

PORANENIA NERVOV HORNÝCH KONČATÍN

doc. MUDr. Pavol Kučera, PhD., MUDr. Zoltán Goldenberg, PhD.

I. neurologická klinika LF UK a FNsP, Bratislava

Poranenia nervov nie sú zriedkavou diagnózou neurologickej praxe. Následky poranení nervov horných končatín patria k tým, ktoré výrazne ovplyvňujú pracovnú spôsobilosť jedinca a ovplyvňujú i jeho kvalitu života. Poznanie mechanizmov vzniku poranenia nervov, patofyziologických procesov ich poškodenia a regenerácie, diagnostických prístupov a možností správnej a včasnej liečby je podkladom pre správny klinický prístup k poraneniam nervov, a tým i minimalizácie možných následkov týchto poranení.

Kľúčové slová: poranenie nervu, Wallerova degenerácia, regenerácia nervu.

Neurol. pro praxi, 2008; 9(1): 14–17

Zoznam použitých skratiek

MRI – magnetická rezonancia

Epidemiológia a ekonomické náklady

Presnejšie údaje o incidencii úrazov nervov nie sú dostupné. Odhaduje sa 2–3% výskyt poranenia nervov u všetkých pacientov ošetrovaných pre úrazy. Prevažujú poranenia nervov na horných končatinách. V 60% však bývajú asociované i s úrazmi mozgu a často ostávajú pri centrálnych neurologických príznakoch maskované (9, 18). V 80% ide o ľahšie úrazy nevyžadujúce hospitalizáciu, ktoré vznikajú najčastejšie pri rekreačných aktivitách a náklady na ich liečbu dosahujú menej ako 2500 EUR. Zvyšných 20% sú vážne úrazy, najčastejšie spôsobené haváriami dopravných prostriedkov a pracovnými úrazmi, vyžadujúce hospitalizáciu a dlhodobú pracovnú neschopnosť (odhadované náklady vrátane dlhodobej pracovnej inaktivity sa uvádzajú až do 46 000 EUR) (10).

Anatómia nervu a patofyziologické zmeny pri poranení

Prehľadná anatomická štruktúra nervu je zobrazená na obrázku (obrázok 1). Patofyziologické degeneratívne a reparatívne zmeny po poranení nervu sú závislé od subštruktúry nervu, ktorá je poranením postihnutá. Pri poškodení myelinovej pošvy dochádza len k minimálnym histologickým zmenám a poruche

vedenia vzruchu nervovým vláknom. Rozhodujúce je postihnutie axónu, ktoré spúšťa proces degenerácie opísaný r. 1850 Wallerom. Z praktického hľadiska je dôležité poznať časové úseky jednotlivých zmien na nervovom vlákne po jeho poranení. Umožňuje to správnu interpretáciu klinických a elektrofyziológických nálezov, správne rozhodnutie o liečbe, ako i relevantný úsudok o prognóze poranenia. Do 36–48 hodín po poranení nervového vlákna dochádza k dezintegrácii myelinových pošiev a v období od 36 do 96 hodín k úplnej strate kontinuity axónu, a tým nemožnosti šírenia sa vzruchu.

Klasifikácia a mechanizmy poranenia nervu

Klasifikácia poranení nervov a poznanie ich mechanizmov má pre klinickú prax veľký význam. Správne zhodnotenie miery a mechanizmu poranenia nervu určuje diagnostický a liečebný postup a zároveň i odhad poúrazovej prognózy.

Nerv môže byť poranený viacerými mechanizmami. Najčastejšie sú nervy poškodené **natiahnutím**, priamym **ostrým alebo tupým poranením**, alebo **akútnou kompresiou** spojenou s ischémiou nervu. Zriedkavejšie je poranenie elektrickým prúdom, injekciou, alebo iatrogénne pri diagnostických a operačných zákrokoch (17). Trakčné poranenia nervov sú najčastejšie spôsobené traumatickými fraktúrami s dislokáciou, pričom až v 95% sú postihnuté nervy horných končatín, a to najčastejšie nervus radialis pri fraktúrach ramennej kosti (v 58%) (5).

