

# Traumatické léze periferních nervů a brachiálního plexu u dětí

**MUDr. Josef Kraus, CSc.**

Klinika dětské neurologie, 2. LF a FN Motol, Praha

Poranění periferních nervů jsou součástí dopravních, sportovních i volnočasových úrazů. Vyšetření léze nervů v dětském věku patří do běžné ambulantní i konziliární neurologické praxe na traumatologickém oddělení. Poranění může být podle rozsahu částečné nebo úplné, dle prognózy přechodné nebo trvalé, dle příčiny tupé, ostré, otevřené, trakční, kompresivní a kontuzní; neurovaskulární či iatrogenní. Klasifikace rozeznává neuroapraxii, axonotmezu a neurotmezu. V diagnostice je nejdůležitější zjistit útlak nebo přerušování nervu před jeho nezvratným poškozením, které vede i k lézi svalové. Léčba je konzervativní nebo operační. Významnou složkou léčby je rehabilitace. Při porovnání s dospělými je prognóza funkční úpravy periferního nervu při správně indikované léčbě u dětí mnohem lepší.

**Klíčová slova:** poranění periferních nervů, fraktury, elektromyografie, sutury, štěpy.

## Traumatic lesions of peripheral nerves and brachial plexus in children

Peripheral nerve injuries result from traffic, sports as well as leisure-time accidents. Assessment of nerve lesions in children is part of routine outpatient and consultant neurological practice at a traumatology ward. According to its extent, an injury can be partial or complete; according to prognosis, transient or permanent; depending on the cause, it can be blunt, sharp, open, traction, compression, and contusion; neurovascular or iatrogenic. Classification includes three basic types: neurapraxia, axonotmesis, and neurotmesis. The diagnostic procedure mainly involves identifying nerve compression or transection prior to its irreversible damage which results in muscle injury as well. Treatment is conservative or surgical. Rehabilitation is an important part of treatment. In children as compared with adults, the prognosis of functional recovery after peripheral nerve repair is much better when the treatment is indicated appropriately.

**Key words:** peripheral nerve injury, fractures, electromyography, sutures, grafts.

## Klasifikace

Seddonova klasifikace rozeznává a) neuroapraxii – reverzibilní ztrátu funkce se zachovanou kontinuitou a s úpravou funkce nervu během hodin až 2–12 týdnů; b) axonotmezu – s přerušováním axonů, s Wallerovou degenerací a spontánní regenerací; c) neurotmezu s anatomickým přerušováním nervu, bez možnosti spontánní regenerace; pro regeneraci je třeba nerv sešít – neurotmezu převést na axonotmezu.

Sunderlandova klasifikace rozlišuje pět (až šest dle MacKinnon) stupňů. 1. stupeň odpovídá neuroapraxii; 2. s axonotmezou a intaktními vrstvami tkání; 3. s porušením endoneuria; 4. s lézí

i perineuria (stupeň 2–4 odpovídá axonotmeze); 5. s transekcí nebo lacerací nervu odpovídá neurotmezi (Sunderland 1951). 6. stupeň dle Susan E. Mackinnon znamená smíšené poranění se všemi stupni 1–5, léze je parciální z uzavřené trakce, střelného či bodného poranění (kontinuální neurom, neuroma-in-continuity). Někdy se uvádí 7. stupeň s iritací a kontinuálním neuromem.

Podíl poranění nervů v dětském věku představuje na traumatologii 10 až 15 % případů. Nejčastějšími příčinami u dětí jsou poranění sklem nebo řezná či bodná poranění, např. nožem.

Úzké střepy skla a ostří nožů mohou proniknout hluboko přes malé zranění pokožky.

Mnoho z nich se kombinuje s poraněním cév i šlach. Vzhledem k relativně malému poranění kůže může bez důkladného lokálního vyšetření léze nervu uniknout. Včasná diagnóza je přitom významná pro účinnou léčbu. Proto je důležité v oblasti lacerace zrevidovat stav svalů, šlach i nervových struktur. Zvláště u dětí nelze očekávat, že sami upozorní, budou si stěžovat nebo ukáží deficit v hybnosti nebo cití.

