtiny skratka ringdiff) snímame prstencovými elektródami z prstenníka a stimulujeme v zápästí n. medianus a n. ulnaris vo vzdialenosti 14 cm od aktívnej snímacej elektródy (obrázok 3). Rozdiel latencií viac ako 0,4 – 0,5ms v neprospech latencie po stimulácii n. medianus sa považuje za signifikantný.

Podobne sa zisťuje rozdiel z palca (thumbdiff) pri snímaní z extendovaného I. prsta a stimulácii n. medianus a n. radialis 10 cm distálne od aktívnej elektródy (obrázok 4). Za signifikantný sa opäť považuje rozdiel viac ako 0,4 – 0,5 ms.

V literatúre sa tiež spomína vyšetrenie zmiešaného vedenia n. medianus a n. ulnaris pri stimulácii v dlani s určením tzv. palmdiff a inching n. medianus cez zápästie. Tieto metódy sú buď časovo náročnejšie, alebo technicky citlivejšie na artefakty, preto sa používajú zriedkavo. Podobne býva spomínané určenie takzvaného CSI, čo je súčet thumbdiff, ringdiff a palmdiff.

Ukázalo sa však, že ak vyšetříme ako prvú ľubovoľnú z uvedených veličín s jasne patologickým nálezom, je pravdepodobnosť patologickej hodnoty CSI 98 %.

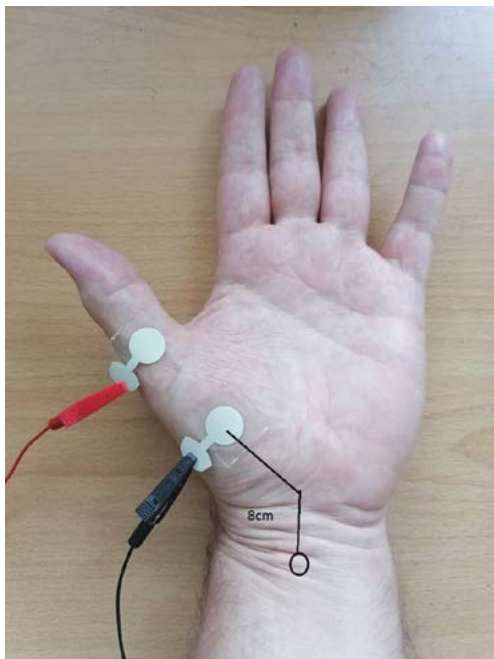
#### Vyšetrovanie vedenia motorickými vláknami – STEMG

Vyšetrovanie vedenia motorickými vláknami je pre ich väčšiu odolnosť voči poškodeniu menej senzitivne ako vyšetrenie senzitivných vlákien. Je však dôležité pre určenie správnej diagnózy, najmä pri chýbaní senzitivných odpovedí, podozrení na polyneuropatiu alebo poškodenie nervov v oblasti predlaktia a lakt'a. Pri vyšetrení STEMG stimulujeme motorický nerv v typických miestach a snímame z bruška svalu inervovaného vyšetrovaným nervom. Vyšetrenie robíme pri povrchovej teplote kože minimálne 32° C, nastavenie EMG prístroja je: filter 20 – 10 000 Hz, citlivosť 500 uV/dielik, rýchlosť posunu záznamu 1–2 ms /dielik, dĺžka pravouhlého stimulu 0,2 ms.