Klasifikácia poranení nervov podľa **Seddona** z r. 1943 zohľadňuje nielen klinické a elektrofyziológické príznaky, ale i patologické zmeny nervu ako i prognózu úpravy funkcie nervu (11).

Klasifikácia poranení nervov podľa Seddona (tabuľka 1)

Neuropraxia

Najľahšia, reverzibilná forma poranenia nervu. Klinicky je charakterizovaná rôznou mierou straty funkcie nervu s prevahou postihnutia motorických funkcií nad senzitivnými. Zriedkavo bývajú postihnuté autonómne funkcie nervu. Najčastejšími

mechanizmami neuropraxie sú kompresia nervu s jeho ischemizáciou, ľahké tupé poranenie alebo natiahnutie. Histopatologické zmeny na štruktúrach nervu sú neprítomné alebo minimálne. Úprava funkcie nervu je spontánna v priebehu niekoľkých dní až týždňov, zriedkavo mesiacov.

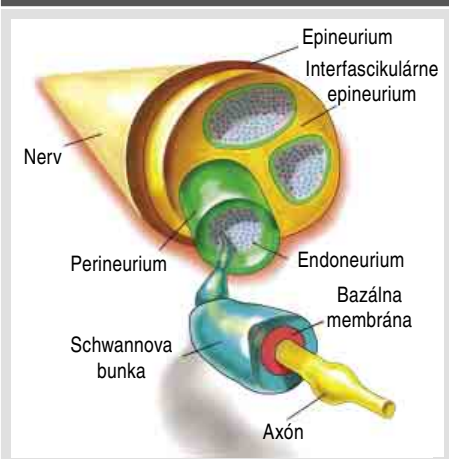
Axonotméza

Je charakterizovaná porušením kontinuity axónu s rôznou mierou zachovania spojivového tkaniva nervu (epineurium a perineurium) (obrázok 1). Postihnuté axóny podliehajú Wallerovej degenerácii. Ak degenerácia dosiahne nervovosvalovú platničku, zaznamenávame pri ihlovej elektromyografii spontánnu aktivitu svalu (fibrilácie, pozitívne ostré vlny), a to približne až za 1–3 týždne (v závislosti od vzdialenosti poranenia nervu k vyšetrovanému svalu). Axonotméza je spravidla dôsledkom ťažších tupých a trakčných poranení a príznaky poruchy funkcie sú výrazné. Spontánna regenerácia je možná pri zachovaní spojivovej strómy nervu pučaním axónov. Axón regeneruje rýchlosťou v priemere 1–1,5 mm/deň. Obnovu funkcie nervu je preto možné kalkulovať v závislosti od vzdialenosti od miesta poranenia (rádovo týždne až mesiace).

Neurotméza

Je najzávažnejším stupňom poranenia nervu, pri ktorom dochádza i k porušeniu kontinuity spojivovej strómy nervu, v krajnej miere až k anatomickému prerušeniu kontinuity celého nervu. Je dôsledkom ťažkých tupých poranení nervu, ale najčastejšie transsekčných poranení. Klinicky dôjde k úplnej poruche motorických, senzitivných a autonómnych funkcií nervu. Druhá v klinickej praxi využívaná klasifikácia poškodenia nervov je podľa Sunderlanda z r. 1972 (16). Histologicky spresňuje Seddonovu klasifikáciu v 5-tich stupňoch poškodenia. 1. a 2. stupeň zodpovedá neuropraxii a axonotméze, 3.–5. stupeň zodpovedá Seddonovej neurotméze. Pri 3. stupni je prítomné poškodenie endoneuria, pri 4. stupni je poškodenie i interfascikulárneho perineuria a 5. stupeň znamená úplné prerušenie epineuria a nervu na dve časti (tabuľka 2, obrázok 1).

