

# Traumata periferních nervů horní končetiny

**MUDr. Jiří Ceé**

Neurologická ambulance Litnea, s.r.o., Litoměřice

Neurochirurgická klinika UJEP, Krajská zdravotní, a.s., Ústí nad Labem

S traumaty periferních nervů horních končetin, zejména zavřenými, se setkává většina neurologů v každodenní praxi. EMG vyšetření zůstává stále zlatým standardem pro přesnější určení charakteru a výše léze, zvyšuje se také význam zobrazovacích metod. Rozhodnutí, zda má být indikována konzervativní léčba (rehabilitace), či chirurgické řešení (sutura, plastika nervu), závisí na mechanismu úrazu, topice postižení, výsledku a dynamice EMG nálezu. Zatím nebyl nalezen spolehlivý postup, jak urychlit axonální regeneraci periferního nervu.

**Klíčová slova:** poranění periferních nervů, horní končetina, elektromyografie (EMG).

## Peripheral nerve injury of the upper limb

The most of neurologists deal with the peripheral nerve injury of the upper limbs (especially closed) in everyday practice. EMG examination remains a gold standard for more accurate determination of the level of injury, importance of imaging methods also has been increased. The decision whether conservative or surgical treatment should be indicated depends on the mechanism and level of injury, results and dynamics of EMG results. No reliable procedure has been found to accelerate the axonal regeneration of the peripheral nerve.

**Key words:** peripheral nerve injury, upper limb, electromyography (EMG).

## Úvod

Úrazy periferních nervů tvoří odhadem 2 % z celkového počtu pacientů ošetřených v traumacentrech pro trauma končetiny (Taylor et al., 2008). Podrobnější epidemiologická data (rozdělení úrazů na horní a dolní končetinu apod.) v ČR k dispozici nejsou. Z dat v registru České neurochirurgické společnosti lze zjistit, že na všech neurochirurgických pracovištích v ČR je každý rok úhrnem ošetřeno v průměru okolo 400 pacientů s poraněním periferního nervu indikovaného k revizi. Nejčastější příčinou úrazů jsou automobilové nehody (Taylor et al., 2008), kdy dochází k otevřeným i uzavřeným poraněním v rámci polytraumatu. V současné době jsou častá také iatrogenní poranění – mohou tvořit až 30 % z celkového počtu případů indikovaných k revizi neurochirurgem (Rasulić et al., 2017). Jako nejčastěji iatrogenně pora-

něný nerv se udává n. medianus (komplikace operací karpálního tunelu), následuje jej ramus superficialis n. radialis (komplikace při operacích stenozyující tendosynovitis, intraneurální aplikace kortikoidů apod.) a n. radialis (repozice fraktur humeru) (Rasulić et al., 2017; Kanta et al., 2003). Při vyšetřování traumat periferních nervů je nutná dobrá znalost jejich topografické anatomie, včetně odstupů jednotlivých větví. Jako ve všech oblastech medicíny, klíčovým stále zůstává pečlivé klinické vyšetření, ze kterého je možné již ve většině případů určit, který nerv byl poraněn a určit orientačně také výši postižení. U **otevřených** poranění (řezných, tržných, střílných apod.) je topika postižení relativně snadno odvoditelná, avšak i zde může dojít k omylu (obrázek 1). Tato poranění vedou kromě porušení dalších struktur k anatomickému částečnému či úplnému přerušení nervu

a je nutností chirurgická revize. U **uzavřených** poranění bývá diagnostika a zejména indikace k chirurgické revizi složitější. Nejčastěji se jedná buď o trakční mechanismus (nadměrné natažení nervu s přetržením axonů a porušením cévního zásobení) nebo o kompresivně-ischemickou příčinu v disponovaném místě, například proti kosti (např. n. radialis v sulcus spiralis humeru) nebo ve fyziologické úžině (n. ulnaris v oblasti lokte). Významnou klinickou známkou poranění nervu je **Tinelův příznak** – pokleповá citlivost v poraněném místě, s šířením parestézií po dráze nervu proximálně i distálně. Jeho význam je nejen topicko-diagnostický, ale i prognostický. Pokud pacient referuje pozvolný postup Tinelova příznaku kaudálně po dráze nervu, je to současně příznivá známka reinervace. Z pomocných vyšetřovacích metod se využívají jak metody zobrazovací, tak elektrofyziologické,



KORESPONDENČNÍ ADRESA AUTORA:

MUDr. Jiří Ceé, cee@litnea.cz

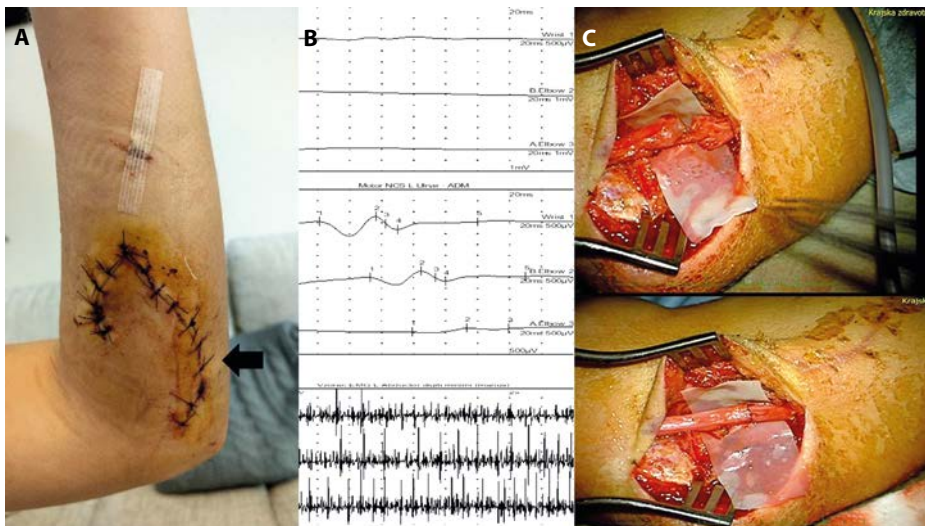
Neurologická ambulance Litnea, s.r.o., Dvořákova 1 067/4, 412 01 Litoměřice

Cit. zkr: Neurol. praxi 2019; 20(4): 267–274

Článek přijat redakcí: 8. 1. 2019

Článek přijat k publikaci: 6. 3. 2019

**Obr. 1.** Krátká kazuistika dětské pacientky s úrazem levé horní končetiny a poraněním n. ulnaris (pád do skleněných dveří). Bezprostředně po úrazu hypestezie v oblasti malíku a oslabení jemné motoriky. Chirurg při první revizi ale nezjistil poškození nervu. Po sutuře (obr. 1a) stále trvající potíže, po 12 dnech kontrola neurologem a následně EMG vyšetření, při kterém zjištěna těžká axonální léze nervu (horní část obr. 2b). Následná další revize provedená neurochirurgem (26 dnů po úrazu) odhalila podstatně větší hloubku poranění pravděpodobně s tangenciálním průnikem skleněného úlomku (označeného šipkou) a téměř kompletní transkci nervu (obr. 2c). Na obr. 2b v dolní části pak kontrolní EMG (šest měsíců po operaci) s výbavnou motorickou odpovědí a volní aktivitou ve svalu (m. abductor digiti minimi)



kteří se komplementárně doplňují. Zatím stále není možné v časné fázi rozlišit mezi axonotmezou a neurotmezou, přičemž odpověď na tuto otázku je zásadní z hlediska volby další léčby (konzervativní postup s rehabilitací versus operační revize).

