

# PNS

Klinika úrazové chirurgie FN Brno

MUDr. Pikula Radek



- Poraněním periferních nervů rozumíme poruchu funkce (motorické, senzitivní či autonomní) v inervační oblasti periferního nervu, vzniklou následkem úrazu.
- 
- Dle údajů ÚZIS z r.1999 bylo hospitalizováno v ČR okolo 1500 nemocných s poraněním periferních nervů, což se zdá jako údaj spíše podhodnocený, protože obecně mírové statiky uvádějí až 20% podíl na počtu všech úrazů.
- Diagnostika a indikační úvahy při poranění periferních nervů vychází ze základních anatomických a fyziologických, respektive patofyziologických poznatků.

- Nerv jako orgán je tvořen jednak tkání funkční , jednak tkání podpůrnou . Funkční tkáň je tvořena nervovou buňkou , jejíž tělo je uloženo v předních rozích míšních (eferentní neurony , např. alfa motoneurony) nebo ve spinálním gangliu (aferentní neurony, např. senzitivní neurony pro taktilní cití , bolest ).Vlastní periferní nerv pak obsahuje periferní nervová vlákna těchto buněk (podle funkce eferentní neurony –např. alfa motoneurony, či aferentní dendrity –např. senzitivní neurony pro taktilní cití, bolest atd.).Každé nervové vlákno se skládá z vlastního výběžku nervové buňky –axonu (dlouhého až 1 m) a pochvy , většinou myelinové, která je tvořena činností Shwannových buněk a je segmentována Ranvierovými zářezy do kratších úseků,internodií . Na tloušťce myelinové pochvy a délce internodií závisí rychlost vedení vzruchu nervovým vláknem.Zevně je pochva nervu ohraničena basální membránou, která tak tvoří vlastní ohraničení nervového vlákna .

- Podpůrná tkáň je tvořena endoneuriem, perineuriem a epineuriem. Endoneurium obaluje každé nervové vlákno zevně od basální membrány a tvoří jakousi vodící trubici, jejíž kontinuita je zásadní pro regenerační pochody v nervu. Skupiny nervových vláken obalených endoneuriem se seskupují do fascikulů, které pokrývá perineurium a jejich seskupením vzniká periferní nerv, jehož zevním vazivovým obalem je epineurium. Celý nerv je spojen s okolními tkáněmi řídkým vazivem – mesoneuriem, kterým přichází k nervu cévní zásobenění z okolí.

- Z patofyziologického hlediska jsou pro praxi významné zejména základní poznatky o regeneraci a degeneraci.
- Po přerušení nervového vlákna se v těle příslušného neuronu zvyšuje metabolická aktivita, v proximálním pahýlu (tedy části spojené s buněčným tělem) se zvyšuje axoplasmatický tok a již několik hodin po poranění dochází z periferního konce pahýlu k pučení (sproutingu) až 100 fibril. Tyto děje jsou podstatou Wallerovy regenerace. Jsou – li pučícím axonům nabídnuty endoneurální „vodící“ trubice, dochází k postupnému prorůstání nervových vláken distálně rychlostí asi 1-5 mm za den. K celkové době funkční regenerace je však nutno připočítat počáteční zdržení před zahájením prorůstání axonů, zdržení v jizvě a terminální zdržení, nutné k zapojení axonů a receptory či efekторы. V případě, že pučícím fibrilám nejsou nabídnuty endoneurální trubice, vytváří se neuspořádaný konvolut vláken, terminální neurom, který může být zdrojem bolestivých iritačních syndromů. V případě, že dojde k porušení nervových vláken a endoneurálních pochev, ale perineurium či epineurium zůstává zachováno, vzniká neurom v kontinuitě-kontinuální neurom.

- Současně probíhají pochody degenerační .Jako Wallerova degenerace se označuje rozpad nervového vlákna –axonu i myelinové pochvy během několika dnů po přerušení axonu . Během tohoto období může být zachována vodivost nervu. Současně dochází k aktivní proliferaci Schwannových buněk , která vrcholí asi za 3 týdny vytvořením tzv. Bungnerových pruhů, vyplňujícím endoneurální pochvy distálního pahýlu, které jsou tak připraveny pro přijetí regenerujícího axonu z proximálního pahýlu. Pokud nedochází k regeneraci , dochází k postupné atrofii periferního pahýlu nervu, senzitivních receptorů a zejména degenerační atrofii svalu , který ztrácí atrofií zhruba 1 % své potenciální funkce za týden , nedojde –li tedy k reinervaci svalu do dvou let, lze považovat stav za irreversibilní .
- Na základě uvedených anatomických a patofysiologických skutečností lze rozdělit poranění periferního nervu na několik stupňů .