Obrázok 1. Upravené podľa www.backpain-guide.com



Klinický obraz poranení nervov horných končatín

Nervus axillaris

Vlákná nervus axillaris pochádzajú z koreňov C5 a C6, dostávajú sa do zadného povrazca plexus brachialis, z ktorého sa potom odpája samotný nerv. K poraneniu n. axillaris môže dochádzať pri predných dislokáciách ramenného kĺbu, iatrogenne pri operáciách manžety rotátorov, kompresii axily nemeckými barlami alebo pri zlomenine chirurgického krčku humeru (1). Zriedkavo dochádza k poraneniu penetrujúcim mechanizmom, napr. nožom alebo strelnou zbraňou, častejšie je trakčné poranenie, napr. pri nehode na motocykli. Poškodenie vedie k paralýze musculus teres minor a musculus deltoideus, čím je porušená abdukcia a externá rotácia v ramennom kĺbe. V dôsledku poškodenia senzitivných vlákien dochádza k strate citlivosti na laterálnej hornej časti ramena (epoleta), vzhľadom na rozsah je však toto postihnutie klinicky zanedbateľné.

Nervus musculocutaneus

Vlákná nervus musculocutaneus pochádzajú z koreňov C5–C7, dostávajú sa do laterálneho povrazca, z ktorého vychádza samotný nerv. Najčastejšie je nerv poranený v rámci horného typu lézie plexus brachialis. Izolované poranenie spôsobuje oslabenie flexie v lakti a supinácie predlaktia. Neopatrné poškodenie citlivosti je možné pozorovať na radiálnej strane predlaktia.

K poraneniu môže dôjsť aj v dôsledku dislokácie alebo trakčného poranenia pri vrhaní alebo hádzaní predmetov, alebo namáhaním cvičení (2). Takisto nosenie ťažkých bremien (batohy), prípadne pôrod dieťaťa panvovým koncom sa uplatňuje v patomechanizme poranenia.

Nervus radialis

Vlákná nervus radialis vychádzajú z koreňov C5–Th1, ktoré vchádzajú do zadného povrazca. Je jedným z nervov najčastejšie postihnutých poranením. Vzhľadom k jeho priebehu v ryhe ramennej kosti, dochádza veľmi ľahko k jeho poraneniu pri jej zlomenine. Až 18 % fraktúr diafýzy humeru je asociovaných s léziou nervus radialis, a to v strednej aj distálnej tretine (Holstein-Lewisova fraktúra). Takisto zlomenina vretennej kosti (radius) môže byť asociovaná s poškodením nervus radialis (12).

Veľmi časté sú i poranenia nervu počas chirurgických zákrokov, kedy je končatina prevesená cez okraj operačného stola, a takisto tzv. obrna sobotňajšej noci (zaspanie s rameno preveseným cez operadlo stoličky), či obrna milencov (zaspanie s partnerovou hlavou na ramene) (15).

Patofyziologicky môže dôjsť k natrhnutiu alebo zachyteniu nervu úločkami kostí, hlavne pri laterál-

Tabuľka 1. Charakteristiky stupňov poranení nervov podľa Seddona

	Neuropraxia	Axonotméza	Neurotméza
Patologické zmeny			
Axón (kontinuita)	Zachovaná	Porušená	Porušená
Epi a perineurium	Zachované	Relatívne zachované	Porušené
Klinické príznaky			
Svalová slabosť	+	+	+
Svalová atrofia	–	+	+
Porucha citlivosti	+/-	+	+
Autonómna porucha	–	+/-	+
Elektromyografické nálezy			
Vodivosť nervom	+/-	–	–
Potenciály motor. jednotiek	+/-	–	–
Fibrilácie	–	+	+
Úprava funkcie nervu			
Chirurgická liečba	Nie je nutná	Nie je vždy nutná	Zväčša nutná
Rýchlosť úpravy funkcie	Dni až týždne	1–2 mm/deň	1–2 mm/deň
Kvalita funkcie po regenerácii	Úplná	Dobrá až úplná	Deficit funkcie