■ **Elektromyografické vyšetření (EMG)** – základní elektrofyzilogická metoda, která má i přes své limity nezastupitelné místo. Potvrdí klinické podezření na poranění nervu, a upřesní jeho charakter (axonální či demyelinizační poškození). V časné fázi bezprostředně po poranění lze vyšetřit pouze kondukční EMG. Zjišťujeme motorickou odpověď ve svalu stimulací nad a pod místem poškození nervu či porovnáním se zdravou stranou. U kondukčního bloku (neurapraxie) zůstává distální část nervu pod poraněním stimulovatelná i po jednom týdnu od úrazu, u axonotmezou či neurotmezou touto dobou distální pahýl degeneruje a přestává být stimulovatelný (obrázek 2). V pozdějších fázích (cca 2–4 týdny po poranění) je možné pomocí jehlové EMG u axonálních lézí určit, zda jde o částečný či úplný denervační syndrom, **v této době indikujeme k EMG vyšetření většinu uzavřených traumat nervu**. Při dalších kontrolách sledujeme proces reinervace a v případě jeho zpoždění či chybění indikujeme ev. chirurgickou revizi nervu. Kondukční EMG studie jsou limitované omezenými místy povrchové

elektrické stimulace, relativní kontraindikací je také elektrická stimulace v blízkosti implantovaného kardiostimulátoru nebo defibrilátoru (Vlčková et al. 2017). Jehlová EMG nemá (kromě těžkých poruch koagulace) žádnou kontraindikaci. Stručná strategie EMG vyšetření u poranění jednotlivých nervů je uvedena dále, její podrobný popis přesahuje rozsah tohoto článku.

■ **Motorické evokované potenciály (MEP)** – magnetickým stimulatorem stimulujeme míšní oblast, resp. nervové kořeny, generovaný akční potenciál registrujeme povrchovými elektrodami v jednotlivých svalech. Vyšetření je využitelné jako alternativa u poranění proximálních nervů (axillaris, musculocutaneus). Výhodou tohoto postupu je menší bolestivost stimulace, v managementu poranění periferních nervů má ale spíše limitované uplatnění.

■ **MR periferních nervů** – stále častěji užívaná metoda. S její pomocí je možné zpřesnit místo poranění nervu – denervovaný sval má vyšší signál v T2 a zejm. STIR sekvencích již několik dnů po úrazu (Nolte, Pham et al. 2007). Sofistikovanější zobrazení (diffusion tensor imaging – DTI, diffusion tensor tractography – DTT) dovolují u nových přístrojů i přesné anatomické 3D zobrazení a také umožňují sledovat prořůstání nervů v rámci budoucí reinervace.

V současné době se tyto novější postupy užívají selektivně při poranění nervových plexů, v blízké budoucnosti je předpoklad také u ostatních periferních nervů (Humhej et al., 2018).

■ **UZ vyšetření** – metoda rutinně užívaná při vyšetřování měkkých tkání nachází své místo rovněž při diagnostice neurogenických lézí, hlavně u úžinových syndromů či při hledání strukturálních patologií, které mohou vést k poškození periferních nervů (Minks et al., 2018). U traumatu je jeho úloha malá. Hlavní výhodou je cena i dostupnost vyšetření.

Není-li anamnéza úrazu při akutně vzniklé paréze nervů na horní končetině zřejmá, je v rámci diferenciální diagnózy třeba myslet i na jiné příčiny; například neuralgickou amyotrofii brachiálního plexu (syndrom Parsonage-Turner), pro kterou je typické několikadenní stadium s prudkými bolestmi postižené končetiny (hlavně v oblasti ramene), následované vznikem paréz periferních nervů a poměrně rychlou svalovou atrofií, nejčastěji v proximálních segmentech (Ambler, 1999). Opakovaný vznik otlačových obrn u pacienta budí podezření na dědičnou neuropatii se vznikem otlačových obrn (HNPP). Akutní posttraumatické radikulární syndromy mají rozdílnou distribuci motorického a senzitivního deficitu (obrázek 3). Při jejich nekompletním vyjádření může být nicméně diferenciální diagnostika obtížná a je nutné pacienta dovyšetřit zobrazovacími a elektrofyzilogickými metodami popsány výše.