U dětí se tupé poranění nervu obvykle projeví neuroapraxií nebo malou parciální axonotmezou (Sunderlandův první a druhý stupeň). Při nich se funkce plně obnoví u 95–98 % případů. U parciálních neuroapraxií se úprava může objevit během

KORESPONDENČNÍ ADRESA AUTORA:

MUDr. Josef Kraus, CSc., josef.kraus@fnmotol.cz

Klinika dětské neurologie, 2. LF a FN Motol, V Úvalu 84, 150 18 Praha

Cit. zkr: Neurol. praxi 2019; 20(4): 261–266

Článek přijat redakcí: 20. 3. 2019

Článek přijat k publikaci: 31. 5. 2019

**Obr. 1.** Nález elektromyografického vyšetření re-inervovaného svalu pomocí koncentrické jehlové elektrody. V záznamu jsou patrné fibrilace a akční potenciály charakteru rodících se jednotek (nascent units) – polyfázického tvaru s velmi nízkou amplitudou



několika dní. Avšak při významnější neuroapraxii nebo při axonotmeze může porucha trvat týdny. Při neuroapraxii je poranění funkční nebo zasáhne pouze myelinové pochvy. Kožní cití je proto postižené méně. Úprava je s nejlepšími výsledky a nastává nejpozději do šesti týdnů.

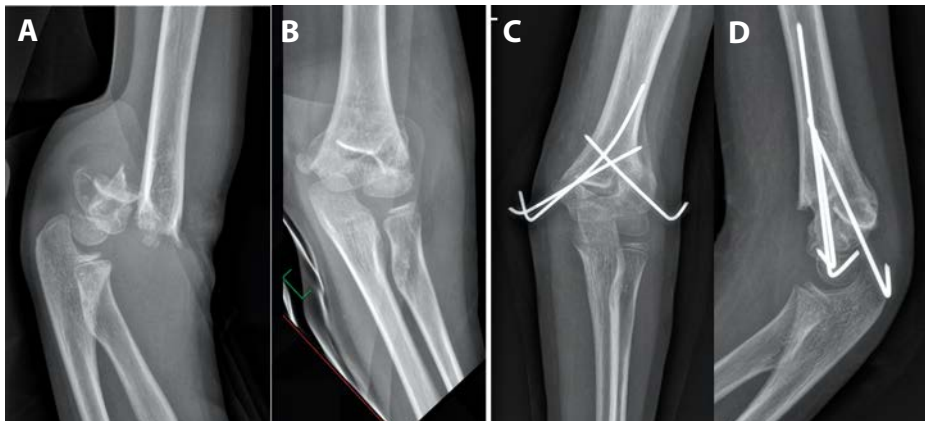
Při axonotmezi jsou porušeny axony. Distálně dochází k Wallerově degeneraci. Latentní doba do úpravy je čtyři až šest měsíců. Záleží přitom na schopnosti úpravy a vzdálenosti mezi místem poranění a cílovým orgánem – svalem. Po axonotmezi je rychlost morfologické regenerace maximální a i funkční regenerace je dokonalá. Při proximálním poranění však bývá výsledek horší. Po počátečním zdržení a dalším pozdržení v jizvě postupuje regenerace distálním pahýlem motorického nervu rychlostí přibližně 1 mm/den. Při vzdálenosti přerušení od motorických bodů 30 cm lze očekávat reinnervaci svalu s latencí 12 měsíců (obrázek 1). Při půlroční až roční vitalitě denervovaného svalu se bude prognóza bez potřebné rehabilitace zhoršovat.

## Diagnostika

V diagnostice je nejdůležitější zjistit útlak nebo přerušení nervu před jeho nezvratným poškozením, které vede i k lézi svalové. Otevřené zlomeniny mají oproti uzavřeným vyšší riziko poranění nervu.

V diagnostice periferních neurogenických lézí má dominantní postavení elektromyografické vyšetření (EMG). V té souvislosti vzniká otázka jeho načasování: kdy po úraze a jak často nález kontrolovat. Při podezření na neurotmezi by mělo být bezodkladné. Volní úsilí nevytvoří žádnou aktivitu

**Obr. 2.** Sedmiletá dívka upadla na zahradě a s diagnózou zavřené zlomeniny dolního konce pažní kosti (fractura supracondylarica hum. I. sin. dislocata – A, B) byla neodkladně hospitalizována k provedení osteosyntézy v celkové anestezii. Operačním výkonem bylo: repositio non cruenta, transfixatio humeri dist. I. sin. per filli Ki No III, deligatio gyps (rtg při kontrole za jeden měsíc – C, D). V objektivním neurologickém nálezu byla pareza n. medianus vlevo s poruchou cití a lehká pareza n. radialis bez poruchy cití



motorických jednotek obdobně jako při neuroapraxii. Lze však sledovat výbavnost CMAP (složeného svalového akčního potenciálu – M-vlny). Při stimulaci nad místem poranění je okamžitě nevýbavná. Avšak pod místem přerušení zůstává výbavná po dobu, po kterou si axony udrží vodivost. Tj. po dobu několika dní s distálním postupem ztráty vodivosti. V dalších dnech je vyšetření bez charakteristického nálezu. Teprve až po postupu Wallerovy degenerace k nervosvalové ploténce se objeví denervační potenciály, tj. za 1–3 týdny po zranění dle vzdálenosti zranění od svalu. Při neuroapraxii se odpověď na stimulaci obnoví nejdříve do šesti týdnů. Při axonotmezi a neurotmezi obnova odpovědi nastává podle termínu regenerace. Opět v závislosti na vzdálenosti zranění od svalu a na případných suturách nervu. Po zjištění známek počínající regenerace lze sledovat úbytek denervačních projevů. Při známkách nepostupující klinické úpravy svalové aktivity je EMG vyšetření také indikované.

