

# TRAUMATA BRACHIÁLNÍHO PLEXU A JEHO VĚTVÍ

MUDr. Petr Ridzoň

Neurologická klinika IPVZ – FTN, Praha

Plexus brachialis je svým uložením predisponován k možnému postižení při traumatech krku, ramene a horní části hrudníku. Při jeho postižení je diagnostika a rozhodnutí o další léčbě komplikována variabilním klinickým obrazem a různým typem postižení nervových vláken, což vyžaduje dobrou znalost jak anatomie a patofyziologie postižení, tak vhodného časování a možností přínosu všech pomocných diagnostických metod (elektrofyzologie, zobrazovací metody). V terapeutickém algoritmu má svoje nezastupitelné místo jak rehabilitace, tak neurochirurgické řešení – revize, neurolyza, či rekonstrukční operace při avulzi kořenů, či protržení částí plexu. Článek se obírá anatomii a topografickými vztahy brachiálního plexu, typy postižení, možnostmi a časováním vyšetření, možnostmi terapie.

**Klíčová slova:** brachiální plexus, léze, traumata, diagnostika, elektrofyzologie.

Neurol. pro praxi, 2008; 9(1): 9–13

## Seznam zkratk

BP – brachiální plexus

MEP – korová magnetická stimulace

## Anatomie plexu

BP vzniká spojením ramus ventrales spinálních (míšních) nervů C5–8 a Th1 (obrázek 1). Variabilně může být zdrojem i ramus ventralis míšního nervu C4, výjimečně i Th2 (11). Z předních větví míšních nervů C5 a C6 (C4) se tvoří horní kmen (*truncus superior*), vlákna C7 tvoří kmen střední (*truncus medius*) a míšní nervy C8 a Th1 dolní kmen (*truncus inferior*). Po větveních kmenů na přední a zadní větev a dalším spojení se vytváří *fasciculus lateralis, medialis a posterior* (laterální, mediální a zadní svazek). Ze svazků pak vycházejí terminální nervy končetiny (obrázek 2). V české literatuře se většinou uvádí inervace pocházející z určitého segmentu (tedy např. C5, C6 apod.) V anglosaské literatuře se uvádějí jako zdroj plexu místo předních větví spinálních nervů *roots* – kořeny (2, 4).

N. radialis je pokračováním zadního svazku a obsahuje vlákna z C5, 6, 7 a C8 cestou všech 3 kmenů. N. ulnaris je z C8 a Th1 cestou dolního kmene a mediálního svazku. N. medianus vytvoří 2 části – laterální a mediální. Laterální část je hlavně senzitivní a je tvořena vlákny pocházejícími ze segmentů C5, 6 cestou horního kmene a laterálního svazku plexu s částí C7 vláken. Mediální část (motorická) je z C8 a Th1 cestou dolního kmene a mediálního svazku plexu. Svaly zásobené medianem jsou tedy 2 skupin – inervace převážně ze segmentů C6–7, anebo – a to většina s převažující inervací C8 a Th1.

Některé menší nervy vycházejí přímo z plexových kořenů či trunků, většinou zásobují svaly pletence: n. dorsalis scapulae (zásobení pro mm. rhomboidei) vychází obvykle z C5 kořene plexu před jeho spojením s C6. N. thoracicus longus přímo z plexových kořenů C5–7 pro m. serratus anterior, n. suprascapularis z horního kmene (C5, 6,

inervačně m. supra- a infraspinatus. N. pectoralis lateralis vychází z laterálního svazku (C5–7), anebo hned proximálně a zásobuje horní část m. pectoralis major. N. musculocutaneus vychází z laterálního svazku a zásobuje flexory lokte na paži (m. biceps brachii, m. coracobrachialis, m. brachialis). N. thoracodorsalis zásobující m. latissimus dorsi odstupuje ze zadního svazku, rovněž pak n. axillaris pro m. deltoideus. Z mediálního svazku odstupuje n. pectoralis medialis, zásobující dolní část m. pectoralis major a pectoralis minor a n. cutaneus brachii medialis a antebrachii medialis (2, 8, 10).