Tabuľka 2. Porovnanie klasifikácií poranenia nervov podľa Sunderlanda a Seddona

Stupeň poškodenia		Miera poškodenia štruktúr nervu				
		myelín	axón	endoneurium	perineurium	epineurium
Sunderland	Seddon					
I	Neuropraxia	+/-	–	–	–	–
II	Axonotméza	+	+	–	–	–
III	Neurotméza	+	+	+	–	–
IV		+	+	+	+	–
V		+	+	+	+	+

nej dislokácii, najčastejšie sa však jedná o neuropraxiu alebo axonotmézu. Klinicky sa lézia nervus radialis prejavuje vyhasnutím tricipitálneho reflexu, oslabením extenzie v lakti, prepádavaním zápästia („príznak labutej šije“), hypestéziou až anestéziou dorzálnych častí predlaktia a ruky. Pri zatvorených zlomeninách dôjde k obnoveniu funkcie nervu za 3–4 mesiace u 75 %–90 % pacientov. V opačnom prípade je to dôvod na chirurgickú revíziu. Otvorené zlomeniny sú negatívnym prognostickým faktorom.

Nervus medianus

Vlákná nervus medianus pochádzajú z koreňov C5–Th1 a vstupujú do laterálneho a mediálneho povrazca. Najčastejším postihnutím nervus medianus je útlak nervu v anatomických úžinách (karpálny tunel, pri prechode Struthersovho ligamenta v lakti, suprakondylický proces, musculus pronator teres, fibrózna časť musculus flexor digitorum profundus), tieto kompresívne neuropatie však nie sú predmetom tohto článku.

V axile môže dôjsť k poraneniu nervu po kompresii barlami, strelných poraneniach alebo prednej dislokácii ramenného kĺbu (pozri vyššie). V oblasti ramena sú najčastejšie bodné poranenia s asociovaným poškodením brachiálnej artérie, menej často pri zlomenine humeru (skôr nervus radialis). U detí môže dôjsť k poraneniu nervus medianus pri suprakondylickej zlomenine humeru. V zápästí sa

uplatňuje kompresia, či poranenie nervu pri frakturách, najčastejšie Collesovho typu (14). Časté a terapeuticky problematické sú rozsiahle rezné poranenia v oblasti zápästia označované ako „spaghetti wrist“ alebo „suicide wrist“, pri ktorých dochádza k poraneniu minimálne troch štruktúr – nervu, šľachy a artérie. Až v 30 % býva súčasne ležovaný n. medianus a n. ulnaris (8). Klinicky sa lézia n. medianus prejaví hypestéziou alebo anestéziou mediálnej volárnej strany predlaktia, 1.–3. prsta a mediálnej polovice 4. prsta. Motoricky dochádza k obrne flexie zápästia a 1.–3. prsta vytvárajúcu tzv. „príznak prísahy“.

Nervus ulnaris

Vlákná nervus ulnaris pochádzajú z koreňov C8–Th1, ktoré vytvárajú mediálny povrazec plexus brachialis. Najčastejšie dochádza ku kompresívnemu postihnutiu v anatomických úžinách (kubitálny kanál, Guyonov kanál). K poraneniu nervu dochádza najčastejšie pri frakturách v lakti (13) a distálnej časti radiusu alebo ulny (spoločne s nervus medianus).

Pri poškodení v dolnej tretine predlaktia dochádza klinicky k obrazu tzv. inkompletnej pazúrovitej ruky (claw hand), a to v dôsledku zachovania funkcie dlhých extenzorov 4. a 5. prsta (hyperextenzia v metakarpofalangeálnych kĺboch, dysfunkcia interosseálnych svalov). Pri poranení v hornej časti predlaktia dochádza k denervácii všetkých svalov

inervovaných týmto nervom, a preto k obrazu pazúrovitej ruky nedochádza.