Dalšími metodami, které se uplatňují v diagnostice lézí, jsou sonografie s vysokým rozlišením (high-resolution ultrasound) a zobrazení magnetickou rezonancí.

Známkami úpravy jsou parestzie při vyšetření Tinelova příznaku (po jednom měsíci začnou postupovat vpřed podle průběhu nervu); počáteční hypestezie následované dysesteziemi a poté úprava cití v distribuční oblasti; progresivní proximálně-distální obnovení hybnosti.

*Tinelův příznak – poklep nad regenerujícím nervovým kmenem vyvolá mravenčení v jeho inervační oblasti až do místa regenerace nebo částečné léze. Parestzie se považují ze známku probíhající regenerace.*

Při porovnání s dospělými je prognóza funkční úpravy po sutuře periferního nervu u dětí mnohem lepší. Jedná se zejména o jemnou citlivost. Navíc u dětí je také celkové zotavení rychlejší. Na příznivých výsledcích se podílí schopnosti dětského centrálního nervového systému. Zvláště neurální plasticita se považuje za nejdůležitější faktor této příznivé prognózy. Funkční výsledky jsou také lepší v raném dětství (< 6 let) než u adolescentů. Je u nich také menší pravděpodobnost vzniku chronického algického syndromu.

Kromě věku pacienta prognózu ovlivňuje i typ poranění nervu. Úplné transekce mají horší výsledky než kompresivní zranění. Zásadním faktorem je načasování rekonstrukční operace, lepší výsledky jsou u včasných výkonů.

## Indikace pro operační výkon

Řezné poranění způsobené ostrým předmětem vyžaduje bezodkladnou suturu end-to-end. Pokud není možná sutura nervu bez podélného napětí, nebo pokud je sutura opožděná, používají se k překlenutí defektu napojené autotransplantáty – vmezežené nervové štěpy s dvojnásobnou mikrosuturou.

Zlomeniny s dislokací a s neurovaskulární lézí vyžadují okamžitou repozici. Vyšetření hybnosti a cití ozřejmí rozsah této léze. Při zavřených repozicích a při zavádění fixace (např. drátů) vzniká riziko iatrogenní léze nervu. Avšak většina poranění nervů při uzavřených zlomeninách vzniká přímou kontuzí dislokovanými kostmi či trakční ischemií. Nerv může být napnut, ohnut nebo stlačen dislokovanou kostí. Její repozice odstraní riziko trakce nervu i cév. Tato kontuzní poranění nervu způsobená frakturami s dislokací

**Obr. 3.** Rentgenový snímek Monteggiovy zlomeniny proximální třetiny ulny v kombinaci s luxací hlavičky radia. Nejčastěji vzniká přímým nárazem na zadní stranu předloktí nebo pádem na ruku flektovanou v lokti. Poprvé ji popsal italský chirurg Giovanni Battista Monteggia v roce 1813. Na snímku je nejběžnější přední dislokace hlavičky radia (typ Bado I)



kostí se často – ale ne vždy – během krátké doby upraví; stačí samotná observace.

Čistá žiletková poranění se ošetřují neprodleně v den poranění nebo nejvýše do 3–4 dnů. Zhmžděná poranění se odkládají do demarkace o dva až čtyři týdny. Odložení operace může zdůvodnit stav pacienta nebo rány. U zavřených poranění, při frakturách nebo luxacích, se revize indikuje při úhlových dislokacích s ostrými hranami a při úplném denervačním syndromu v inervovaných svalech. Při částečných syndromech se většinou vyčká. Poranění brachiálního plexu a n. axillaris vyžaduje speciální indikace. Poranění nervů, které nevykazují známky úpravy během tří až šesti měsíců po poranění, vyžadují revizi a případnou neurolyzu nebo rekonstrukci. Pokud by byla revize komprimovaného nebo přerušovaného nervu prováděna s delším intervalem, vzniká riziko neúplné či neúspěšné úpravy a riziko trvalého neurologického deficitu (Zvěřina et Stejskal, 1979).

Nezastupitelnou úlohu v léčbě má rehabilitace. Pohybovou terapií udržuje rozsah pohybu v kloubech a svaly posiluje. Elektrostimulací udržuje vitalitu denervovaných svalů. Využitím vrozených pohybových vzorů léčí hybnou poruchu zejména v raných fázích vývoje, kdy si dítě osvojuje tělesné schéma. Jedná se například o Vojtovu metodu reflexní lokomoce při porodních parézách brachiálního plexu.