BP je uložen v horní části relativně podpovrchově, krytý jen měkkými tkáněmi a svaly krku (m. scalenus anterior), klavikulou, a pak v dolní části mm. pectorales. Na krku probíhá v interscalenovém úhlu, který je tvořen m. scalenus anterior, m. scalenus medius a 1. žebrem. Plexus pak prochází pod klavikulou a pod šlachou m. pectoralis minor k axile. Část spodního trunku s Th1 vlákny leží na plicním apexu, oddělené pleurou, poté tato část zahýbá přes 1. žebro. Úzký vztah k plexu mají rovněž podklíčkové cévy. Prostor ohraničený klíční kostí, 1. žebrem a plicním hrotem (horní, hrudní apertura) je v anglosaské literatuře označován jako thoracic outlet. Viz obrázky 1–3 (4, 11, 14, 17, 18).

## Typy traumat brachiálního plexu

Poškození BP lze dělit několika způsoby. Kombinací klinického obrazu a anatomického průběhu je dělení na parézy dolního typu (Déjerine-Klumpke) s postižením odpovídajícím lézi míšních kořenů C8 a Th1 a horního typu (Duchenne-Erb) s lézí kořenů C5, 6. Horní typ léze může být rozšířený o kořen C7. Samostatné postižení mediálního trunku nebo kořene C7 je vzácné (4).

Klinicky se **paréza dolního typu** projeví parézou drobných ručních svalů a flexorů prstů, poruchou čítí na ulnární straně ruky a předloktí. Někdy se může objevit léze krčního sympatiku s Hornerovým

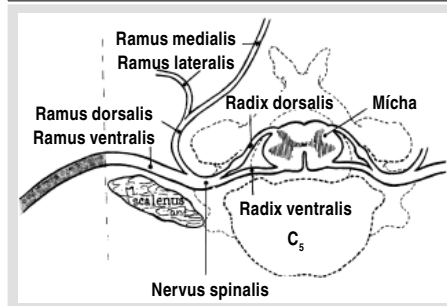
syndromem. Samostatná paréza dolní části plexu je dosti vzácná (tabulka 2).

**Paréza horního typu** se projevuje oslabením abduktorů a vnějších rotátorů v rameni, flexe v lokti a supinace. Paretické jsou dále svaly pletence kolem lopatky a částečně extenzory předloktí a lokte. Porucha čítí je nad deltoidem, na vnější straně paže a radiální straně předloktí. Při rozšířené paréze o kořen C7 jsou zcela paretické extenzory předloktí, většinou úplně paretický triceps a přidává se paréza m. pronator teres a flexor carpi radialis. Porucha čítí je rozšířená o oblast dermatomu míšního kořene C7.