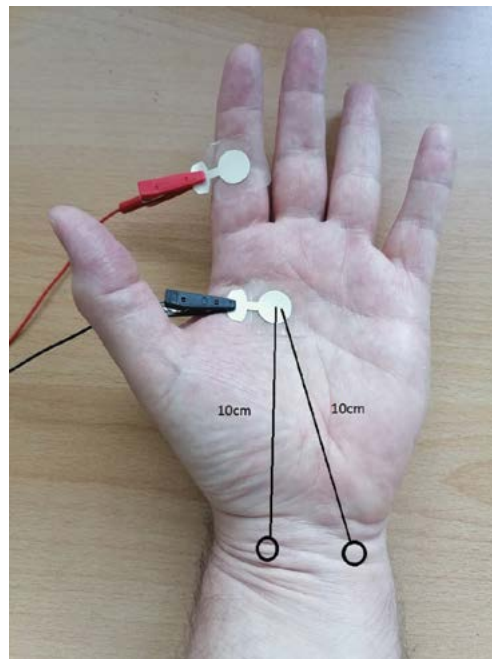
V prípade podozrenia na SKT vyšetrujeme typicky n. medianus so stimuláciou v oblasti zápästia a lakt'a so snímaním z laterálnej plochy tenaru. Aktívnu snímacu elektródu umiestňujeme na stred bruška m. abductor pollicis brevis (APB), referenčnú na interfalangeálny zhyb na palci laterálne. Stimulačná katóda je na zápästí umiestnená v strede 8 cm lomene od aktívnej elektródy snímacej, anóda proximálnejšie nad kmeňom nervu (obrázok 5). Pri stimulácii v lakti katódu umiestňujeme na volárnej ploche lakt'a medzi šľachou m. biceps brachii a vnútorným epikondylom, anóda je umiestnená proximálne nad kmeňom n. medianus.

Po vyšetrení n. medianus môžeme doplniť vyšetrenie n. ulnaris so snímaním z oblasti hypotenaru a stimuláciou v zápästí (tiež 8 cm medzi aktívnymi elektródami) a v oblasti dolnej časti sulcus nervi ulnaris v lakti. Hodnotíme latenciu vzniku odpovede po distálnej stimulácii (DML), amplitúdu sumačného akčného

**Obrázok 5.** Stimulačná elektromyografia n.medianus, snímanie povrchovými elektródami z m.APB, umiestnenie aktívnej stimulačnej elektródy označené krúžkom



**Obrázok 6.** Stimulačná elektromyografia n.medianus a n.ulnaris, snímanie povrchovými elektródami z m.lumbricalis, respektíve z m.interosseus, umiestnenie aktívnej stimulačnej elektródy označené krúžkom



potenciálu svalu (CMAP) a rýchlosť vedenia nervom v oblasti predlaktia. Typickým obrazom v prípade rozvinutého SKT je predĺženie DML n. medianus so zachovaním DML n. ulnaris – rozdiel medzi latenciami by mal byť väčší ako 1,2 – 1,8 ms<sup>(13)</sup>. Pri ťažšom axonálnom poškodení n.medianus v karpálnom kanáli pozorujeme zníženie amplitúdy CMAP z tenaru.

Pri ťažkom SKT s veľmi nízkym až nevýbavným CMAP zo svalov tenaru môžeme použiť snímanie z lumbrikálnych (n. medianus) a interoseálnych (n. ulnaris) svalov. Aktívnu snímaciu elektródu umiestňujeme medzi druhý a tretí metakarpus v ich distálnej tretine, stimulujeme 10 cm pod ňou nad n. medianus a n. ulnaris v zápästí (**obrázok 6**). Rozdiel DML medzi týmito nervami by mal byť v prípade SKT viac ako 0,4 ms.

Alternatívou k potvrdeniu patologického rozdielu latencií je vyšetrenie vedenia v distálnej časti n. medianus štandardnou metodikou a doplnenie stimulácie n. ulnaris 1 cm proximálne od zápästnej ryhy pri nezmenenom snímaní zo svalov tenaru (**obrázok 7**)<sup>(13)</sup>. V prípade SKT by mal byť rozdiel DML n. medianus a n. ulnaris viac ako 0,8 ms, problém pri interpretácii robí správne určenie začiatku odpovede po stimulácii n. ulnaris (často elektropozitívna odchýlka v úvode CMAP). Naopak, výhodné môže byť toto vyšetrenie pri prítomnosti anastomózy Riche – Cannieu.