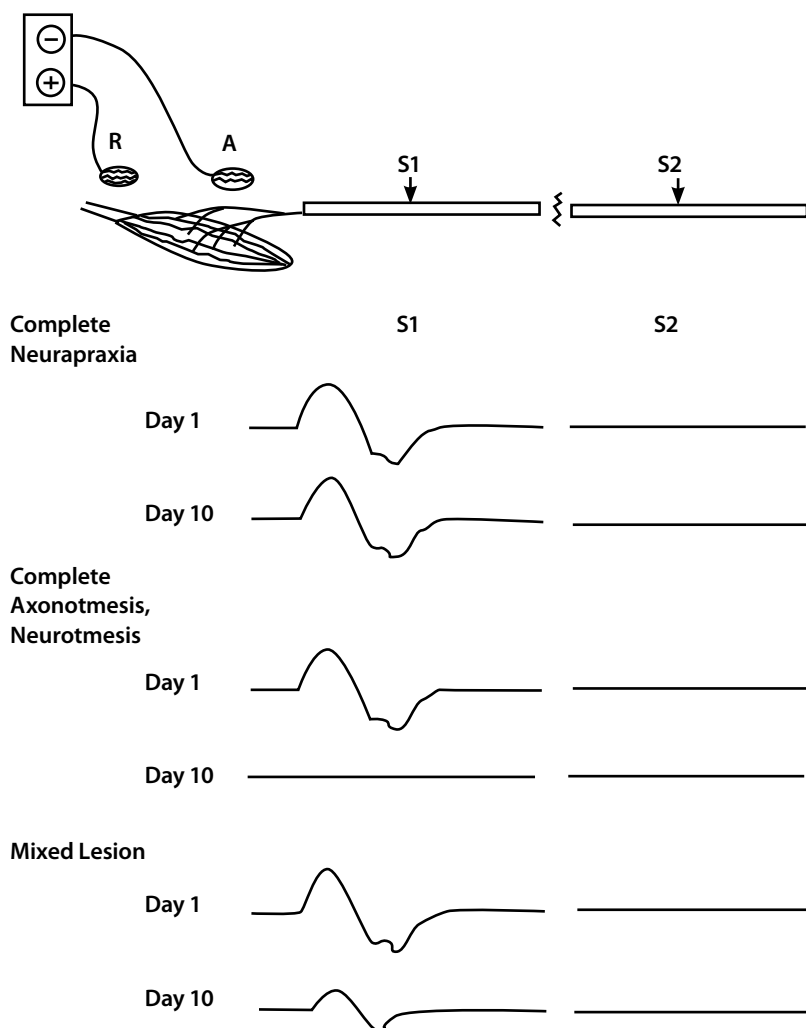
## Jednotlivé neuropatie

### N. thoracicus longus (C5–C7)

Anatomické poznámky: Čistě motorický nerv odstupuje ještě před seskupováním do fascikul brachiálního plexu a směřuje kaudálně po laterální stěně hrudníku přibližně ve střední axilární čáře. Motoricky inervuje jediný sval – m. serratus anterior.

Vyšetření: Při lézi nervu je lopatka v klidovém postavení blíže k páteři a dolní úhel odstává. V předpažení, a zejména při opření horní končetiny o stěnu vstoje, se toto odstávání zvýrazní – **vzniká scapula alata**. Nemocný má potíže při pohybu v rameni, vážně plná elevace do vertikály, čehož si nejčastěji povšimne při česání, věšení prádla apod. K poranění nervu dochází zevní kompresí

**Obr. 2.** EMG rozlišení mezi kondukčním blokem (neurapraxií) a axono- či neurotmezou. V desátý den od postižení je při lehčím postižení kondukčním blokem distální část nervu stále dobře stimulovatelná. U axono- či neurotmezou distální pahýl nastimulovat již nelze (převzato z Miles, 1981)



– úderem na rameno nebo laterální stěnu hrudníku, kompresí hranou opěradla židle nebo křesla (při usnutí) nebo při operacích v celkové anestezii v poloze na boku. Vzácně dochází k jeho trakčnímu poranění u činností vyžadující velkou sílu v oblasti ramenního pletence, hlavně při sportu (tenis, košíková, veslování, kulturistika a posilování). Z netraumatických příčin může být nerv postižen u neuralgické amyotrofie brachiálního plexu.

**Elektrofyzilogické vyšetření:** *M. serratus anterior* se vyšetřuje většinou pouze jehlovou elektrodou, elektrická stimulace nervu se provádí v Erbově bodu (Oh, 2003). Diagnostika lézí tohoto nervu má velký význam při traumatech brachiálního plexu: Nález denervačního (obvykle částečného) syndromu v *m. serratus anterior* na EMG a další postižení svalů z myotomu kořenů C5, C6, či C7 svědčí pro avulzi plexu.

## N. axillaris (C5, C6)

Anatomické poznámky: N. axillaris se konstituuje ze zadního fasciklu, obtáčí se okolo pažní

kosti, kde prochází fyziologickou úžinou – foramen quadrilaterum. Motoricky zásobuje *m. deltoideus* a *m. teres minor*, senzitivně malou oblast na rameni. Správná inervace deltového svalu má kromě hybnosti význam i pro fixaci hlavičky humeru v ramenním kloubu, při těžké lézi nervu proto později může docházet ke spontánním luxacím ramene. Poranění nervu vzniká buď izolovaně nebo častěji jako součást traumatu brachiálního plexu horního typu. Obvykle se jedná o trakční mechanismus poškození s axonální lézí.

**Vyšetření:** Poškození se projevuje **oslabením abdukce a elevace paže** + oslabením zevní rotace paže. Počáteční fáze abdukce (cca do 30°) je při izolovaném postižení nervu zachována, neboť ji zajišťuje současně *m. supraspinatus* (obrázek 4). Při abdukci nad horizontálu je současně nutná fixace lopatky zajišťovaná *m. serratus anterior*. Hypestezie je vyjádřena v malém okrsku regio deltoidea a je po ní třeba cíleně pátrat, pacient si

ji obvykle neuvědomuje. Není-li přítomno trauma ramene, je ideální testovat svalovou sílu do abdukce v rozpažení proti odporu, vyšetřujeme také předpažení a zapažení. Zejména při déletrvajícím postižení dochází ke kompenzačnímu zapojení jiných svalových skupin, které činí hybný deficit méně nápadným a mohou vést k mylné domněnce o dobré reinervaci. Spolehlivým indikátorem těžší axonální léze nervu je po několika týdnech viditelná hypo- či atrofie deltového svalu. Nejčastější příčinou je trauma v oblasti paže (fraktura hlavičky pažní kosti či luxace ramene). Zejména luxace ramene s anterokaudální dislokací paže vede k těžkému trakčně-ischemickému poranění nervu. Při prvotním ošetření, kdy většinou nelze testovat motorickou funkci nervu, může být snížena citlivost v oblasti paže jediným vodítkem, zda nedošlo k poranění nervu. V diferenciální diagnostice je třeba odlišit (rtg a zejm. UZ vyšetřením) afekce ramenního kloubu (adhezivní capsulitis, syndrom rotátorové manžety apod.), které mohou vést také k hypotrofii svalu z inaktivity, ta však nebývá výrazná. U těchto postižení je nápadná bolestivost a ztuhlost (painful arc) i při pasivních pohybech v rameni. I tento nerv bývá postižen při neuralgické amyotrofii brachiálního plexu (Michotte et al., 1988). Při těžkém radikulárním syndromu C5 má pacient kromě senzitivních příznaků – také oslabenou abdukci paže i do iniciálních 30° a různě vyjádřenou může být postižení flexe předloktí.