- Dle klasického Seddonova dělení hovoříme o **neurapraxii** , jedná –li se o pouhé funkční porušení vodivosti nervu(např. následkem přechodného tlaku ) a kdy jak kontinuita nervových vláken , tak endoneurálních trubic zůstává zachována .K spontánní úpravě dochází většinou během hodin či dnů, nejpozději do 3-6 týdnů.
- **Axonotmese** odpovídá stavu, kdy dochází k anatomickému přerušení nervových vláken a následným regeneračním a degeneračním pochodům , ale endoneurální trubice zůstávají zachovány . K návratu funkce dochází regeneračními pochody v časovém rozsahu měsíců (dle lokalizace poranění), ale jedná se spontánní a funkčně „optimální“ regeneraci, protože axony vrůstají do svých původních endoneurálních trubic
- **Neurotmese** je stav , kdy poraněním dojde k anatomickému přerušení jak nervových vláken , tak endoneurálních trubic (v praxi nejčastěji anatomické přerušení celého nervu či části jeho průřezu) a ke spontánní regeneraci proto nedojde, je nutné chirurgické spojení nervu .

- Sunderlandovo podrobnější dělení rozděluje poranění nervů na 7 stupňů . První stupeň odpovídá neurapraxii, druhý axonotmese , Seddonova neurotmesa je rozdělena na 3 stupně , tj. přerušeni pouze endoneuria(3.) , endo a perineuria(4.) a endo , peri i epineuria(5.); 6. stupeň odpovídá neuromu v kontinuitě a 7. stupeň iritačním nervovým syndromům



## ➤ Klinický obraz

- **Anamnéza:** mechanismus úrazu , u otevřených poranění zda se jedná o ostré (řezné, bodné) , tržně-zhmožděné či střelné poranění, u zavřených poranění zjišťujeme , zda byl denervační syndrom vyjádřen primárně či vzniknul sekundárně (po operaci ,repozici, sádrové fixaci). U iatrogenních poranění je nezbytná přesná dokumentace či osobní kontakt s výkon provádějícím lékařem.
- U starších pourazových denervačních syndromů zjišťujeme dynamiku klinického obrazu , přesnou dokumentaci o předchozích léčebných (např. operační protokol o prvotním ošetření ) a diagnostických ( např.vývoj elektrofysiologického nálezu) výkonech.

- **Objektivní nález:** jedná se o poruchu motorických funkcí v inervační oblasti příslušného nervu (paresa , plegie , později atrofie ,kontraktury,) , poruchu senzitivních funkcí ( hypestezie či anestezie pro dotyk, polohocit,termické čítí, bolest ; iritační projevy) a poruchu autonomních funkcí(porucha prokrvení , snížení potivosti,trofické změny).
- Při postižení vodivých vláken celého průřezu nervu dochází k **úplnému denervačnímu syndromu** , projevujícím se úplným výpadkem funkce , při postižení vláken části průřezu nervu se jedná o **částečný denervační syndrom**.
- V **lokálním nálezu** u čerstvých poranění zjišťujeme lokalizaci poranění s ohledem na průběh nervů, charakter rány, její hloubku, případnou kontaminaci .
- U starších poranění je významným příznakem **Tinelovo znamení**, při kterém poklep na ránu či její okolí vyvolá elektrizující iritaci v inervační zóně daného nervu .Přetrvávající Tinelovo znamení v místě poranění nervu po dobu 2-3 týdnů svědčí s vysokou pravděpodobností pro terminální (amputační)neurom, postup maxima Tinelova znamení distálně svědčí pro postupující regeneraci nervu.

## ➤ Indikační postup

- Indikační rozvaha vyplývá ze skutečnosti , že u neurapraxie (st. 1) a axonotmese (st. 2) dojde i bez chirurgického ošetření ke spontánní úpravě ale u neurotmesy (st.3.-5.) je k umožnění regenerace nervu nezbytné chirurgické ošetření nervu .
- Neurapraxii odlišíme podle spontánního návratu funkce nejpozději do 6 týdnů.
- Axonotmesu od neurotmesy však neodlišíme sebepodrobnějším klinickým ani elektrofysiologickým vyšetřením po několik měsíců. Proto je u většiny indikací nutno vycházet z empirických zkušeností a řídit se příčinou poranění nervu .