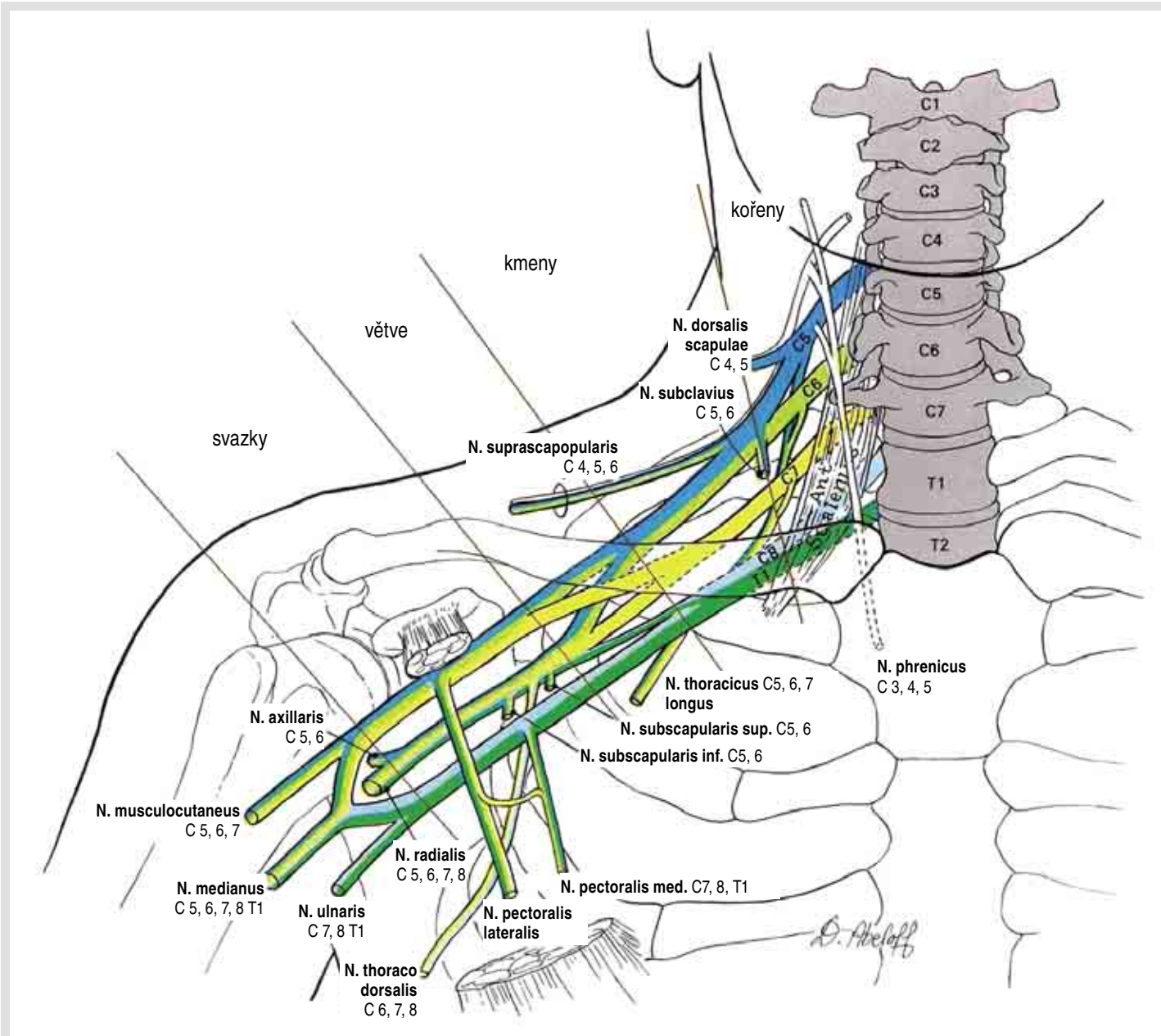
Izolovaná paréza středního trunku je velice vzácná, bývá spíše součástí postižení horní, nebo dolní části plexu. Klinicky se projevuje výpadkem funkce svalů inervovaných n. radialis, kromě zachované funkce m. brachioradialis, obsahující také vlákna z míšních kořenů C5 a C6.

V případech, že je plexus postižen v jiné části než jsou vlastní kořeny, je pak obraz příslušně modifikován. Při **postižení horního kmene** je obraz podobný jako u parézy horního typu z léze kořenů C5, 6, ale je zachována funkce svalů inervovaných z n. dorsalis scapulae, n. thoracicus longus a někdy i n. suprascapularis. K odlišení je tedy velice důležité vyšetření jehlovou EMG a svalový test na funkci m. rhomboidei a m. serratus anterior. **Postižení středního kmene** se klinicky kryje s postižením izolovaného kořene

Obrázek 1. Schéma anatomie míšního kořene (převzato z Kendall)



Obrázek 2. Brachiální plexus (převzato z Kendalla)



Obrázek 3. CT myelografie (převzato z Doie, upraveno)

a) normální nálezn: jsou viditelné přední i zadní kořeny na obou stranách, b) avulze vpravo: chybí přední a zadní kořen (označeno šipkou), c) meningokéla vlevo (označeno šipkou)



C7. **Postižení dolního kmene** zase s kořenovou lézí C8, Th1.