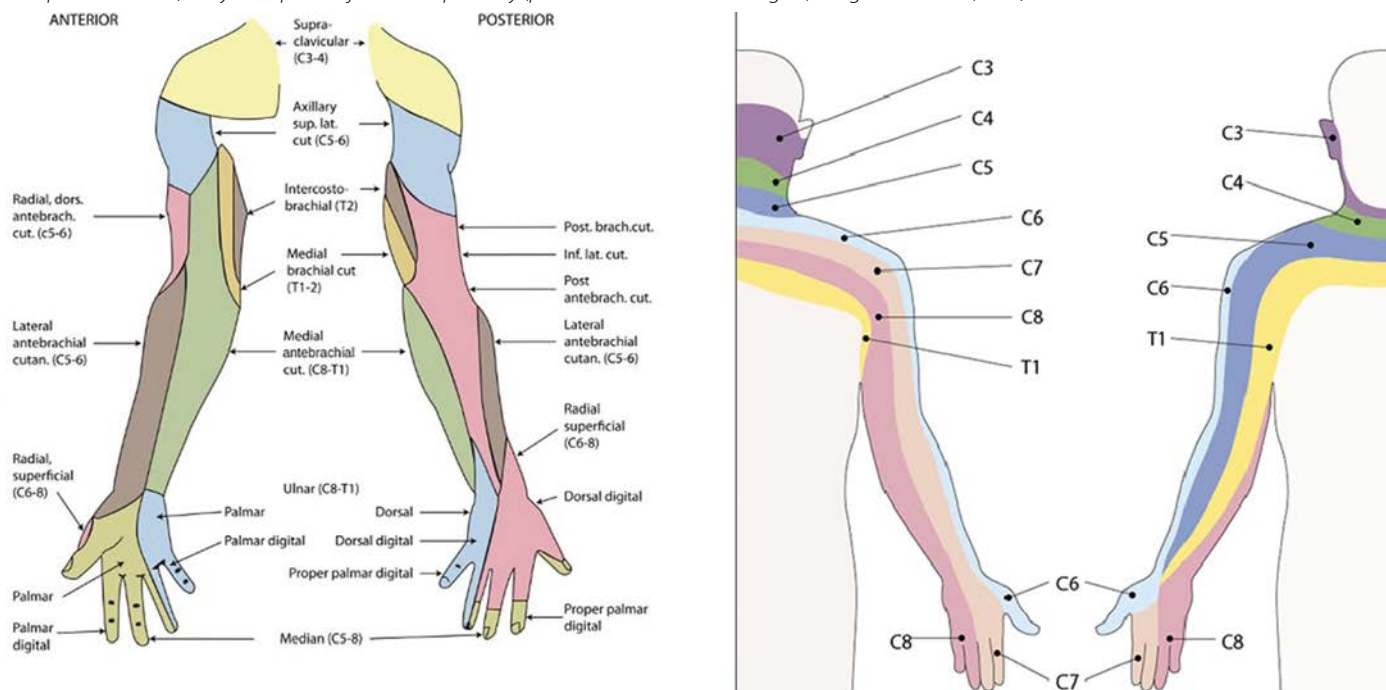
**Elektrofyzilogické vyšetření:** *První EMG vyšetření je zde indikováno cca za tři týdny po úrazu, kdy můžeme vyšetřit současně motorické vedení i jehlovou EMG. Nerv je stimulován v Erbově bodu a motorická odpověď je registrována povrchovou elektrodou v oblasti deltového svalu. Nerv ve většině případů reinervuje spontánně. Chirurgickou konzultaci je třeba indikovat, pokud v EMG nálezu nejsou patrné reinervační změny do 3–6 měsíců. Tehdy je největší šance na úspěšný rekonstrukční chirurgický výkon* (Scott, Steinmann et Moran, 2001).

## N. musculocutaneus (C5–C7)

Směšený nerv z fasciculus lateralis prochází na paži, kde se nachází mezi *m. biceps brachii* a *m. brachialis*. Oba tyto svaly také motoricky inervuje, krom toho motoricky inervuje také *m. coracobrachialis*. Senzitivně zásobí radiální stranu předloktí.

**Vyšetření:** Izolované postižení nervu je výjimečné, nacházíme při něm **oslabení flexe**

**Obr. 3.** Rozdíl v distribuci citlivosti mezi radikulárními a vlastními nervovými oblastmi. Zejména u radikulárních poruch může být změna citlivosti vyjádřena nekompletně či vůbec, obvykle se přidávají bolestivé příznaky (převzato z Wikimedia a Mogere, Molgado et Welsh, 2013)



**Obr. 4.** Porucha abdukce v rameni > 30° u pacienta s těžkou obrnou n. axillaris vlevo, vzniklou po luxaci ramenního kloubu



**v lokti při supinovaném předloktí** (flexe v lokti v pronačním postavení je substituována zachovaným m. brachioradialis, který je inervován z n. radialis).

*Elektrofyzilogické vyšetření:* Motorickou funkci nervu testujeme stimulací v Erbově bodě a registrací povrchovou elektrodou v m. biceps brachii. Je nutné provést porovnání se zdravou stranou. Senzitivní vlákna n. cutaneus antebrachii lateralis je možné vyšetřit antidromní EMG technikou (Oh, 2003).

### N. radialis (C5–C8, var. Th1)

Anatomické poznámky: Nerv vychází spolu s n. axillaris ze zadního fasciklu. Po průběhu zadní axilární řasou obtáčí humerus a spirálním žlábkem, kryt mediální a laterální hlavou m. triceps, směřuje laterálně na předloktí. V oblasti radiálního sulku je náchylný k otlakovým obrnám. Ještě v distálním úseku na paži inervuje m. brachioradialis a vydává větve pro laterální svaly předloktí. V oblasti lokte se větví

na senzitivní povrchovou a motorickou hlubokou větev. Motorická hluboká větev prochází na předloktí supinátorovým kanálem (další fyziologickou úžinou) a po zadní straně radiu míří kaudálně. Motoricky inervuje m. supinator, extenzory ruky (v zápěstí a MCP kloubech) a všechny extenzory palce. **Neinervuje svaly extendující 2.–5. prst v interfalangeálních kloubech (!)** – tuto inervaci zajišťují mm. interossei a lumbricales (inervované n. ulnaris a n. medianus). Povrchová větev je čistě senzitivní a probíhá laterálně mezi m. ext. carpi radialis longus a brevis. V tomto místě bývá nerv často vystaven traumatu jak přímému (otlak řemínkem hodinek, pouty apod.), tak i při repetitivních extenzích zápěstí (maséři). Senzitivně nerv (či jeho větve) inervuje dorzální stranu paže, předloktí a dorzální část I.–IV. prstu.