Informáciu o prítomnosti bloku vedenia v oblasti karpálneho kanála pri nízkej amplitúde CMAP po štandardnej stimulácii v zápästí môžeme získať doplnením stimulácie v dlani. Stimulujeme v mieste, kde sa dlane dotýka flectovaný prostredník. V prípade pretrvávania nízkej amplitúdy aj v tomto mieste stimulácie najskôr ide o axonálny typ poškodenia. Metóda je náchylná na chybnú interpretáciu pre riziko priamej stimulácie svalových vlákien (pri stimulácii blízko tenaru) alebo zastimulovaní ulnárnych vlákien pre tenarové svaly (vtedy pozorujeme pozitívnu

úvodnú odchýlku v tvare CMAP). Pre bližšiu identifikáciu miesta maximálneho poklesu amplitúdy môžeme použiť postupnú stimuláciu s odstupmi 1-2 cm – tzv. inching.

#### *Ihlová elektromyografia*

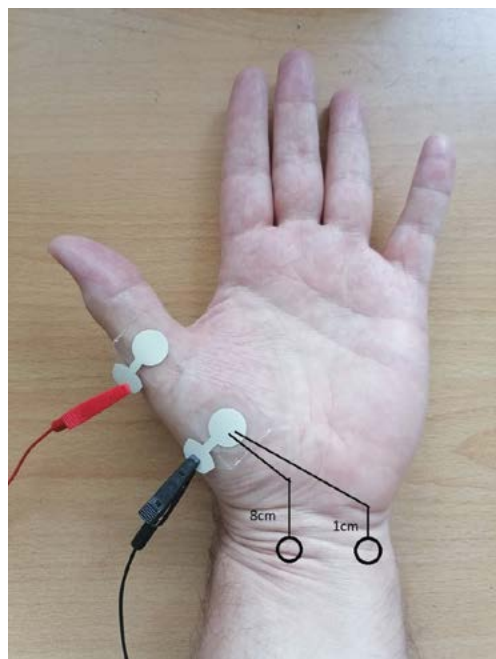
Vyšetrenie svalu ihlovou koncentrickou elektródou je metóda v EMG laboratóriách štandardne používaná, v prípade vyšetrenia SKT je len fakultatívna. Vyšetrenie m. APB ihlovou elektródou môže upresniť nález najmä v prípade výraznej atrofie svalu a veľmi nízkej, prípadne nevýbavnej motorickej odpovedi po stimulácii. Ihlová EMG môže ďalej pomôcť v diferenciácii príčiny rozsiahlejšej atrofizácie v oblasti dlane, keď porovnávame nálezy zo svalov inervovaných n. medianus a n. ulnaris. Vyšetrenie svalov nad úrovňou zápästia je vhodné pri podozrení na vyššiu úroveň poškodenia n. medianus, diferenciáciu motorickej radikulopatie, plexopatie alebo polyneuropatie. Na dôkaz axonálneho typu poškodenia motorických vlákien slúži najmä prítomnosť patologickej spontánnej aktivity (fibrilácie, pozitívne ostré vlny), väčšie akčné potenciály motorických jednotiek s polyfáziami a preriednutie krivky pri maximálnej voluntárnej kontrakcii.

#### *Špeciálne situácie pri interpretácii EFV*

Pri EFV u pacienta s podozrením na SKT sa môžeme zriedkavo stretnúť so situáciami, kde nesprávna interpretácia nálezu nerešpektujúca aktuálne pomery vedie k falošne pozitívnemu alebo negatívnemu záveru.

Medzi najčastejšie problémy patrí interpretácia nálezu pri anastomózach medzi n.medianus a n.ulnaris. Martin – Gruberova anastomóza je spojka medzi n. medianus a n.ulnaris, ktorá sa vyskytuje v 7 – 34 % populácie. Časť motorických vlákien n.medianus sa pri nej v hornej tretine predlaktia dostáva