- **Otevřená řezná ,sečná, bodná a tržně zhmožděná poranění** – tvoří nejčastější , nejvýznamnější a indikačně nejjednodušší skupinu . Zde existují pouze dvě možnosti-buď není nerv poraněn vůbec, nebo je nerv či jeho část anatomicky přerušena .
- Operační revize je v této skupině absolutně indikována při příznacích částečného i úplného denervačního syndromu(podle statistik je v 90-100% nerv částečně či úplně přerušen).
- Ideální je primární okamžitá sutura nervu v celkové anestezii a specializovaném pracovišti. K retrakci pahýlů nervu(s nutností event. autotransplantace) dochází již po několika hodinách ,a proto jsou výsledky okamžitých sutur nejlepší.Variantou je důkladná revize rány s označením nervu stehem (v případě prvotního ošetření na nedostatečně vybaveném pracovišti )a odeslání na specializované pracoviště , v případě zhmožděných či kontaminovaných ran možno odložit prvotní rekonstrukci nervu na dobu 2-3 týdny po úrazu.

- **Střelná poranění**- zde může dojít k rozličným typům poranění nervu od přestřelení přes kontinuální neurom k pouhé neurapraxii. K demarkaci rozsahu poranění dochází zhruba za 3 týdny, ránu je nutné považovat vždy za primárně infikovanou. V případě zřejmého přerušení nervu je operace vhodná za 3 týdny, po demarkaci či při podezření na kontinuální neurom po 8 týdnech .
- **Trakční poranění , fraktury, luxace** –je-li vzhledem k charakteru poranění (ostré kostní úlomky v blízkosti průběhu nervu , úplný denervační syndrom) podezření na anatomické porušení nervu , je operační revize indikována co nejdříve. V ostatních případech je vhodné vyčkat 8 týdnů, kdy se případná neurapraxie spolehlivě upraví a v případě kontinuálního neuromu lze odlišit peroperační neurografií regenerující neurom od neregenerujícího .

- **Iatrogenní poranění** – tj. vznik denervačního syndromu v přímé časové souvislosti s lékařským zákrokem, nejčastěji operačním výkonem. Tato poranění jsou indikována k operaci, pokud si chirurg není vědom úmyslného nevelkého tupého „poranění“. V případě, že nebyl nerv během původního výkonu vědomě vypreparován a nelze se spolehlivě vyjádřit o jeho kontinuitě na konci výkonu, bývá většinou anatomicky porušen a časná revize je na místě. V případě denervačního syndromu po vpichu jehly a instilaci léku (samotný vpich jehly výraznější poranění nezpůsobí) je vhodná instilace fyziologického roztoku ke zředění podané látky. Je-li denervační syndrom parciální, je možno vyčkat 3-8 týdnů. V případě úplného denervačního syndromu je vhodná revize a přímý výplach, jinak po 8 týdnech bez zlepšení nutná revize nervu s peroperační neurografií na specializovaném pracovišti.

- **Neurovaskulární poranění** (např. při compartment syndromu) –typické je poškození nervů ve značné délce a současné postižení ostatních tkání . Neurochirurgické možnosti reparace nervů jsou velmi omezené , důležitá je prevence a včasná léčba prvotní příčiny.
- **Neregenerující primární sutury** – častý stav, kdy nerv byl (údajně) prvotně ošetřen suturou , ale nedochází v očekávané době k regeneraci . Není – li jasný údaj o lege artis ošetření nervu (operační protokol) , je vždy indikována revize , jinak možno vyčkat další 1-2 měsíce. Nálezy jsou často kuriosní (sešití nervu se šlachou , prošitý nerv spod.).
- **Poranění brachiálního plexu** - typickým mechanismem je avulze , vytržení kořenů z míchy následkem nárazu na rameno či prudkým tahem za končetinu.