Senzitívne vetvy nie sú početné. Ramus cutaneus palmaris odstupujúci v oblasti zápästia inervuje malú ulnárnu časť zápästia. Ramus dorsalis a ramus superficialis prostredníctvom digitálnych nervov zabezpečujú citlivosť V., IV. prsta a ulnárnu polovinu III. prsta voľárnej strany ruky.

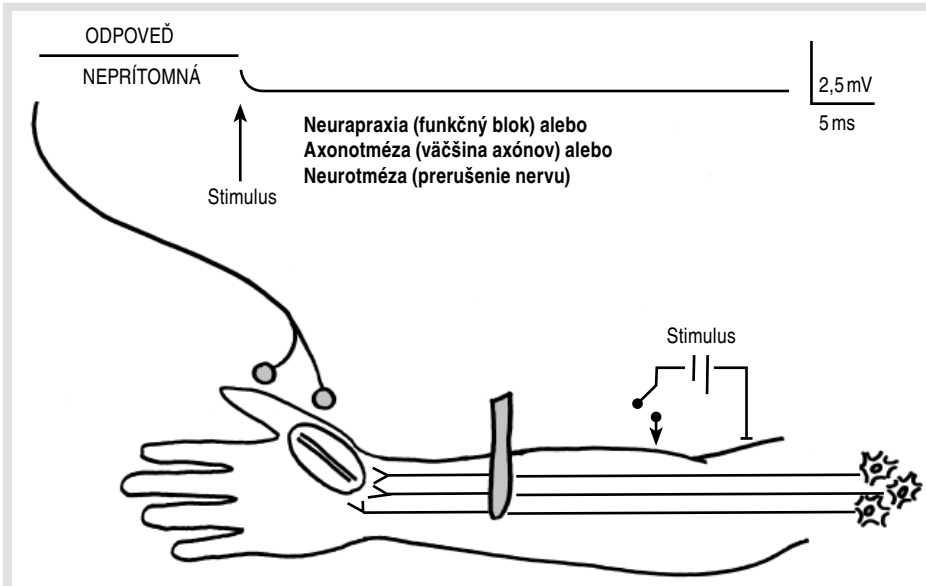
Diagnostický a terapeutický postup pri poraneniach nervov

Pri poranení nervu je nevyhnutné získanie informácie o **mechanizme úrazu**. Nasledovať by malo **detailné klinické vyšetrenie funkcie motorických vlákien** (test svalovej funkcie svalov inervovaných príslušným nervom), **senzitívnych vlákien** (vyšetrenie všetkých kvalít citlivosti v area nervorum) a **autónomných vlákien** (strata potivosti, diskolorácia kože, cyanóza) nervu. Snahou pri klinickom vyšetrení uzatvorených poranení nervov má byť i stanovenie možného miesta lézie nervu. Nevyhnutné je elektromyografické vyšetrenie s použitím **motorických a senzitívnych vodivostných štúdií a ihlovej elektromyografie** (3). Dôležité je ich správne načasovanie ako i správnosť interpretácie výsledkov s ohľadom na časový úsek po poranení nervu (obrázky 2 a 3). Patologický nález pri ihlovej elektromyografii (nepriťomnosť potenciálov motorických jednotiek, fibrilačné potenciály a pozitívne ostré vlny) sa objavuje až po ukončení degenerácie axónu (t.j. 1–3 týždne po poranení nervu!!!) a je jednoznačným prejavom jeho poškodenia (axonotméza, neurotméza). V nejasných prípadoch môže k diagnóze prispieť i MRI (7). Podľa charakteru poranenia a jeho klasifikovania nasleduje voľba liečebného postupu. Ten môže byť chirurgický alebo nechirurgický. V prípadoch rezných a tupých poranení nervu, pri ktorých dochádza až v 90 % k neurotméze, je indikovaná minimálne chirurgická revízia. U rezných poranení nervu je nevyhnutná okamžitá sutúra nervu. U tupých a trakčných poranení je potrebné klinické a elektrofyziologické sledovanie so zväžením chirurgického riešenia ak sa v predpokladanom časovom období neobjavujú príznaky funkcie nervu alebo elektromyografické známky reinervácie (6, 18). Pri sledovaní príznakov obnovy funkcie nervu je potrebné kalkulovať s rýchlosťou regenerácie nervového vlákna, ktorá sa v priemere pohybuje okolo **1–2 mm/deň**, a je tým rýchlejšia, čím je lézia nervu proximálnejšia. Citlivým príznakom regenerácie nervu je i postupné objavovanie sa **Tinelovho príznaku** (vnem elektrického impulzu alebo parestézií po mechanickom poklope na nerv) distálne od miesta lézie (4).