**Obrázok 7. Stimulačná elektromyografia n.medianus a n.ulnaris, snímanie povrchovými elektródami z m.APB, umiestnenie aktívnej stimulačnej elektródy označené krúžkom**



z n. interosseus anterior do n.ulnaris a pokračujú v jeho anatomicom priebehu – míňajú tak karpálny kanál. Najčastejšie sa v tejto anastomóze nachádzajú vlákna pre m.interosseus I. Táto anatomická variácia väčšinou nemá klinický význam, mení však pohľad na interpretáciu nálezu pri vyšetrení motorických vlákien n.medianus a prítomnosti SKT. Najčastejšie sa stretávame s nasledujúcimi zmenami: vyššia amplitúda CMAP z m. APB po stimulácii n. medianus v lakti ako po stimulácii v zápästí, úvodná pozitívna (nadol) odchýlka v tvare CMAP po stimulácii v oblasti lakt'a a falošne vyššia rýchlosť vedenia v kmeni n. medianus na predlaktí. Tieto zmeny sú vysvetliteľné rýchlejšim vedením motorickými vláknami n. medianus cez Martin Gruberovu anastomózu v porovnaní s vláknami spomalenými v oblasti útlaku pri SKT, pozitívna odchýlka je spôsobená aktivitou vzdialenejších ulnarisom inervovaných svalov v oblasti tenaru<sup>(14)</sup>.

Z hľadiska interpretácie je problematický nález normálneho vedenia senzitivnými vláknami (vrátane porovnávacích metód) a abnormálnej DML z n.medianus. V literatúre sa nevyskytuje relevantný popis SKT s podobným nálezom, v tomto prípade je preto nutné uvažovať o inej etiológii. Môže ísť o neuropatiu rekurentnej motorickej vetvy n. medianus (poškodenie mimo karpálneho kanálu), C8-Th1 radikulopatiu, ochorenie motoneurónov predných rohov miechy alebo multifokálnu motorickú neuropatiu<sup>(13)</sup>. K bližšiemu objasneniu treba doplniť ďalšie elektrofyziologické vyšetrenia – napríklad pri podozrení na poškodenie rekurentnej motorickej vetvy porovnať odpovede z m. APB a m. lumbricalis II. V prípade izolovanej mononeuropatie n. medianus v oblasti zápästia bez klinických prejavov charakteristických pre SKT treba byť veľmi opatrný s určením diagnózy SKT, najmä u obéznych pacientov a ľudí s manuálnou prácou, kde je tento jav častejší<sup>(15)</sup>.

Niektorí pacienti s výraznejším SKT majú prítomné ľahké spomalenie vedenia proximálne od karpálneho kanála na predlaktí. Sú dve spomínané vysvetlenia tohto javu: retrográdna degenerácia n.medianus proximálne od karpálneho kanála a možný blok vedenia najrýchlejšie vedúcimi vláknami na úrovni karpálneho kanála. Vzhľadom k tejto skutočnosti ľahké spomalenie vedenia vláknami n. medianus v predlaktí nie je vylučujúcim faktorom pre diagnózu SKT.

### Odporúčaná postupnosť pri elektrofyziologickom vyšetrení SKT

Metodiky uvedené v predošlej časti práce sa využívajú v klinickej praxi v rôznom počte a poradí, vyšetrujúci ich použite zvažuje podľa aktuálnej klinickej situácie (jednostranné alebo obojstranné postihnutie, jasný alebo hraničný klinický obraz, predpokladaná koexistencia inej patológie...). V literatúre sa stretávame s viacerými prístupmi autorov k postupnosti vyšetrení.

Ucelený pohľad poskytuje odporúčanie Americkej asociácie pre elektrodiagnostickú medicínu z roku 2002<sup>(16)</sup>. V prípade nekomplikovaného klinického obrazu SKT sa odporúča vyšetriť senzitivné vedenie v distálnej časti n.medianus – ak je patologické, porovnať ho s hodnotami distálneho senzitivného vedenia v inom nerve tej istej končatiny. Porovnanie s dvoma nervami prinášajúce zhodné výsledky (normálne alebo abnormálne rozdiely latencií v porovnaní s n.medianus) by malo byť dostatočné k potvrdeniu diagnózy SKT. V prípade hraničných hodnôt sa odporúča použiť ďalšie upresňujúce vyšetrenia – senzitivné vedenie n.medianus cez zápästie v kratšom segmente 7 – 8 cm, alebo porovnanie vedenia senzitivnými vláknami n.medianus cez karpálny tunel s vedením proximálne (predlaktie) či distálne (prst). Špecifita týchto vyšetrení je vysoká – 0,98 a senzitivita sa udáva medzi 0,71 – 0,85. V prípade chýbajúcej senzitivnej odpovede z n.medianus sa odporúča doplniť vyšetrenie motorického vedenia n.medianus k m. APB a porovnať ho s motorickým vedením, napríklad n.ulnaris k m.ADM. Ak sú výsledky porovnania patologické na symptomatickej končatine, AAEM vyšetrenie druhej končatiny sa neodporúča.