## Charakteristiky lézí nervů horní končetiny

**Ulnární léze** jsou nejčtenější mononeuropatie na horních končetinách u dětí. Nejběžnější etiologií je akutní trauma při fraktuře kostí před-

**Obr. 4.** Téměř pětiletý chlapec byl akutně přijat po pádu pro dislokovanou zlomeninu pravého předloktí s naznačením drobným výbodem volárně (Tscherne OI – tabulka č. 1). Operačním výkonem bylo repositio noncruenta, OS (osteosyntéza) per ESSIN. V objektivním neurologickém nálezu byla lehká paréza n. medianus vpravo a mírné oslabení funkce n. radialis vpravo, bez poruchy čítí a bez trofických změn



loktí, při suprakondylické zlomenině humeru nebo při luxaci loketního kloubu, vzácně při zlomenině ulnárního epikondylu.

Většinou se jedná o neuroapraxii. Úroveň poranění má menší dopad na výsledný stav a lze očekávat poměrně rychlou úpravu. Prognóza pro úpravu hybné i smyslové funkce je tak v dětství předvídatelná a uspokojivá, neboť hlavním faktorem ovlivňujícím výsledek je věk. Jen vzácně se setkáváme s chronickými lézemi a s chronickým algickým syndromem. K jejich řešení se využívají především deliberace nebo transfery nervu.

Panasova obrna je dříve používaný eponym pro neuropatii n. ulnaris vzniklou po mnoha letech, distenzí nervu přes staré posttraumatické deformity loketního kloubu.

**Nervus radialis.** Trauma je nejčastější příčinou léze n. radialis u dětí. Převažují suprakondylické zlomeniny humeru (u 5 až 29 % těchto fraktur; obrázek 2). Jsou častější než při zlomenině diafýzy. Po otevřené repozici suprakondylické zlomeniny může nastat komprese nervu. Rovněž i dlouhodobá trakce může vyvolat traumatickou neuropatii.

Většina lézí se spontánně upraví. Jen vzácně je třeba provést neurolyzu. A jen ojediněle je nutné po otevřené zlomenině nebo po traumatu s vysokou energií nerv revidovat.

Při Monteggiově zlomenině a při repozici proximální fraktury radia může nastat izolovaná léze n. interosseus posterior. Jeho chronické léze lze léčit transfery (obrázek 3).

U většiny poranění lze očekávat poměrně rychlou úpravu. Vzácné axonotmeze vyžadují až dvouletou rehabilitaci s použitím ortéz. Při chronické lézi n. radialis se ke zlepšení stisku a úchopu provádí šlachové transfery.

**Nervus medianus.** Poranění n. medianus jsou také často spojená se suprakondylickou zlomeninou humeru nebo s dalšími zlomeninami v oblasti lokte (např. zlomeninami okovce – olekranon) či s luxací loketního kloubu. Vyskytují se izolovaně nebo v kombinaci s postižením n. radialis či n. ulnaris (obrázek 4).

Riziko poranění nervů v krajině lokte je značné, zejména u dětí. Blízkost kostí činí všechny nervové kmeny velmi zranitelné. Fraktura poraní nerv přímo: kontuzí a trakcí nebo kompresí. Léze n. medianus při suprakondylické zlomenině humeru má nejčastěji charakter neuroapraxie. Při otevřených zlomeninách bývá postižení těžší. Naproti tomu rozdělení nervu, vyžadující bezpodmínečně suturu, je u dětí vzácné.

Při suprakondylické zlomenině humeru s lézí n. medianus je navíc riziko neurovaskulárního konfliktu s poruchou perfuze. Míra rizika je úměrná Gartlandově klasifikaci této fraktury. Ischemie v povodí a. brachialis pak vede ke kompartmentovému syndromu a k následně velmi obtížně léčitelné Volkmannově ischemické kontraktuře (kontraktura svalů předloktí vzniklá ischemií, následnou nekrózou a náhradou svalů předloktí vazivovou tkání). Hrozící ischemii obvykle indikuje perzistentní

**Obr. 5.** Poporodní paréze brachiálního plexu; A – Duchenneova-Erbova paréza s lézí v segmentu C5 – absence flexe v lokti, zachovaná pronace předloktí a extenze v lokti; B – paréza Déjerine-Klumpkeové s lézí v segmentu C8, Th1 – je flexe v lokti, extenze ruky, není hybnost z činnosti drobných ručních svalů



neuropatická bolest nebo zhoršení parézy po repozici.