Pro chirurga a jeho intervenci má pak význam především odlišení léze BP od avulze uvedených

mišních kořenů (tabulka 1). Při avulzi mišních kořenů nelze očekávat jejich spontánní regeneraci a není účelné odkládání operace v naději na spontánní úpravu. Pokud jde o **postižení svazků** (*fasciculus*),

pak postižení zadního má obraz léze n. axillaris a radialis, postižení laterálního způsobí lézi n. musculocutaneus a laterální převážně senzitivní části n. medianus. Léze mediálního svazku je pod obra-

Tabulka 1. Možnosti průkazu vytržení kořene (avulze)

Anamnéza, klinika	
• těžká, úplná ztráta funkce části plexu s okamžitým vznikem po úrazu	
• výrazné bolesti omezené, nebo s maximem v oblasti ruky (bolest zde ale není vždy pravidlem)	
• Hornerův syndrom (pro lézi dolního plexu)	
• paréza m. serratus anterior a mm. rhomboidei (jen pro horní plexus)	
• Tinnelův příznak vyvolatelný z oblasti Erbu	
EMG	
• jehlová EMG s fibrilacemi a POV v paraspinálních svalech	
• zachovalá amplituda senzitivního AP po 10. dnu při plegii v myotomu a deficitu čítí v dermatomu (C6: 1. prst – medianus, C7: 2. a 3. prst – medianus, C8: 5. prst – ulnaris)	
Zobrazovací metody	
• fractura processus transversus vertebrae	
• MRI nebo CT myelografie (event. PMG) s nálezem vytržení kořene – obraz prázdné kořenové pochvy, traumatická meningokéla, zakrvácení v pochvě (likvoru)	
• elevace příslušné poloviny bránice	

zem ulnární parézy a motorické léze C8, Th1 n. medianus.

V případě, že dělíme traumata dle umístění ke klíční kosti, pak supraklavikulární mají vzorec radiikulární, nebo trunkální léze, infraklavikulární pak léze fascikulární, nebo léze jednotlivých terminálních nervů (4).

### Výskyt a mechanismy traumat

Brachiální plexus je vulnerabilní pro relativně povrchové uložení, blízký vztah k několika kostem, a také pro velkou vzájemnou mobilitu ramenního kloubu a krku. **Supraklavikulární** oblast BP bývá postižena častěji než infraklavikulární. Léze celého plexu jsou nejčastější, následují léze horního plexu, léze dolního plexu jsou vzácné (tabulka 2). Častěji se vyskytuje postižení typu tméze než apraxie. Paréza horního typu bývá způsobena spíše roztržením plexových kořenů, či jiné části pleteně než avulzí míšních kořenů. U paréz dolního typu je tomu opačně, častěji jde o vytržení míšního kořene, nebo kořenů (4).

**Trakční poranění** se objevují nejčastěji při úrazech, kdy dochází buď k násilnému zvětšení vzdálenosti hlava – rameno s následným postižením horního plexu, nebo tahu za horní končetinu v abdukci s postižením dolní části plexu. Nejčastěji je to při pádech ve velkých rychlostech z motocyklu, kola nebo při lyžování. Méně časté jsou úrazy při pádu z výšky, nebo úderem předmětu na rameno. Dalším typem poranění je tupé **zhmoždění** při úrazech horní části hrudníku, krku a ramene – při autonehodách nebo zpětným rázem při střelbě ze střelných zbraní opřených o rameno. Vzhledem k uvedeným příčinám jsou téměř zcela výhradně postiženi mladí muži (6, 12, 14, 16). Při tupých poraněních zhmožděním jde také vzácně jen o poranění jednoho trunku, či fasciklu, nervu – většinou jde o různou kombinaci postižení blízkých struktur, které vytvářejí obraz klinické léze.

Další skupinou jsou **poporodní parézy BP novorozenců**. Rizikovým faktorem je nadměrná váha novorozence (nad 4500 g) a atypická poloha plodu.

**Infraklavikulárně** dochází k traumatickému postižení plexu při luxacích a frakturách humeru nebo při frakturách klavikuly. Klinicky pak jde většinou o lézi n. axillaris, event. rozšířenou na zadní, či horní fascikulus. Postiženy jsou naopak starší lidé a mírně častěji ženy (4, 14).