V českom odporúčaní „Standard elektrofyziologického vyšetrení syndromu karpálneho tunelu pro potreby hlášení choroby z povolání“<sup>(12)</sup> autori odporúčajú nasledujúci postup: vyšetrenie DML n. medianus, vyšetrenie senzitivného vedenia n. medianus ku II. alebo III. prstu, vyšetrenie DML n. ulnaris a vyšetrenie senzitivného vedenia n. ulnaris k V. prstu, fakultatívne vyšetrenie m. APB ihlovou elektródou. V prípade normálnych hodnôt vyšetrení sa ďalšie vyšetrenie odporúča len u pacientov s typickými klinickými príznakmi SKT a pretrvávajúcim naliehavým podozrením na SKT.

### Aká je senzitivita a špecifita EMG/NCS pri diagnóze SKT?

Viacerí autori venujúci sa odpovedi na vyššie uvedenú otázku konštatovali, že pre NFV neexistuje „zlatý štandard“ diagnostiky SKT<sup>(17)</sup>. Približne 10–15 % pacientov s klinickými príznakmi SKT má normálne výsledky EMG/NCS, čo zodpovedá senzitivite 85–90 %. Ako jedno z vysvetlení sa ponúka prechodnosť príznakov pri rýchlo sa upravujúcej akútnej ischémii nervu bez trvalejšej demyelinizácie alebo axonálneho poškodenia. Snaha o zvýšenie senzitivity výsledkov EFV vedie ku zhoršeniu ich špecifity.

Tabuľka 1. Prehľad odporúčení hodnotenia závažnosti SKT podľa výsledkov NFV

Kurča, 2009		1. stupeň Spomalené vedenie karpálnym tunelom CMAP s normálnou amplitúdou		2. stupeň Spomalené vedenie karpálnym tunelom Pokles amplitúdy CMAP pod 50 %		3. stupeň Spomalené vedenie karpálnym tunelom Pokles amplitúdy CMAP nad 50 %, alebo bez motorickej odpovede	
Bland, 2000	Stupeň 0 Žiadna abnormalita	Stupeň 1 Veľmi ľahký Patologické len dve senzitivne porovnania	Stupeň 2 Ľahký Ortodrómna rýchlosť senzitivneho vedenia z ukazováka pod 40m/s, DML z APB pod 4,5ms	Stupeň 3 Stredný DML z APB viac ako 4,5ms a menej ako 6,5ms, zachovaná senzitivna odpoveď z ukazováka	Stupeň 4 Ťažký DML z APB viac ako 4,5ms a menej ako 6,5ms, bez senzitivnej odpovede	Stupeň 5 Veľmi ťažký DML z APB viac ako 6,5ms, Bez senzitivnej odpovede	Stupeň 6 Extrémne ťažký Motorická odpoveď pod 0,2mV
Kadaňka 2005				Aspoň stredne ťažký stupeň pre potreby pracovného lekárstva Antidrómna rýchlosť senzitivneho vedenia n medianus ku II. alebo III. prstu menej ako 38m/s alebo nevýbavné a normálna DML a senzitivne vedenie v n. ulnaris a DML n medianus viac ako 5,3ms ak prítomná alebo abnormálna trvalá spontánna aktivita v ihlovej EMG z m APB najmenej z dvoch miest			
Menkes in Sonoo, 2018	CTS bez elektro-fyziologických abnormalít	Ľahký stupeň Patologické len porovnávacie štúdie alebo štúdie senzitivneho vedenia		Stredne ťažký stupeň Predĺžená aj DML n medianus s normálnou amplitúdou CMAP		Ťažký stupeň Nižšia aj amplitúda CMAP n medianus a/alebo spontánna aktivita z m APB	