Zlomeniny předloktí způsobují lézi n. medianus sekundární kompresí a ischemií. Riziko poškození kostními fragmenty zmenšuje silná vrstva flexorů a dlouhý střední průběh nervu.

U novorozenců se popisují distální poranění n. medianus při punkci a. radialis; mají obraz distální léze n. medianus spíše axonálního typu. U prematurních se uvádí obdobné léze při náběrech krve ve fossa cubitalis.

Nejsou žádné významné rozdíly v úpravě funkce po poranění n. medianus a n. ulnaris, ani při poranění obou nervů, zejména v dětském věku. Avšak adolescenti si mnohdy stěžují na větší následky jak pro profesi, tak i pro vzdělání i pro volnočasové aktivity.

U rostoucích dětí nemá také anamnéza léze n. medianus et ulnaris vliv na konečnou (dospělou) velikost ruky. To je rozdílné od nestejné velikosti rukou často pozorované u pacientů s porodní parézou brachiálního plexu. Nicméně ve skutečnosti po lézi v dětství může být v rozměrech rukou malý rozdíl. Samotná aspekce je však obvykle nedostatečná pro jeho detekci.

Jedním z nejdůležitějších cílů léčby léze n. medianus je obnovení čítí na ruce. Kritická perioda pro obnovu čítí po sutuře nervu v zápěstí se mění. Optimální schopnost úpravy je u mladších. Je mezi 5–10 roky. Avšak již ve věku 18 let tato schopnost klesá a doba úpravy se prodlužuje.

Chronické neuropatie lze také léčit šlachovými transfery.

**Nervus interosseus anterior.** Jeho syndrom se uvádí u dětí ve spojitosti se suprakon-

dylickou zlomeninou humeru. Není obvykle osamocený. Nerv je totiž uložen hluboko v kompartmentu flexorů. Tím je zvláště náchylný k ischemii až anoxii. Léze se projevuje spontánní bolestí na přední straně lokte a oslabenou flexí distálních falang palce a ukazováku, snižující sílu úchopu. Nenastane-li po několika měsících úprava, je indikovaná chirurgická revize.

**N. axilaris.** Traumatické poranění n. axilaris se u dětí pojí s luxací ramenního kloubu nebo s proximálními zlomeninami humeru. Při nich může být také poraněn brachiální plexus.

**Poranění digitálních nervů.** Ostrá poranění léčená během tří týdnů po zranění mají u dětí a adolescentů vynikající šanci na úplnou úpravu čítí. Při pozdější léčbě zhmotděných poranění se uplatňují transplantáty.

Případná revize poškození digitálních nervů je důležitá, bez ohledu na časový interval od poranění. Neuromy totiž mohou být bolestivé a funkčně omezující. Platí to zvláště u dětí, které mají dobrou úpravu čítí.

Úprava kožního čítí po revizi digitálních nervů je u kojenců a dětí často velmi dobrá. Je mnohem lepší než u dospělých. Věk je proto významný prognostický faktor úpravy. Je silná inverzní korelace – s mladším věkem lze předvídat větší zotavení.

**N. musculocutaneus.** Izolované poranění muskulokutánního nervu je extrémně vzácné. Většina lézí je spojena s poraněním brachiálního plexu.

**Poranění brachiálního plexu** je jedním z nejtěžších a nejvíce mutilujících úrazů. Díky pokrokům v anestezii, v chirurgických postupech i v peroperační elektromyografii lze úspěšného výkonu s částečným návratem funkce dosáhnout ve zhruba 60–80 %. Nejsložitější případy však zůstávají těžko řešitelné.

Poporodní parézy jsou, co se týče diagnostiky i operačního řešení, mnohem komplikovanější. Jejich řešení však přináší velmi dobré výsledky. U malých dětí je nejčastější příčinou parézy plexu autonehoda, následuje sražení chodce autem. Avulzní a trakční poranění jsou způsobená prudkým nárazem na oblast ramene a méně často tahem za končetinu. Naprostá většina lézí jsou zavřená poranění. Převládají kompletní léze, následované postižením pouze horních kořenů. Obecně lepší výsledky mají mladší pacienti.

Incidence poporodní parézy je 1–2/1 000 živě narozených dětí. Hlavními rizikovými faktory





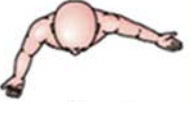










jsou velká porodní hmotnost nad 4 000 g, větší obvod hlavy a poloha koncem pánevním. Horní typ parézy – obrna Erb-Duchenneova postihuje segmenty C5–6±C7. Je porušena abdukce a zevní rotace ramene, flexe v lokti a supinace předloktí. Dolní typ – obrna Déjerine-Klumpkeové zasahuje segmenty C8–Th1±C7 (obrázek 5). Porucha je ve flexi zápěstí a prstů, dukci zápěstí a prstů, i v pronaci předloktí. Kompletní léze má rozsah C5–Th1. Je plegie celé končetiny a anestezie všech dermatomů vyjma vnitřní strany paže z Th2. Hornerova trias (Claude Bernardův-Hornerův syndrom) – mióza, ptóza a enoftalmus – vzniká ztrátou sympatické inervace.