## ➤ Diagnostika

- 
- Z hlediska praktického lékaře jsou základními diagnostickými postupy **anamnéza a fyzikální vyšetření** , které byly zmíněny výše.
- 
- **Elektrofysiologické vyšetření**, zejména elektromyografie a neurografie , určí spolehlivě který nerv je poškozen a ve které úrovni, prokáže Wallerovu degeneraci (tedy axonotmese a neurotmesi) přítomností denervačních potenciálů za 3 týdny po úrazu a odliší částečný a úplný denervační syndrom. Důležitá je dynamika opakovaných elektrofysiologických vyšetření.
- Interpretace ostatních pomocných metod (peroperační neurografie , perimyelografie, CT –myelografie či MRI) u vzácnějších typů poranění patří na specializovaná pracoviště.



## ➤ Léčebný postup

- Běžná otlaková poranění charakteru neurapraxie nevyžadují zvláštní léčbu a postup je většinou expektační s časnou spontánní úpravou nejpozději do 6 týdnů. Efekt podávání vitaminů skupiny B (thiamin, pyridoxin) či kortikosteroidů nebyl spolehlivě prokázán . V těžších případech je vhodné za 3 týdny od vzniku leze provést EMG k vyloučení závažnějšího stupně poranění . Vhodná je šetrná rehabilitace , případně elektrostimulace.
- Indikační rozvaha u ostatních typů poranění byla rozebrána výše.
- V případě otevřených ostrých poranění je vhodná okamžitá mikrochirurgická rekonstrukce nervu stehem za perineurium , případně epineurium vhodným monofilním šicím materiálem (síly 10/0 , vyjímečně 8/0).Ideální je primární sutura nervu na specializovaném neurochirurgickém či plasticko-chirurgickém pracovišti, případně na dostatečně technicky a personálně vybaveném chirurgickém pracovišti s možností lege artis ošetření nervu .To zahrnuje mikrochirurgickou techniku s možností zvětšení, mikrochirurgického instrumentaria a šicího materiálu, přísné dodržování zásady stehu nervu bez napětí a možnost autotransplantace nervu , nejčastěji pomocí štěpu z nervus suralis.

- Primární odložené sutury a sekundární sutury vyžadují ve většině případů resekci zjizvených okrajů nervu a překlenutí defektu vzniklého retrakcí pomocí autotransplantátů .
- Chirurgická léčba vybraných typů avulzí brachiálního plexu neurotizací (tj.dodáním regenerujících nervových vláken z okolních nervů) či svalovými plastikami patří na superspecializovaná pracoviště .
- Řešení iritačních nervových syndromů je svízelné a patří na specializovaná pracoviště .Vznikají po poranění smíšených a senzitivních nervů a diagnosa je především klinická . Nepatří sem nepříjemné parestetické pocity při úspěšně probíhající regeneraci nervu , potvrzené elektrofysiologicky.Ideální léčba je kausální , tedy rekonstrukce nervu , pokud je možná . Z jiných výkonů připadá v úvahu alkoholizace nervu, zanoření do kosti či svalu, případně centro-centrální anastomoza . Při neúspěchu je vhodná symptomatická léčba( medikamentozní , případně elektrostimulace), nejlépe v centru bolesti . Vzácně přicházejí v úvahu neurochirurgické protibolestivé výkony.

## ➤ Ošetrovatelská péče

- Důležitým předpokladem je důkladné poučení nemocného o povaze a prognose poranění, jeho seznámení s negativně vnímanými stránkami léčby a získání jeho aktivní účasti na léčbě.
- U poranění periferních nervů, kde není indikován neurochirurgický výkon, je vhodné časně zahájení rehabilitační léčby. Po revizích nervu bez spojovací operace (např. neurolyza) možno zahájit rehabilitaci 1-2 týdny po výkonu po zhojení operační rány, po spojovacích operacích je nutná 3 týdenní fixace končetiny, poté je možné zahájit rehabilitační léčbu s postupným zvyšováním rozsahu pohybů.
- Vlastní rehabilitační a reedukační léčba je zaměřena na podporu aktivní hybnosti svalstva u částečných denervačních syndromů, zejména aktivním cvičením s využitím metod zpětné vazby a facilitace. U úplných denervačních syndromů je důležité do doby funkční regenerace udržet rozsah pasivních pohybů, zabránit svalovým atrofiím zejména pomocí pravidelných, nejlépe každodenních elektrostimulací a cvičení kompenzačních mechanismů.
- Nutná je klinická a elektrofysiologická dispenzarizace ke zjištění a postupu reinervace. První elektrofysiologické vyšetření je časováno na dobu očekávané reinervace v nejbližším vyšetřitelném místě, další kontroly jsou plánovány ve 2-3 měsíčních intervalech