Záver

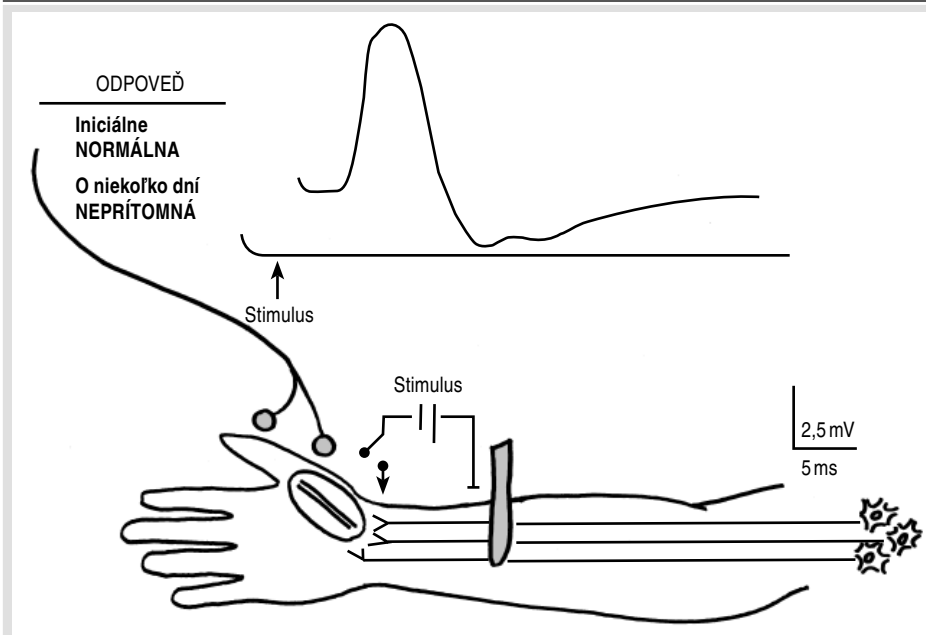
Spomedzi všetkých poranení nervov dominujú práve poranenia nervov horných končatín. Nedo-

Obrázok 2. Excitabilita periférneho nervu vo včasnej fáze poranenia (1–4 deň) pri stimulácii proximálne od miesta lézie



Legenda: Približne 1.–4. deň po poranení nervu pri elektrickej stimulácii nervu proximálne od miesta lézie nevyvoláme motorickú odpoveď v inervovanom svalu. V tomto časovom období nie je možné rozlíšenie neurapraxie, axonotmézy a neurotmézy. Upravené podľa www.nervestudy.com.