U pacientů s poporodní parézou brachiálního plexu se obvykle k hodnocení hybnosti a funkce ramene používá Malletova škála (obrázek 6). Je měřítkem pěti samostatných aktivních pohybů horní končetiny. Každý pohyb se hodnotí stupněm I až V (Mallet, 1972). Jednotlivé pohyby a závažnost jejich omezení jsou obrazem porušené funkce. Avšak jsou hodnoceny odděleně. Chybí totiž kroky mezi jednotlivými pozicemi, a tak stupnice postrádá potřebnou citlivost. Navíc v testovaných pohybech převládají vnější rotace, a ty jsou silně ovlivněny případnými kontrakturami vnitřních rotátorů. Z tohoto důvodu se objevily nové hodnotící protokoly. Pro současné hodnocení rozsahu pohybu (ROM) to je ABC Loops protocol. Nashova modifikace Malletovy škály kromě klasických funkcí vyhodnocuje navíc supinaci a polohu při klidovém držení. Pro další popis deficitu skóruje supinaci zafixovaného předloktí (pozice 2S, 3S, a 4S) stejně jako vnější rotaci (SE).

Při otevřeném poranění se načasování operačního výkonu řídí obecnými postupy při poranění periferních nervů. Zcela jiný je ale postup u zavřených poranění, potažmo časté neuroopraxii, kdy se stav upraví. Operováno je pouze 50–60 % pacientů.

Většina poporodních poranění (80–90 %) je horního typu a spontánně se při konzervativní léčbě upraví. Nicméně pozorné dlouhodobé sledování odhalí až ve 20–30 % známky reziduálního postižení. Nejčastěji je opožděná či snížená reinervace. Týká se to zejména extenzorů a zevních rotátorů paže. Následkem jsou pak deformity končetiny během růstu. U dalších 10–20 % je neurotmeza s vytvořením kontinuálního neuromu nebo s avulzí (Gilbert et al., 2006; Haninec et al., 2008).

**Obr. 6.** Malletova škála k hodnocení hybnosti a funkce ramene pomocí pěti samostatných aktivních pohybů horní končetiny. Každý pohyb se hodnotí stupněm I až V (stupeň V označuje normální hybnost při testu a stupeň I odpovídá plegii)

	II	III	IV
<b>aktivní abdukce</b>	 méně než 30°	 od 30° do 90°	 více než 90°
<b>zevní rotace</b>	 0°	 méně než 20°	 více než 20°
<b>ruka k hlavě</b>	 nemožné	 obtížné	 snadné
<b>ruka k lopatce</b>	 nemožné	 S1	 Th 12
<b>ruka k ústům</b>	 nemožné	 obtížné	 snadné

Ty vyžadují mikrochirurgickou revizi. Stejně ji potřebují i kompletní léze s Hornerovou triádou. Naproti tomu pro děti s lehkým poraněním, které se upraví do jednoho měsíce, je lepší konzervativní léčba. U případů Erb-Duchenneovy parézy lze indikovat časnou revizi do tří měsíců. Při trvající poruše pouze proximálního svalstva lze operaci provést v šesti měsících (Birch et al., 2005; Chen et al., 2008; Bain et al., 2009).

V současnosti se u kompletní poporodní parézy klade hlavní důraz na obnovu inervace

ruky. Senzitivita ruky totiž zabraňuje rozvoji končetinového neglect syndromu a sebemutilace a může vést k zapojení končetiny do bimanuální činnosti. K chirurgickému řešení se používají rekonstrukční metody, neurotizace (tzv. zkřížená rekonstrukce), intraplexální i extraplexální dárce, end-to-side anastomóza a využívají se volné svalové laloky a šlachové transfery.

Při léčbě poporodních paréz brachiálního plexu, obdobně jako u druhých lézí u dětí, má zásadní úlohu rehabilitace. Uplatňuje se při kon-

zervativní i neurochirurgické léčbě. Udržuje plný rozsah pohybu v kloubech a posiluje svaly. Při axonotmezi a neurotmezi udržuje vitalitu svalů a během období osvojování tělesného schématu přechodně nahrazuje volní pohybovou aktivitu na končetině.