Vyšetření: Klinické vyjádření postižení nervu závisí od topiky postižení. V zásadě můžeme rozlišit postižení nervu na:

1. Oblast axilly
2. Průběh radiálním sulkem
3. Hluboká větev v oblasti supinátorového kanálu a na předloktí
4. Povrchová větev v oblasti laterální strany předloktí

**Ad 1.** Postižení nervu v axile je poměrně vzácné a objevuje se většinou jako součást traumat brachiálního plexu. Někdy může dojít

**Obr. 5.** Příznak „žehnající ruky – Benediction posture“ vznikající u obrny ulnárního nervu (socha sv. Petra od Arnolfa di Cambia, bazilika sv. Petra v Římě)



**Obr. 6.** Pokus o flexi prstů u pacienta s vysokou obrnou n. mediani vlevo (iatrogenního původu v oblasti axilly). Vážné aktivní flexe I. a II. prstu, vzniká zde (nekompletní) příznak „přisahající ruky“, je hypestezie pro I.–IV. prst



k otlaku při častém používání podpažních berlí, kdy je nerv současně poškozen i s n. medianus či ulnaris. **Ad 2.** V oblasti průběhu na paži je jeho poranění naopak jedním z nejčastějších na horní končetině. Až 18 % fraktur humeru v jeho střední a distální třetině je spojené s parézou nervu (někdy se současným poškozením n. medianus či n. ulnaris), ať při vlastním poranění či při kravavé repozici zlomeniny (Shao et al., 2005). Jen vzácněji dochází k neurotmezi nervu dislokací či úlomky kosti, většinou se jedná o trakčně-ischemické poranění. Identickým mechanismem –

ischemickou kompresí nervu – vzniká paréza nervu také u poranění zavřených. Zde je příčinou nejčastěji útlak o tvrdou podložku (tvrdý spánek s paží pod hlavou či na tvrdé podložce). Podle udané příčiny má pak tato obrna také tradiční pojmenování – „obrna milenců“, „obrna opilců“, „Saturday night palsy“ apod. K častému poškození dochází také iatrogenně při nedokonalém podložení paže během celkové anestezie, dlouhém naložení turniketu apod. Podle výše traumatu pozorujeme různě vyjádřené oslabení m. triceps a m. brachioradialis. Vždy však dojde k oslabení

extenzorů ruky s typickým přepádáváním ruky při pokusu o extenzi v zápěstí („labutí šije“, „dropping hand“ apod.), proto se na tuto oblast při vyšetření zaměřujeme. Z funkčních testů je citlivý „boxerský test“, pacienta požádáme, aby zaujmul boxerské postavení s rukou nataženou v pěst; u radiální parézy mu bude ruka přepádávat do flexe nebo bude extenze proti odporu oslabena (Ambler, 1999). **Porucha citlivosti bývá málo výrazná**, nejvíce v malém okrsku v oblasti dorza ruky, I. a II. prstu. **Ad 3.** Při izolované lézi r. profundus (též někdy uváděn jako n. interosseus antebrachii posterior) je porucha motoriky omezena na oslabení extenze pouze v MCP kloubech (a někdy je postižena izolovaně pouze extenze malíku). **Ad 4.** Izolované akutní poranění povrchové větve nervu v oblasti průběhu na laterální straně zápěstí je kazuisticky popisováno u otlaku řemínkem hodinek či utaženými pouty u vězňů či válečných zajatců („Arrestantenpareze“, „handcuff palsy“) (Ehler et Ambler, 2015). Z iatrogenních poranění je třeba zmínit komplikace po operaci M. De Quervain či paravenózní aplikaci léčiv při kanylaci v oblasti zápěstí.

*Elektrofyzilogické vyšetření:* Motorickou funkci nervu testujeme elektrickou stimulací pouze v oblasti radiálního sulku a registrací povrchovou elektrodou m. digitorum communis, či jehlovou elektrodou m. extensor indicis proprius (Oh, 2003). Senzitivní neurogram povrchové větve nervu vybavíme elektrickou stimulací v oblasti laterálního předloktí a antidromní registrací v oblasti palce. Pomocí jehlové EMG lze zpřesnit výši léze vyšetřením dalších svalů – kromě m. triceps také m. brachioradialis, m. extensor digitorum communis či m. extensor indicis proprius. Při standardním protokolu se první EMG vyšetření provádí u zavřených poranění cca za tři týdny po úrazu, s dalšími kontrolami zhruba po třech měsících. Většina poranění nervu při frakturách humeru se hojí úspěšně při konzervativní léčbě, která ale může trvat i déle jak rok, trpělivost je zde na místě. *Rozhodujícím faktorem indikace chirurgické revize je klinický náález a absence či zástava reinervačních změn při jehlové EMG.*

## N. ulnaris (C8–Th1, var. C7)

Anatomické poznámky: Nerv se konstituuje nejkaudálněji z brachiálního plexu, pokračuje v mediálním fasciklu a společně s arteria axillaris a n. medianus probíhá zprvu společně, později poněkud dorzálněji k mediálnímu epikondylu humeru. Při přechodu na předloktí se nachází

**Tab. 1.** Přehled nejčastějších poranění periferních nervů a jejich lokalizace

Nerv	Oblast	Trauma
N. axillaris		Luxace ramene, fraktura krčku humeru
		Iatrogenní – chybná poloha či špatné podložení s abdukci končetiny na operačním sále
N. radialis	Axilla	Tlak vysokých podpažních berlí, pseudoaneuryzma a. axillaris
	Sulcus radialis	Déletrvající tlak na nerv na tvrdé podložce zejména ve spánku či poruše vědomí (obrna milenců, obrna opiců, Saturday night palsy) Iatrogenní – chybná poloha či špatné podložení končetiny na operačním sále, manometr či škrtidlo u pacientů v bezvědomí či narkóze Fraktury humeru ve všech fázích (úraz – repozice – extrakce kovu), poúrazové komplikace charakteru tvorby svalku či myositis ossificans
	Oblast supinátorového kanálu (r. profundus)	Traumata – zhmoždění v oblasti lokte, luxace, artroskopie
	Oblast laterálního předloktí a zápěstí (r. superficialis)	Akutní úžinový syndrom u profesně disponovaných jedinců (maséři, fyzioterapeuti) Komprese páskem, řemínkem hodinek, pouty (Arrestantenparese, handcuff palsy) Součást stenozující tendosynovitidy dlouhého abduktoru a krátkého extenzoru palce (M. de Quervain), komplikace při jejím operačním řešení, intraneurální aplikace kortikoidů
N. ulnaris	Axilla, paže	Podobné příčiny jako n. radialis, n. medianus
	Oblast lokte	Iatrogenní – chybná poloha či špatné podložení končetiny na operačním sále Fraktury či luxace lokte, komplikace při jejich operačním řešení Akutně dekompenzovaný syndrom kubitálního kanálu, komplikace při jeho operačním řešení, intraneurální aplikace
	Zápěstí a dlaň	Řezná poranění Komplikace operace Guyonova kanálu
N. medianus	Axilla, paže	Podobné příčiny jako n. radialis, n. ulnaris Pseudoaneuryzma a. axillaris jako komplikace kanylace
	Oblast lokte N. interosseus anterior	A-V fistule u dialyzovaných pacientů Suprakondylické fraktury humeru (zejm. u dětí) Paravenózní aplikace léků
	Předloktí, zápěstí	Komplikace repozic či osteosyntéz fraktur distálního radia Poranění nervu při operacích či intraneurální aplikace při syndromu karpálního tunelu Řezná poranění
	Dlaň, prsty	Iatrogenní poranění u operací v oblasti dlaně (lupavé prsty, Dupuytrenova kontraktura) Řezná poranění