### Diagnostika

Stanovení přesné a včasné diagnózy je založeno na **kombinaci klinického vyšetření, grafických a neurofyzilogických vyšetření**.

K stanovení rozsahu a typu postižení plexu je nutné velmi **podrobné klinické vyšetření** včetně anamnézy, která zaznamená nejen způsob traumatu (ostrý, tupý předmět, poloha ramene během úrazu – hyperabdukce, či kaudální protažení ramene), ale i časovou následnost vzniku deficitu (ihned – nebo s odstupem) a možnost postižení jiných struktur (cévy, kosti). Z anamnestických údajů lze pak často vyvodit, zda jde o trauma primární, nebo sekundární. V případě sekundárního postižení (otokem, kompresí) pak nejspíše nebude postižení typu neurotméze a zvolíme spíše konzervativní postup. Již podrobné klinické vyšetření většinou stanoví rozsah a místo léze (obrázek 2, tabulka 3). Průběžnou diagnózu nám upřesní EMG, MRI, event. CT myelografie.

Již během prvního vyšetření se snažíme vyloučit postižení jiných struktur zvl. cév a kostí. Při traumatu cév podklíčkové oblasti může vzniknout velký hematoma, otok, trombóza, které mohou vést sekundárně k dalšímu poškození plexu, nervů, nebo i celé končetiny. Při suspekci na postižení cév je tedy nutné provést co nejdříve po úrazu **cévní vyšetření** (sono, angiografie, CT angio, MRI). RTG C páteře a pletence může odhalit zlomeniny příčných výběžků obratlů (možnost avulze, nebo ruptury příslušného kořene) nebo zlomeninu, či dislokaci klavikuly, humeru s možností léze příslušné sousedící části plexu. **Neurografie** – vyšetření vedení je přínosná již v prvním týdnu po úrazu. Při postižení typu axonotméze nebo neurotméze je na rozdíl od kondukčního bloku (při otoku) pokles amplitudy motorického potenciálu

Tabulka 2. Výskyt traumatických lézí brachiálního plexu (v %), dělení dle klinickotopického hlediska (podle Mumenthalera a Schliacka)

Supraklavikulární	
C5-C6	11,3
C5-C6-C7	16,5
C7	0,5
C7-C8-Th1	2,6
C8-Th1	1,4
C5-Th1	53,2
Infraklavikulární	14,5

pod místem léze již po 2–4 dnech s úplnou ztrátou stimulovatelnosti do 7 dnů. Pro senzitivní vedení je to pak do 10.–11. dne, vyjma vláken s avulzí kořene, kde je naopak i nadále zachovalá amplituda a rychlost senzitivního vedení i při trvalém deficitu čítí. Částečný pokles amplitudy v čase svědčí pro částečnou lézi typu axonotméze. Event. pokus o stimulaci z Erbova bodu a průkaz bloku není indikován a přínosný, lze spíše zkusit průkaz zachování alespoň části funkčních vláken MEP se snímáním z příslušného paretického svalů. Ta může event. prokázat, že paréza je částečně způsobena akutní bolestí, nikoliv jen přerušením nervových vláken. Velmi důležitou roli v diagnostice můžou hrát **SEP** kmenů n. medianus a ulnaris s registrací z Erbova bodu, spinálního Cv5 a skalpového C3/4, které pomůžou se senzitivním neurogramem (SNAP) z příslušného dermatomu upřesnit místo léze (16, 18).

**Jehlová EMG** prokáže v postižených svalech abnormní spontánní aktivitu (fibrilace a pozitivní ostré vlny) – v proximálních svalech po 2–3 týdnech, v distálních asi po 4 až 5 týdnech, u těžkých lézích dříve. Velmi důležité je při paréze horního typu vyšetření m. serratus anterior (n. thoracicus longus) a mm. rhomboidei (n. dorsalis scapulae), protože oba nervy odstupují přímo z pletencových kořenů a při normálním nálezem v uvedených svalech můžou vyloučit avulzi, nebo přetržení příslušných míšních kořenů. Rovněž přínosné je EMG paraspinálních svalů, kde je očekáván abnormní nález při avulzích, ale ne při lézích plexu.