### Nervus phrenicus

Obrna bráničního nervu, zásobeném segmentem C4 (C3–5), způsobuje rozdíl v depresi poloviny bránice. Při porovnání expiračního a inspiračního rtg snímku bývá rozdíl menší než dva mezižebříkové prostory. Při paréze brachiálního plexu se může jednat o avulzi C4, ale také C5. Po otevřené kardiokirurgické operaci u dětí není abnormální pohyb bránice neobvyklý. Příčinou je tlakové poškození bráničního nervu. Nejčastějšími diagnostickými metodami jsou fluoroskopie, ultrasonografie a stimulační elektromyografie. Zejména sonografie umožňuje včasnou a přesnou diagnostiku abnormálního diafragmatického pohybu. U dvou třetin pacientů obtíže vymizí do dvanácti měsíců.

### Charakteristiky lézí nervů dolní končetiny

Na dolních končetinách je prognóza nervů poškozených zlomeninami nebo luxacemi mnohem horší než na končetině horní. Nejspíše pro potřebu větší energie jak k fraktuře nebo luxaci v oblasti pánve, tak i k fraktuře dlouhé kosti dolní končetiny.

**Nervus ischiadicus.** Jeho poranění patří mezi nejčastější traumatické neuropatie u dětí. V minulosti byla nejběžnější příčinou špatná volba místa pro injekci do hýždě (do místa jeho výstupu z foramen infrapiriforme). Nerv může být také poškozen tahem při porodu koncem pánevním. Při traumatické etiologii bez penetrujícího poranění je peroneální větev, oproti tibiální, postižena častěji.

Ischiadický nerv může být přerušen nebo zhmožděn při nehodách. Komprimován nebo přímo poraněn může být též při operacích v oblasti kyčle, při uzavřené korekci luxovaného kyčelního kloubu nebo při nepřiměřené prodloužení flexorů kolene pro jejich kontrakturu. Rovněž i při proximálních lézích sedacího nervu je peroneální část postižena častěji než část tibiální. Příčinou může být větší náchylnost jejího cévního zásobení k hypoperfuzi při podélném napětí, protažení nebo při kompresi.

Při podezření na přerušení nervu se chirurgická revize provádí neprodleně. Při zachované kon-

Tab. 1. Klasifikace traumat měkkých tkání podle Tscherneho

	Otevřené zlomeniny	Zavřené zlomeniny
0		G 0 – zlomenina vznikající nepřímým násilím bez poškození měkkých tkání
I	O I – malá rána s kontuzí kůže, probodnutí kostním úlomkem	G I – povrchové pohmoždění kožního krytu s abrazí povrchu
II	O II – ohraničené zhmoždění kůže a měkkých tkání, malá kontaminace	G II – hluboká kontaminovaná, ohraničená kožní a svalová kontuze, vzniká přímým násilím zvenčí, značně dislokována
III	O III – silně kontaminovaná rána, rozsáhlé pohmoždění tkání, nervové a cévní léze	G III – komplikovaná kontuze kůže a měkkých tkání, kompartment syndrom, decollement, většinou kominutivní
IV	O IV – totální nebo subtotalní amputace se separací všech důležitých anatomických struktur	

Na prvním místě určuje prognózu poranění s ohledem na poranění měkkých tkání; C či G označuje zavřené zlomeniny (closed, geschlossene) a O otevřené (open, offene)

tinutě nervu lze revizi odložit, aby se zjistilo, zda nenastane významná spontánní úprava. Avšak pokud nálezy nevykazují známky úpravy během šesti měsíců po poranění, je indikovaná revize.

**Nervus peroneus communis.** Poranění peroneálního nervu může být výsledkem přímého traumatu nervu u hlavičky fibuly. Avšak nejčastější příčinou je manipulace při ortopedických výkonech v oblasti kolene: při repozice dislokovaných fraktur, odstraňování osteofytů nebo neoplazmat. Pro tato rizika je třeba zdůraznit nutnou potřebu pečlivé ochrany nervu při ortopedických výkonech v oblasti hlavičky fibuly. Dalším traumatickým mechanismem u dětí je inverze (supinace) nohy v kotníku. K vzácným příčinám patří lokální tlak u jedinců s tomakulózní neuropatií, tlak při déle trvající operaci v celkové anestezii a dlouhodobé resuscitační péči.

**Nervus femoralis.** Jeho paréza je v dětském věku ojedinělá. Příkladem může být vysoká léze způsobená útlakem. Mumenthaler (1982) uvádí dítě, kterému sestra razantně píchla intramuskulární injekci do m. gluteus, propíchla lopatu kyčelní kosti a poškodila n. femoralis.

Zhmoždění n. suralis u dítěte bylo popsáno při fraktuře kotníku.

**Poranění lumbálního plexu.** V literatuře se popisují případy porodních traumat. Jsou

velmi vzácná, na rozdíl od vysoké frekvence lézí brachiálního plexu u novorozenců. Uvádí se souvislost s trvalou nebo nadměrnou trakcí při porodech koncem pánevním. Úprava je obvykle neúplná. U dětí je nejčastější příčinou tupé břišní trauma při nehodě motorového vozidla, fraktury pánve a střelná poranění.