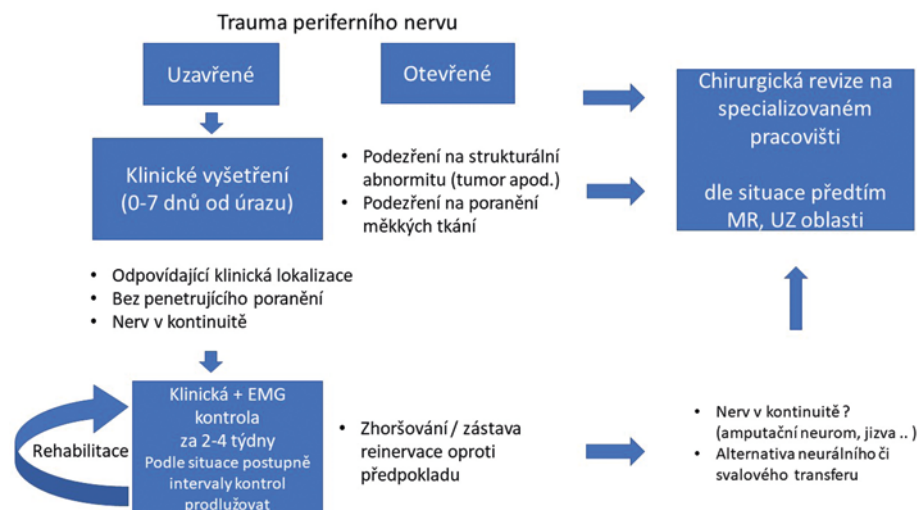
ve fyziologické úžině – kostěném ulnárním sulku, kryt pouze fasciálním a kožním krytem. Pod aponeurózou m. flexor carpi ulnaris se další úžinou – kubitálním kanálem – zanořuje do hloubi a míří na zápěstí. Na paži neinervuje žádný sval, v oblasti předloktí pouze m. flexor carpi ulnaris a část hlubokého flexoru pro IV. a V. prst. V distální části (ještě před Guyonovým kanálem) z něj odstupuje r. cutaneus dorsalis, který senzitivně inervuje dorzální část ruky a IV. prstu. Laterálně od šlachy m. flexor carpi ulnaris vstupuje do Guyonova kanálu, kde se dělí na své konečné větve. Ramus superficialis inervuje senzitivně ulnární část dlaně, vnitřní plochu čtvrtého a celý pátý prst. Ramus profundus obloučkovitě probíhá dlaňovým prostorem a vydává větve pro svaly hypothenaru, mm. lumbricales pro IV. a V. prst, všechny mm. interossei, m. adductor pollicis

a caput profundum m. flexoris pollicis brevis. Nerv tedy zajišťuje, s výjimkou palce, jemnou motoriku všech prstů a citlivost pro IV. a V. prst.

Vyšetření: Pro obraz postižení nervu je typická porucha ab- i addukce prstů a dále parestzie, či hypestzie pro IV. a V. prst. V pozdějších stádiích vzniká držením s klidovou semiflexí IV. a V. prstu – obraz „**drápotivé ruky**“. V některých učebnicích je tento příznak nazývaný také „benediction posture“ (obrázek 5). Důvodem tohoto označení je zajímavý historický fakt, že obrnou ulnárního nervu trpěl jeden z papežů ve středověku (podle některých pramenů možná již první papež sv. Petr) a toto abnormní postavení ruky při požehnání převzali i jeho následovníci (Futerman, 2015). V anatomických učebnicích je podobný příznak „přísahající ruky“ popisován také u postižení n. medianus. Zatímco ale u obrny n. ulnaris

je tento příznak přítomen **klidově**, tak u vysoké obrny n. mediani **pouze při pokusu o flexi prstů** (obrázek 6). Svalová atrofie je patrná zejména u I. interosseálního svalu (poslední inervovaný sval tímto nervem) a můžeme ji dobře pozorovat, když má pacient přitisklé natažené prsty u sebe. Z funkčních testů je dobře znám **vějíř** (testování abdukce prstů) a **mlýnek** (testování addukce palce). Odhadnout výši klinického postižení lze, vzhledem k anatomii nervu, až od distálního předloktí (odstup r. dorsalis). Je-li léze nervu nad tímto odstupem (tj. v oblasti axilly, sulku, kubitálního kanálu či předloktí), je porucha citlivosti lokalizovaná **na ventrální i dorzální části malíkové hrany**, je-li až pod tímto odstupem (trauma či úžinový syndrom zápěstí), je porucha citlivosti pouze na **palmární straně**. Při útlaku v distální části Guyonova kanálu nemusí být přítomna vůbec. Citlivost na ulnární straně předloktí je při postižení tohoto nervu vždy intaktní (inervace samostatným nervem z brachiálního plexu; n. cutaneus antebrachii medialis); pokud je přítomna, tak se pravděpodobně jedná o radikulární postižení Th1. Příčiny vysokých traumat (v axile či na paži) jsou obdobné jako u ostatních nervů. Nejčastější léze nervu vznikají v oblasti lokte, kde nerv probíhá dvěma úžinami – ulnárním sulkem a kubitálním kanálem. K akutnímu poranění nervu dochází při dislokujících frakturách či luxacích v oblasti lokte, často vzniká poškození také iatrogenně (trvajícím komatózním stav, otlak o operační stůl při chirurgických výkonech apod.) Příčinou chronických úžinových lézí je opakovaná traumatizace nervu při specifických činnostech (dříve obrna sklářů, dnes je daleko častěji déletrvajícím prací u počítače s lokty na stole). Významný podíl na vzniku akutní obrny nervu mohou mít strukturální abnormity loketního kloubu – artrotické změny či stavy po luxacích. V oblasti zápěstí dochází k řezným poraněním nervu spolu s n. mediani a cévními strukturami. Chronické poškození nervu v oblasti Guyonova kanálu se vyskytuje buď samostatně či současně s kompresí n. mediani v oblasti karpálního tunelu, u činností chronicky přetěžujících zápěstí. Podle výše útlaku nervu může dojít k čistě motorickému, senzitivnímu či ke smíšenému poškození nervu, s omezením poruchy citlivosti hypothenaru, pro IV. a V. prst pouze na palmární straně ruky.