Dále se jehlová EMG uplatní při sledování event. regenerace svalů – může zachytit volní aktivitu v postižených svalech dříve než klinické vyšetření.

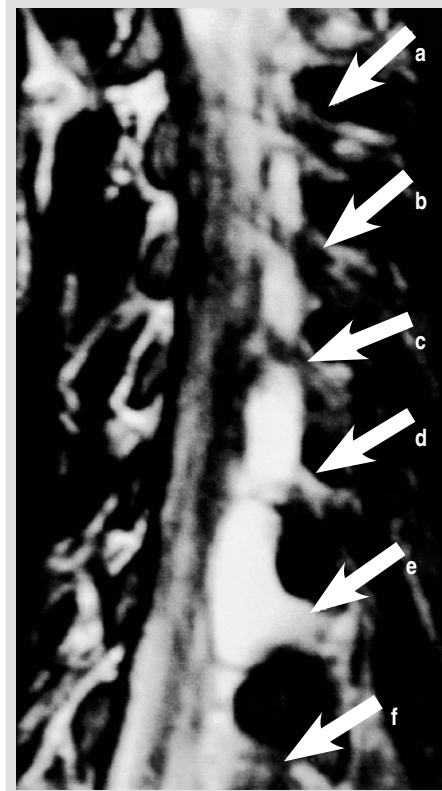
**MRI nebo CT myelografie** prokáže při avulzi míšních kořenů obraz prázdné kořenové pochvy, rozšíření prostoru k foramen tvořící pseudomeningokelu (obrázek 3 a 4). Senzitivita obou vyšetření je kolem 93% s větší specifitou pro MRI (81% proti 76% u CT myelografie). Zobrazení samotného plexu může ukázat protřazení části plexu, komprimující hematoma, nebo lézi okolních struktur. RTG plic vyloučí event. pneumotorax při rozsáhlém úrazu a event. nepřímo lézi kořene C4 při elevaci bránice příslušné strany (3, 4, 5, 13, 14, 16, 17, 18).

**Tabulka 3. Přehled některých svalů s jejich funkcí a nervovým zásobením**

funkce - test	sval	nerv	svazek	kmen	kořen
abdukce, addukce 2., 3., 4., addukce 5. prstu	mm. interossei palmares et dorsales	U	mediální	dolní	C8-Th1
flexe zápěstí s ulnární deviací	m. flexor carpi ulnaris	U	mediální	dolní	C8-Th1
extenze lokte	m. triceps brachii	R	zadní	dolní, střední, (horní)	(C6)-C7-C8-(Th1)
flexe předloktí v neutrální poloze palcem nahoru	m. brachioradialis	R	zadní	horní	C5-C6
extenze 2.–5. prstu	m. extensor digitorum + m. extensor indicis	R	zadní	dolní a střední	C7-C8
supinace	m. supinator	R	zadní	horní	C5-C6
flexe středního článku 2.–5. prstu	m. flexor digitorum superficialis	M	laterální + mediální	dolní a střední	C7-C8
opozice a abdukce palce	m. opponens pollicis + m. abductor pollicis brevis	M	mediální	dolní a střední	C7-C8-Th1
flexe v lokti	m. biceps brachii	MC	laterální	horní	C5-C6
abdukce v rameni do horizontály	m. deltoideus	A	zadní	horní	C5-C6
addukce paže	m. pectoralis major + minor	P	laterální + mediální	všechny	C5-Th1
iniciální část abdukce v rameni	m. supraspinatus	SC	–	horní	(C4)-C5-C6
předpažení s opřením o zeď nebo vzpažení s obrazem scapulae alata	m. serratus anterior	TL	–	–	C5-C6-C7
přitažení lopatek k sobě – k páteři	mm. rhomboidei	DS	–	–	(C4)-C5-(C6)