Neuropatie spojené s **metodami prodlužování končetin** nejsou neobvyklé, ale často jsou subklinické. Při prodlužování tibie jsou mnohem častější peroneální neuropatie, než tibiální.

Obdobně i prodloužení femuru může ohrozit zvláště peroneální část sedacího nervu. Při operacích významně snižuje morbiditu peroperační elektrofyziologická monitorace míry distrakce během prodlužování.

Riziko vzniku parézy je také **při prolongaci flexorů kolene** pro jejich kontrakturu u pacientů s DMO. Flexe při kvadruparetické formě jsou často nad 40°; největší 60–70°. Jedinou napínající se strukturou po prolongaci flexorů a uvolnění napínajících se fascií je nervově cévní svazek. Z tohoto důvodu je třeba pooperačně postupně zvětšovat extenzi v kolenních kloubech během několika dnů. Jen tak lze zabránit přetažení nervů, které probíhají ve fossa poplitea. Útlak nervů může také nastat po prolongaci kombinované

s distalizací paty v důsledku pooperačně vzniklého lymfedému.

**Neuropatie při popáleninách.** Děti s rozsáhlými popáleninami mají zvýšené riziko vzniku léze periferního nervu. Mechanismem léze je přímá destrukce nervové tkáně, rozsáhlý edém s kompartmentovým syndromem, polyneuropatie kriticky nemocných způsobená systémovými mediátory a kompresní neuropatie způsobené jizvami. Frekvence výskytu překračuje 10 %. Tepelné poranění může také vyvolat zánětlivou kaskádu vedoucí k dysfunkci nervů. Nervové léze jsou i při poranění elektrickým proudem a po zásahu bleskem.

## Závěr

Děti mají v porovnání s dospělými mnohé fyziologické výhody. Uplatňují se i při poranění nervů lepšími výsledky. Patří k nim kratší vzdálenost od místa léze k cílovému orgánu, akcelerovaný růst nervu, vyšší plasticita mozku. Ta umožňuje lepší začlenění aberantní senzory aferentace. Úplné zotavení lze očekávat téměř u všech zranění s tupým traumatem. Obdobné výsledky jsou u poranění, které bylo neprodleně primárně ošetřeno. Ale i pozdní revize s resekci neuromu a překlenutí defektu s napojenými autotransplantáty, jakož i nervové transfery dosahují velmi dobrých výsledků.

Většina lézí se při odpovídající rehabilitaci zotavuje spontánně. Nicméně existují léze, které se samy o sobě neupraví. U těchto případů je nejvýznamnějším determinantem prognózy zpoždění chirurgické léčby. Proto je velmi důležité tato poranění vyžadující revizi včas identifikovat. Aktivní přístup je u nich lepší než pouhá observace, týká se to i proximálních lézí. Důležitá jsou také následná pravidelná adekvátní sledování pro včasnou detekci a léčbu progresivních deformit způsobených chronickými deficity nervů.

## LITERATURA

- Bain JR, Dematteo C, Gjertsen D, Hollenberg RD. Navigating the gray zone: a guideline for surgical decision making in obstetrical brachial plexus injuries. J Neurosurg Pediatr. 2009; 3(3): 173–180.
- Birch R, Ahad N, Kono H, Smith S. Repair of obstetric brachial plexus palsy – Results in 100 children. J Bone Joint Surg (Br). 2005; 87: 1089–1095.
- Gilbert A, Pivato G, Kheiralla T. Long-term results of primary repair of brachial plexus lesions in children. Microsurgery. 2006; 26(4): 334–342.

- Haninec P, Kaiser R, Brzezny R, Mencil L. Chirurgická léčba porodní parézy brachiálního plexu. Neonatologické listy 2008; 17: 3–8.
- Chen L, Gu YD, Wang H. Microsurgical reconstruction of obstetric brachial plexus palsy. Microsurgery 2008; 28(2): 108–112.
- Mallet J. [Obstetrical paralysis of the brachial plexus. 3. Con-clusions] [in French]. Rev Chir Orthop Reparatrice

- Appar Mot.1972; 58(Suppl): 166–168.
- Mumenthaler M, Schliack H (eds). Läsionen peripherer Nerven. Diagnostik und Therapie. Stuttgart – New York: Georg Thieme Verlag, 1982: 363.
- Sunderland S. A classification of peripheral nerve injuries producing loss of function. Brain J Neurol 1951; 74: 491–516.
- Zvěřina E, Stejskal L. Poranění periferních nervů. Praha: Avicenum 1979: 303.