*Elektrofyzilogické vyšetření: Nerv je velmi dobře elektrofyziologicky vyšetřitelný kondukčními studii s místy stimulace v oblasti zápěstí, pod,*

**Schéma 1.** Diagnostický a terapeutický postup u traumat periferních nervů

nad loktem a v oblasti axilly. Toho lze využít i při časování EMG vyšetření; u traumat v oblasti lokte či předloktí je smysluplné nerv vyšetřovat i dříve než za obvyklé tři týdny po úrazu. Ztráta stimulatelnosti distálně od léze po cca týdně značí těžkou axonální lézi nervu. Registrační povrchové elektrody se umísťují standardně na m. abductor digiti minimi, méně často při úrazech dlaně také na m. interosseus dorsalis primus. Podobně vyšetřujeme také antidromně senzitivní vedení, s registrací na V. prstu. Antidromně je možné vyšetřit i ramus dorsalis, výbavnost odpovědi svědčí pro lézi distálně od odstupu této větve. Pomocí jehlové EMG dále upřesňujeme charakter léze, kromě drobných svalů ruky inervovaných ulnárním nervem je na předloktí vyšetřitelný m. flexor carpi ulnaris (Oh, 2003).

## N. medianus (C5–C8, Th1)

Anatomické poznámky: Nerv vzniká spojením větví z mediálního i laterálního fasciklu brachiálního plexu. Na paži probíhá mediálně od humeru spolu s arterií, nevylučuje zde žádné větve. Po průchodu na předloktí leží mezi oběma hlavami m. pronator teres, který inervuje. Odděluje se z něj čistě motorická větev – n. interosseus anterior, která probíhá v hloubce a inervuje m. flexor pollicis longus, m. pronator quadratus a část m. flexor digitorum profundus pro II. a III. prst. Zbýlá část nervu prochází povrchově karpálním kanálem do dlaně, kde se odděluje motorická větev pro krátké svaly thenaru a dále lumbrikální svaly pro II. a III. prst. Senzitivně nerv inervuje většinu palmární části dlaně a I–IV. prst (pouze jeho mediální polovinu). Dorzálně nerv inervuje distální články pro I.–III. prst. V oblasti motorické i senzitivní inervace ruky se vyskytuje řada variací a anomálií

inervací, kdy v krajních případech mohou být všechny svaly v dlaní inervovány jedním nervem. V takovýchto případech mluvíme o „all median“ nebo o „all ulnar“ hand, podobné variace se vyskytují i v senzitivní oblasti.

Vyšetření: Klinicky je různě vyjádřeno oslabení inervovaných svalů a porucha citlivosti pro I.–IV. prst. Podle výše léze rozlišujeme tyto oblasti:

1. Oblast axilly
2. Průběh na paži
3. Oblast lokte
4. Postižení na zápěstí a v dlaní
5. Senzitivní poškození rr. palmares

**Ad 1.** V oblasti axilly je nerv (spolu s ostatními) náchylný zejména k iatrogennímu poškození při operačních výkonech s hyperabdukci končetiny, při déledobém bezvědomí apod. Může také dojít k otlaku nervu při používání vysokých berlí či chodítka. Vzácné poškození může vzniknout útlakem pseudoaneuryzmatu axilární tepny, jako komplikace její kanylace. **Ad 2.** V průběhu na paži bývá nerv poraněn spíše vzácně. Důvodem jsou fraktury humeru a jejich následná operační řešení, či benigní tumory. **Ad 3.** V oblasti lokte může dojít ke kompresi nervu A-V fistulou u dialyzovaných pacientů. Suprakondylické fraktury humeru u dětí vedou k poranění n. mediani (či pouze n. interosseus anterior) ve 3–15 % (Dabis, Daly et Gelfer, 2016). Otlaková obrna nervu při spánku na paži (na rozdíl od otlaku n. radialis) či turniketová obrna je relativně vzácná. Ve všech těchto případech můžeme pozorovat příznaky motorické i senzitivní příznaky kompletní leze n. mediani: kromě popsané poruchy citlivosti

dlaně a prstů se objevuje příznak „přisahající ruky“ („Schwurhand“) při pokusu o flexi prstů a dále je oslabena pronace předloktí. Při déle trvajícím postižení je nápadná atrofie svalů thenaru. Při izolovaném postižení n. interosseus anterior je zachována flexe pro IV. a V. prst, pacient nedokáže udělat kroužek („OK sign“) spojením ukazováku a palce. Těto poruše se také říká „příznak pinzety“ („pinch sign“) (Ehler et Ambler, 2015). Senzitivní porucha zde není přítomna. Porucha pronace u poškození n. interosseus anterior je mírného stupně a zvýrazňuje se v semiflexi předloktí s lokty u těla (kdy se na tomto pohybu neúčastní m. pronator teres).

**Ad 4.** V oblasti zápěstí i dlaně je nerv svým povrchovým uložením vystaven riziku řezného poranění, klinika je pak závislá od jeho lokalizace. Nerv zde může být poraněn nesprávnou – intraneurální – aplikací kortikoidu či anestetika vedoucí k jeho nekrotizaci. Je-li léze proximálně před odstupem motorické větvičky pro thenar, vyvíjí se krom poruchy citlivosti také oslabení abdukce palce, která následně rezultuje v atrofii thenaru. Pacienti si oslabení nejčastěji povšimnou, když drží plný hrnek či udávají oslabení při krájení nožem. Porucha citlivosti je při lézi v zápěstí převažující a nejvíce pacienta limituje. **Ad 5.** K poranění jednotlivých kožních větví (rr. palmares communes a proprii) dochází jak při řezných poraněních dlaně, tak i jako komplikace operačních výkonů na ruce. Chirurgická intervence ve smyslu sutury nervu je u těchto úrazů obtížná, ne-li nemožná.