## ➤ Prognosa

- U neurapraxií a axonotmesí je prognosa dobrá, lze očekávat spontánní úpravu do několika týdnů, respektive měsíců.
- Prognosa poranění charakteru neurotmesy je závislá na velkém množství faktorů a nelze ji proto zobecnit. Současná mikrochirurgická technika umožňuje technicky spojení většiny periferních nervů přímou suturou či s překlenutím pomocí autotransplantátů s dobrým funkčním výsledkem. Nejvýznamnějším limitujícím faktorem je kromě techniky operace doba od vzniku denervace. Doba jednoho roku je pro většinu nervů limitem pro možnost rekonstrukce s funkčně významnou regenerací. Dalšími významnými faktory jsou výška poranění, věk nemocného, příčina poranění, délka defektu, druh nervu a celkový zdravotní stav. Definitivní výsledek léčby lze hodnotit za 1,5 – 3 roky.

- Z posudkového hlediska je významné, že značná část poranění periferních nervů, často v důsledku technicky nedokonalých či zbytečně odkládaných operací, se zhojí s funkčně ne zcela uspokojivým výsledkem, který může významně snížit pracovní a společenské uplatnění zraněného. Dalším významným faktorem je poměrně častý výskyt iritačních syndromů u neúplně regenerovaných nervů, které mohou být pro nemocného velkým utrpením a jejich léčba je často svízelná. Zejména častá kombinovaná poranění n. medianus a ulnaris na předloktí, často sdružená se svalovým a šlachovým poraněním, mohou nemocného významně omezit.
- Definitivní posudkové zhodnocení je možné nejdříve za 2-3 roky po úrazu.

## ➤ Následná péče

- Jak již bylo zmíněno výše, během probíhající regenerace nervu je nutná pravidelná klinická a elektrofysiologická dispenzarizace a systematická rehabilitace a reedukace .Pokud stav dospěje do definitivního stavu, není další změna během 3-6 měsíců a funkční výsledek je neúplný , je třeba nemocného vést k udržování dosaženého stavu samostatným cvičením , tréninkem substituční hybnosti a zvážit možnost případného protetického či plasticko-chirurgického řešení (šlachové plastiky, svalové přenosy ) .

# Horní končetina

- N. suprascapularis
- N. axillaris
- N. radialis
- N. ulnaris
- N. medianus



- N. suprascapularis
- m. supraspinatus, infraspinatus – poranění RM
  
- N. radialis(C5-C8)
- Při vysoké lézi v axile je postižena extenze (m. triceps brachii) a částečně flexe v lokti (m. brachioradialis), extenze ruky v zápěstí a prstů v MTCPH kloubech, atrofují svaly na dorsální ploše paže a předloktí. Citlivost je porušena na dorsolaterální ploše paže a předloktí, radiální části dorsa ruky a dorsální ploše 1.-2. prstu. Při lézi na paži (komprese v sulcus n. radialis) je ušetřena extenze v lokti a citivost na paži. Při izolované lézi r. profundus n. radialis na předloktí (syndrom supinátorového kanálu) je ušetřena citlivost na předloktí a ruce (r. superficialis n. radialis)



- N. axillaris
- Luxace ramenního kloubu – deltový sval
  
- N. ulnaris(C8-Th1)
- Při lézi na paži nebo v lokti je oslabena flexe 4.-5- prstu, abdukce a addukce prstů, flexe v MTCPH kloubech a extenze v IP kloubech – výsledkem je výrazné omezení jemných pohybů ruky, atrofují svaly na ventrální a ulnární ploše předloktí a svaly hypothenaru, interoseální a částečně i svalstvo thenaru (obraz drápopité ruky). Senzitivní výpadek je lokalizován na ulnární části dlaně i dorsa ruky, 5. a ulnární poloviny 4. prstu a na dorsu ruky. Citlivost na předloktí je neporušena

- N. medianus
- (C6-Th1) při vysoké lézi na paži je postižena pronace předloktí, flexe ruky, flexe, opozice a abdukce palce, flexe 2. a 3. prstu (obraz tzv. přísahající ruky, kdy 2. a 3. prst zůstávají extendovány), jsou atrofické svaly ventrální plochy předloktí a thenaru. Významnější je senzitivní výpadek lokalizovaný na radiální polovině dlaně, ventrální ploše 1-3. prstu a ulnární poloviny 4. prstu.