Obrázok 3. Excitabilita periférneho nervu u neurotmézy alebo axonotmézy pri stimulácii distálne od miesta lézie



Legenda: Iničiálne a v prvých 3–4 dňoch po poranení nervu je motorická evokovaná odpoveď pri stimulácii distálne od lézie prítomná. V nasledujúce dni, kedy je už ukončená degenerácia axónov distálneho segmentu sa stáva distálny pahýl nervu nedráždivým. Upravené podľa www.nervestudy.com.

statočná úprava funkcie týchto nervov výrazne znižuje kvalitu života a spoločenské uplatnenie. Predpokladom dostatočného obnovenia ich funkcie je ich správna, presná a dostatočne včasná diagnostika nasledovaná vhodnou liečbou. Diagnostika a liečba poranení nervov je limitovaná poznaním mechanizmov degenerácie a následnej regenerácie poškodeného nervu, možností objektívneho klinického a paraklinického zhodno-

tenia týchto zmien a ich následného priaznivého ovplyvnenia. To je i cieľom neurologickej klinickej praxe.

doc. MUDr. Pavol Kučera, PhD.

I. neurologická klinika LF UK a FNŠP
Fakultná nemocnica s poliklinikou Bratislava
Nemocnica Staré Mesto
Mickiewiczova 13, 813 69 Bratislava
e-mail: pavol.kucera@faneba.sk

Literatúra

1. Blom S, Dahlbäck LO. Nerve injuries in dislocations of the shoulder joint and fractures of the neck of the humerus. A clinical and electromyographical study. *Acta Chir Scand*. 1970; 136(6): 461–466.
2. Braddom RL, Wolfe C. Musculocutaneous nerve injury after heavy exercise. *Arch Phys Med Rehabil*. 1978 Jun; 59(6): 290–293.
3. Carter GT, Robinson LR, Chang VH, Kraft GH. Electrodiagnostic evaluation of traumatic nerve injuries. *Hand Clin*. 2000 Feb; 16(1): 1–12.
4. Davis EN, Chung KC. The Tinel sign: a historical perspective. *Plast Reconstr Surg*. 2004 Aug; 114(2): 494–499.
5. Goodal RJ. Nerve injuries in fresh fractures. *Tex State J Med*. 1956 Feb; 52(2): 93–95.
6. Hudson AR, Hunter D. Timing of peripheral nerve repair: important local neuropathological factors. *Clin Neurosurg*. 1977; 24: 391–405.
7. Jarvik JG, Kliot M, Maravilla KR. MR nerve imaging of the wrist and hand. *Hand Clin*. 2000 Feb; 16(1): 13–24.
8. Noaman HH. Management and functional outcomes of combined injuries of flexor tendons, nerves, and vessels at the wrist. *Microsurgery*. 2007; 27(6): 536–543.
9. Robinson LR. Traumatic injury to peripheral nerves. *Muscle Nerve*. 2000 Jun; 23(6): 863–873.
10. Rosberg HE, Dahlin LB. Epidemiology of hand injuries in a middle-sized city in southern Sweden: a retrospective comparison of 1989 and 1997. *Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg*. 2004; 38(6): 347–355.
11. Seddon HJ. Three types of nerve injury. *Brain* 1943; 66: 238–288.
12. 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.
13. Shin R, Ring D. The ulnar nerve in elbow trauma. *J Bone Joint Surg Am*. 2007 May; 89(5): 1108–1116.
14. Stark WA. Neural involvement in fractures of the distal radius. *Orthopedics* 1987; 10: 333–335.
15. Sturzenegger M, Rutz M. Radial nerve paralysis-causes, site and diagnosis. Analysis of 103 cases. *Nervenarzt*. 1991 Dec; 62(12): 722–729.
16. Sunderland S. Nerve and nerve injuries. 2nd ed. London: Churchill Livingstone; 1978; 133 s.
17. Terzis JK, Smith KL. The peripheral nerve: structure, function and reconstruction. New York: Raven Press 1990; 176 s.
18. Zvěřina E, Stejskal L. Poranění periferních nervů. Praha: Avicenum 1979; 303 s.