Pro odlišení léze C5-C6 od léze horního kmene, laterálního či zadního svazku stačí udělat test nebo EMG vyšetření m. biceps brachii, deltoideus a supraspinatus a mm. rhomboidei.  
 Pro odlišení léze kořene C7, středního kmene a zadního svazku pomůže svalový test, EMG na m. triceps, m. abductor pollicis brevis a opponens pollicis, m. serratus anterior.  
 Léze C8+Th1 se ve svalovém testu neliší od léze dolního kmene, od léze mediálního svazku ji lze odlišit vyšetřením svalů inervovaných n. ulnaris, dále pak extenzorů prstů a vyšetřením mm. pectorales.  
 Zkratky: U – n. ulnaris, R – n. radialis, M – n. medianus, MC – n. musculocutaneus, A – n. axillaris, P – n. pectoralis medialis et lateralis, SC – n. suprascapularis, TL – n. thoracicus longus, DS – n. dorsalis scapulae

**Obrázek 4. MRI léze brachiálního plexu (převzato z Doie, upraveno)**  
 C4 a) normální nále; C5 b) částečná léze (snížený počet fila radicularia); C6 c) částečná léze (deformace a snížený počet fila radicularia); C7 d) částečná léze (deformace a snížený počet fila radicularia); C8 e) kompletní avulze; Th1 f) normální nále



## Prognóza a léčba

Jsou 3 základní faktory rozhodující o možnosti spontánní regenerace nebo nutnosti chirurgické intervence:

- typ postižení (neuroapraxie, axonotméze, neurotméze),
- přítomnost, nebo absence zn. kořenové avulze,
- místo a rozsah postižení.

**Neuroapraxie** (nále zachovalého motorického vedení distálně od léze po 10. dnu, částečně zchovalá hybnost, nebo volní aktivita v postižených sva-lech) se většinou do 3–4 měsíců upraví. Nicméně rehabilitace je důležitá nejen k posilování funkce svalů, ale také k prevenci kloubních změn – ankylózy, protažení kloubního pouzdra až subluxace hlavice.

**Axonotméze** bývá často kombinovaná s neuroapraxií. U disrupce axonu je začátek zlepšování určen vzdáleností svalu od místa léze brachiálního plexu. Jestli nejsou u paréz horního plexu ani po 3 měsících známky zlepšování ve svalovém testu a na EMG je i nadále obraz úplného denervačního syndromu, pak by měl být pacient ošetřen neurochirurgem (6, 14, 16). Postižení dolního plexu, a tedy distálních svalů vyžaduje pro regeneraci delší dobu – úměrně délce nervu a předpokládané rychlosti

regenerace 1–2 mm/den v distálních částech nervu, nebo až 6–8 mm v proximálním úseku nervu. Jelikož se tato doba již kryje s dobou přestavby svalu na inaktivní tkáň, je potřeba prodloužit schopnost svalu reinervovat každodenní rehabilitací s elektrostimulací (9). Většinou ale stejně nedojde k plné funkční regeneraci, jak v případě zachování kontinuity nervu, plexu, tak i v případě jeho nutné rekonstrukce.

V případě neúspěšné regenerace o dalším postupu rozhodne neurochirurg – zpravidla reviduje oblast rány, provede dle nálezu event. neurolyzu, nebo rekonstrukční operaci – suturu, neurotizaci nebo transplantaci nervu, transpozici svalu.

Hlavní úsilí je zásobit proximální svaly (biceps, triceps, deltoideus), efektivní regenerace vláken distálních svalů ruky je u dospělých svízelná a většinou málo úspěšná. Úsilí je tedy zaměřeno na horní a střední truncus a laterální a zadní provazec. Podrobněji se chirurgickým postupům se věnují neurochirurgické publikace, včetně článku v tomto čísle (6, 7, 12, 13, 14, 15, 16).

V případě kořenové avulze nelze očekávat spontánní zlepšení, chirurgické řešení tedy nemá smysl odkládat. Obecně platí, že při možné neuroapraxii je

nutné počkat a nepředběhnout dobu reparace funkčního bloku v místě apraxie (6–12 týdnů), na druhou stranu při zřetelné neurotmézi, či avulzi odklad operace znamená zhoršení prognózy. Za hraniční lhůtu od úrazu se považuje asi 1 rok, pro avulzi je tato hranice spíše 1/2 roku, provádí se většinou reinervace (neurotizace) z jiných motorických nervů (6, 7). Jak již bylo uvedeno, neopomenutelnou součástí léčby jak předoperační, tak pooperační doby je denní intenzivní rehabilitace a elektrostimulace paretických svalů (9).