*Elektrofyzilogická diagnostika: Nerv je dobře stimulatelný v celém průběhu, k standardním místům stimulace patří zápěstí, loket, axilla a Erbův bod. Také zde je možné první EMG vyšetření případně provést již dříve než po třech týdnech, provádíme pouze kondukční studii a sledujeme amplitudu odpovědi pod a nad místem léze. Motorickou odpověď registrujeme z m. abductor pollicis brevis, v případě diagnostiky postižení m. interosseus anterior je možné registrovat také povrchovou či jehlovou elektrodou odpověď z m. pronator quadratus (Oh, 2003). Senzitivní odpověď snímáme antidromně na I.–IV. prst.*

Přehled nejčastějších poranění periferních nervů a jejich lokalizace je uvedena v tabulce 1. Současný diagnostický a terapeutický postup při poranění periferních nervů je znázorněn na schématu 1. Bez ohledu na správně stanovenou diagnózu a co nejrychleji obnovenou kontinuitu

nervu však zatím nebyl nalezen spolehlivý postup, jak urychlit rychlost axonální regenerace, která činí 1–2 mm/den. Současné platí, že po 12–18 měsících po úrazu (výjimečně je ojediněle popisováno 24 měsíců) dochází k nevratným degenerativním změnám v oblasti svalu a nervosvalové ploténky. Kombinace těchto faktorů je zejména u proximálně lokalizovaných úrazů důvodem, proč v mnoha případech není léčba úspěšná. Rehabilitaci porušené hybnosti je nutné zahájit co nejdříve, jakmile dojde ke zhojení ostatních poranění (zlomenin apod.) Fyzioterapeut obvykle kombinuje protahování, cvičení oslabených svalových skupin a elektrostimulaci, ev. magnetoterapii. Tyto pro-

cedury udržují v činnosti denervovaná svalová vlákna a podporují proces lokálních reinnervací změn. Je třeba pravidelné sledování lékařem znalým problematiky včetně EMG. Pokud se při uzavřeném traumatu nervu neobjevují odpovídající známky reinnervace, rozhodnutí o chirurgické revizi a potenciální rekonstrukci by se nemělo oddalovat; konkrétně u úrazů na horní končetině by nemělo přesáhnout dobu 3–6 měsíců od prodělaného úrazu, v závislosti na výšce poranění. Po uplynutí této doby šance na uspokojivý efekt výrazně klesají (Scott, Steinmann et Moran, 2001; Milesi, 1981; Robinson, 2000; Grinsel et Keating, 2014). Chirurgické techniky v poslední době pro-

dělaly významný rozvoj, s využitím graftů i neurálních transferů (Milesi, 1981; Robinson, 2000; Grinsel et Keating, 2014). Hybný deficit lze v pozdější době také alespoň korigovat nejrůznějšími šlachovými transfery.

## Závěr

Diagnostika traumat periferních nervů horních končetin je každodenní náplní ambulantní a konziliární činnosti klinického neurologa. I přes velký pokrok jak na poli zobrazovacích metod, tak i neurochirurgických postupů je stále anamnéza, kvalitní klinické a EMG vyšetření základním předpokladem pro úspěšnou diagnózu a správnou léčbu.

## LITERATURA

1. Ambler Z. Neuropatie a myopatie 1999; Triton: 23–89.
2. Dabis J, Daly K, Gelfer Y. Supracondylar Fractures of the Humerus in Children – Review of Management and Controversies. *Orthop Muscular Syst.* 2016; 5: 206. doi: 10.4172/2161–0533.1000206.
3. Ehler E, Ambler Z. Mononeuropatie. *Galen* 2002: 35–95.
4. Futterman B. Analysis of the Papal Sign: The ulnar neuropathy of St. Peter. *Clin Anatomy* 2015; 28 (6): 696–701.
5. Grinsel D, Keating CP. Peripheral Nerve Reconstruction after Injury: A Review of Clinical and Experimental Therapies *BioMed Research International*, vol. 2014, Article ID 698256, <https://doi.org/10.1155/2014/698256>.
6. Humhej I, Ibrahim I, Sameš M, Tintěra J, Hořínek D, Čížmář I. Zobrazení periferních nervů pomocí difuzního tenzoru a MR traktografie. *Cesk Slov Neurol N* 2018; 1: 1–7.
7. Kanta M, Hlatký R, Habalová J, Daňková C, Řehák S, Hobza V, Ehler E. Iatrogení léze periferních nervů – sedmileté zkušenosti s chirurgickou léčbou. *Neurol. Praxi* 2003; 3: 128–132.
8. Michotte A, Dierckx R, Deleu D, Herregodts P, Schmedding E, Bruyland M, Ebinger G. Recurrent forms of sporadic brachial plexopathy. *Clin Neurol Neurosurg* 1988; 90–91: 71–74.
9. Milesi H. Interfascicular nerve grafting. *Orthop Clin North Am* 1981; 12: 287–301.
10. Minks E, Streitová H, Mackerle Z, Minksová A, Hermanová M. Sonografická diagnostika benigních tumorů periferních nervů na horních končetinách – kazuistiky čtyř pacientů. *Neurol. praxi* 2018; 19(6): 450–455.
11. Mogere E, Morgado T, Welsh D. An approach to the painful upper limb. *Continuing Medical Education*, [S.l.] 2013; 31 (3): 96–101. Available at: <http://www.cmej.org.za/index.php/cmej/article/view/2708/2829>
12. Nolte I, Pham M, Bendszus M. Experimental nerve imaging at 1.5-T. *Methods* 2007; 43(1):21–28.
13. Oh SJ. Nerve conduction in focal neuropathies, In: *Clinical Electromyography* 2003; Lippincott Williams & Wilkins: 652–654.
14. Rasulić L, Savić A, Vitošević F, Samardžić M, Živković B, Mićović M. Iatrogenic Peripheral Nerve Injuries-Surgical Treatment and Outcome: 10 Years Experience. *World Neurosurg* 2017; 103: 841–851.
15. Robinson L. Traumatic injuries of peripheral nerves. *Muscle Nerve* 2000; 23: 863–873.
16. Shao YC, Harwood P, Grotz MR, Limb D, Giannoudis PV. Radial nerve palsy associated with fractures of the shaft of the humerus: a systematic review. *J Bone Joint Surg Br* 2005 Dec; 87(12): 1647–1652.
17. Scott P, Steinmann MD, Moran EA. Axillary Nerve Injury: Diagnosis and Treatment. *J Am Acad Orthop Surg* 2001; 9: 328–335.
18. Taylor CA, Braza D, Rice JB, Dillingham T. The incidence of peripheral nerve injury in extremity trauma. *Am J Phys Med Rehabil* 2008; 87:381–385.
19. Vlckova E, Bednarik J, Současný pohled na kontraindikace a komplikace elektromyografie. *Cesk Slov Neurol N* 2017; 80/113(1): 43–48.
20. Wikimedia Commons (File: Gray 812 and 814.svg).