CMAP – sumačný akčný potenciál svalu, DML – distálna motorická latencia, APB – abductor pollicis brevis

Častým problémom pri interpretácii výsledkov EFV je prehľadanie ich nižšej špecificity, najmä v niektorých skupinách, kde dosahuje 82 – 85 % (falošne pozitívnych je 15 – 18 %) – jednou z týchto skupín sú manuálne pracujúci s vágnyimi klinickými príznakmi<sup>(18)</sup>. Diskusia sa vedú o posudzovaní výsledkov u pacientov s diabetes mellitus. Veľká štúdia u pacientov s diabetes mellitus bez príznakov SKT ukázala hornú hranicu normy 1 ms pre rozdiel senzitivných distálnych latencií n. medianus a n. ulnaris, čo je viac ako všeobecne používaná norma 0,5 ms<sup>(19)</sup>. S opatrnosťou je vhodné interpretovať hraničné EFV nálezy aj u pacientov s polyneuropatiami a pacientov s pracovnou záťažou rúk, ak sú klinické príznaky nejednoznačné. Bohužiaľ, k dnešnému dňu nemáme všeobecne akceptované modifikácie normatívnych dát pre tieto populácie, podložené kvalitnými klinickými údajmi.

Skratky	
SKT	– syndróm karpálneho tunela
BCTQ	– Boston Carpal Tunnel Questionnaire
CSA	– cross sectional area – prierez
AAOS	– American Academy of Orthopaedic Surgeons
USG	– vyšetrenie ultrazvukom
NMR	– nukleárna magnetická rezonancia
DML	– distálna motorická latencia
CMAP	– sumačný akčný potenciál svalu
STEMG	– stimulačná elektromyografia
SNAP	– senzitivný akčný potenciál nervu – senzitivna odpoveď
EMG/NCS	– elektromyografia a vodivostné štúdie nervov (z electromyography, nerve conduction studies)
APB	– abductor pollicis brevis
CTS – 6	– diagnostický test využívajúci klinické príznaky

## Existujú štandardy hodnotenia závažnosti SKT podľa výsledkov EFV?

Výsledky EFV sa v praxi často používajú na hodnotenie stupňa závažnosti SKT, napriek tomu neexistuje všeobecne akceptovaný štandard tohto hodnotenia. Táto skutočnosť je vysvetliteľná opatrnosťou mnohých autorov pri odporúčaní ďalších liečebných postupov podľa výsledkov NFV, nakoľko väčšinou pre závery chýbajú spoľahlivé vedecké dáta. Požiadavky na kvantifikáciu však z praxe prichádzajú opakovane, najmä kvôli indikáciám operačného riešenia SKT a posudkovým účelom. V tabuľke 1 preto prinášame prehľad viacerých recentných odporúčaní pre interpretáciu NFV rôznych autorov.

Aj keď by rozhodovanie o spôsobe liečby SKT malo zohľadňovať najmä klinické aspekty, v literatúre nájdeme aj návrh vychádzajúci z výsledkov NFV<sup>(11)</sup>. Pri ľahkom stupni patológie sa odporúča symptomatická konzervatívna liečba, pri strednom stupni lokálna injekčná liečba kortikosteroidmi a chirurgická pri progresii stavu, chirurgické riešenie (ak nie sú celkové kontraindikácie) sa odporúča pri zistení ťažkého stupňa poškodenia. Ak je to nutné, mal by sa k terapeutickým postupom v závere EFV vyšetrenia vyjadrovať vyšetrujúci lekár na základe celkového zhodnotenia klinického obrazu, nielen výsledkov EFV.

## Záver

Syndróm karpálneho tunela je najčastejšou úžinovou mono-neuropatiou s dosahom na kvalitu života a práceschopnosť pacientov. Neurofyziologické vyšetrovacie metodiky patria do rutínnej praxe jeho diagnostiky – umožňujú diferenciálnu diagnostiku, posúdenie závažnosti poškodenia n. medianus aj sledovanie vývoja poškodenia. Správne použitie jednotlivých techník a ich interpretácia sú z hľadiska úspechu liečby veľmi dôležité,

poznatky uvedené v tejto práci majú pomôcť v rozhodovacom procese vyšetrojúceho neurofyziológa. Dúfame, že budú pre širokú komunitu kolegov v elektromyografických laboratóriách užitočné.