Významnou komplikací, které se věnuje zpočátku méně pozornosti je vznik bolestivých syndromů, které vznikají dle některých autorů až v 1/3 případů ihned po úrazu a do 2 měsíců u 80–85% pacientů (platí jak pro avulze, tak pro jiné typy lézí). K léčbě se používají jak kombinace antidepresiv s analgetiky, nesteroidními antirevmatiky, tak antiepileptiky. Při úporných nelepších se stavech pak neurochirurgická léčba (1).

**MUDr. Petr Řidzoň**  
 Neurologická klinika IPVZ – FTN  
 Vídeňská 800, 140 00 Praha 4  
 e-mail: petr.ridzon@ftn.cz

---

**Literatura**

1. Bruxelle J, Travers V, Thiebaut JB. Occurrence and treatment of pain after brachial plexus injury. In *Clinical Orthopaedics and Related research*. Philadelphia: Lippincott comp. 1988; 237: 87–95.
2. Čihák R. *Anatomie 3*. Praha: Grada 1997: 500–513.
3. Doi K, Otsuka K, Okamoto Y, Fujii H, Hattori Y et al. Cervical nerve root avulsion in brachial plexus injuries: magnetic resonance imaging classification and comparison with myelography and computerized tomography myelography. *J Neurosurg (Spine 3)* 2002; 96: 277–284.
4. Ferrante MA. Brachial plexopathies: classification, causes, and consequences. *Muscle Nerve* 2004; 30: 547–568.
5. Filler A. Imaging of peripheral nerve. In: Katirji B, Kaminski HJ, Preston DC, Shapiro BE, editors. *Neuromuscular disorders in clinical practice*. Boston: Butterworth-Heinemann 2002: 266–282.
6. Haninec P, Houšťava L, Stejskal L, Smrčka V. Chirurgická léčba poranění pažní pleteně. *Rehab Fyz Léč* 1998; 5(2): 61–64.
7. Haninec P. Rekonstrukční operace brachiálního plexu (grantová zpráva). Praha: IGA MZ ČR 1997.
8. Kendall HO, Kendall FP, Wadsworth GE. *Muscles – Testing and Function*, Baltimore: Williams and Wilkins 1971: 52–143.
9. Kern H, Salmans S, Mayr W, Rossini K, Carraro U. Recovery of long-term denervated human muscles induced by electrical stimulation. *Muscle Nerve* 2005; 31: 98–101.
10. Leis AA, Trapani VC. *Atlas of electromyography*. New York: Oxford University Press 2000: 1–5.
11. Matejčík V. Anatomické varianty nervových koreňov a trunčkov brachiálneho plexu. *Rozhl Chir* 2003; 82(9): 456–459.
12. Matejčík V. Analýza nepriaznivých výsledkov rekonštrukčných operácií traumatických lézií brachiálneho plexu. *Rozhl Chir* 2004; 83(12): 614–616.
13. Matejčík V. Liečba a diagnostika traumatických lézií brachiálneho plexu. *Prakt Léč* 2005; 85(2): 82–86.
14. Mumenthaler M, Schliack H. *Läsionen peripherer Nerven*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag 1987: 161–210.
15. Smrčka V, Strnadel J, Nádvořík P. Současná neurochirurgická léčba poranění brachiálního plexu. *Čes Slov Neurol Neurochir* 1995; 58(91): 40–42.
16. Stejskal L, Haninec P. Indikace k chirurgické rekonstrukci pažní pleteně. *Elektrodiagnostika. Výsledky rekonstrukcí*. *Čes Slov Neurol Neurochir* 1997; 60(93): 126–133.
17. Stewart JD. *Focal peripheral neuropathies*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins 2000: 117–155.
18. Wilbourn AJ. Brachial plexopathies. In: Katirji B, Kaminski HJ, Preston DC, Shapiro BE, editors. *Neuromuscular disorders in clinical practice*. Boston: Butterworth-Heinemann 2002: 884–906.