#### Adresa pre korešpondenciu:

MUDr. František Cibulčík, PhD.  
UN Bratislava Ružinov, Ružinovská 6  
826 06 Bratislava  
e-mail: cibulcik@hotmail.com

#### Literatúra

1. Kurča E. Syndróm karpálneho tunela. *Cesk Slov Neurol N* 2009; 105(6): 499-510
2. Minks E, Minksová A, Brhel P et al. Profesionální syndrom karpálního tunelu. *Neurol Praxi* 2014; 15(5): 234-239.
3. Muzikářová S, Kryštofová S, Ďuriš K et al. Vztah mezi epidemiologií a subjektivním vnímáním bolesti u pacientů se syndromem karpálního tunelu. *Cesk Slov Neurol N* 2018; 114(5): 570-575.
4. Dufek J. Profesionální syndrom karpálního tunelu. *Neurol Prax* 2006; 7(5): 254-256.
5. Palmer KT, Harris EC, Coggon D. Carpal tunnel syndrome and its relation to occupation: a systematic literature review. *Occup Med Lond* 2007; 57(1): 57-66.
6. Jerosch-Herold Ch, Bland JDP, Horton M. Is it time to revisit the Boston Carpal Tunnel Questionnaire? New insights from a Rasch model analysis. *Muscle & Nerve*. 2021; 63: 484-489.
7. American Academy of Orthopaedic Surgeons. Management of Carpal Tunnel Syndrome Evidence-Based Clinical Practice Guideline. Published February 29, 2016.
8. Graham B. The value added by electrodiagnostic testing in the diagnosis of carpal tunnel syndrome. *J Bone Joint Surg Am* 2008; 90: 2587-2593.
9. Kurca E, Nosal V, Grofik M et al. Single parameter wrist ultrasonography as a first-line screening examination in suspected carpal tunnel syndrome patients. *Bratisl Lek Listy* 2008; 109(4): 177-179.
10. Fowler JR. Nerve conduction studies for carpal tunnel syndrome: gold standard or unnecessary evil? *Orthopedics* 2017; 40: 141-142.
11. Sonoo M, Menkes DL, Bland JDP et al. Nerve conduction studies and EMG in carpal tunnel syndrome: Do they add value? *Clinical Neurophysiology Practice* 2018; 3: 78-88.
12. Kadaňka Z, Dufek J, Hromada J. Standard elektrofyzilogického vyšetření syndromu karpálního tunelu pro potřeby hlášení choroby z povolání. Doporučené postupy 2005. [online] 2005 April. Dostupné z URL: <http://www.czech-neuro.cz/index.php?act=detail&idTXT=4>.
13. Werner RA, Andary M. Electrodiagnostic evaluation of carpal tunnel syndrome. *Muscle Nerve* 2011; 44: 597-607.
14. Dumitru D. Electrodiagnostic medicine. Philadelphia: Hanley and Belfus; 1995: 874-875.
15. Werner RA, Franzblau A, Albers JW, Armstrong TJ. Influence of body mass index and work activity on the prevalence of median mononeuropathy at the wrist. *Occup Environ Med* 1997; 54: 268-271.
16. 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; 25: 918-922.
17. Rempel D, Evanoff B, Amadio PC et al. Consensus criteria for classification of carpal tunnel syndrome in epidemiologic studies. *Am J Pub Health* 1998; 88: 1447-1451.
18. Bingham RC, Rosecrance JV, Cook TM. Prevalence of abnormal conduction in applicants for industrial jobs. *Am J Ind Med* 1996; 30:355-361.
19. Albers JW, Brown MB, Sima AA et al. Frequency of median mononeuropathy in patients with mild diabetic neuropathy in the early diabetes intervention trial. *Muscle Nerve* 1996; 19: 140-146.