

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

3. LÉKAŘSKÁ FAKULTA



Autoreferát dizertační práce

Porodní poranění plexus brachialis

MUDr. Libor Mencil

Praha, 2015

Doktorské studijní programy v biomedicině

Univerzita Karlova v Praze a Akademie věd České republiky

Obor, předseda oborové rady: Neurovědy
prof. MUDr. Karel Šonka, DrSc.

Školící pracoviště: Neurochirurgická klinika 3. LF UK a FNKV Praha

Autor: MUDr. Libor Mencl

Školitel: prof. MUDr. Pavel Haninec, CSc.

Oponenti:

Autoreferát byl rozeslán dne

Obhajoba se koná dne

S dizertací je možno se seznámit na děkanátě 3. lékařské fakulty
Univerzity Karlovy

OBSAH

Souhrn.....	3
Summary.....	4
Úvod.....	5
Cíle dizertační práce.....	6
Materiál a metodika.....	7
Operační technika.....	8
Výsledky.....	9
Diskuze.....	12
Závěr.....	16
Seznam vybrané literatury.....	17
Publikace.....	19

SOUHRN

Porodní paréza brachiálního plexu se vyskytuje v 0,15 až 3 případech na 1000 živě narozených dětí. Hybnost horní končetiny se u většiny dětí spontánně upraví, ale u 20 – 30% dětí zůstává těžký reziduální deficit. Dystokie ramének, makrosomie a instrumentální porod představují největší rizika vzniku poranění, naopak porod Císařským řezem a porod dvojčat se zdá být protektivní.

Na souboru 20 pacientů s minimální dobou sledování 24 měsíců byly vyhodnoceny výsledky operační strategie používající jak rekonstrukce na úrovni kořenů pomocí štěpů, ať už přímou rekonstrukcí nebo využívající proximální pahýl kořene k neurotizaci jiné části popřípadě celého plexu v případě avulze, tak neurotizační techniky na úrovni koncových nervů.

Cílem rekonstrukční operace v případě horního typu bylo obnovení flexe v lokti, abdukce a zevní rotace v rameni. Toho bylo dosaženo pro abdukci ramene v 80,0 %, pro zevní rotaci v 50,0 %, flexi v lokti 81,8 % a supinaci 63,6 %. Ve třech případech bylo přidruženo poranění kořene C7, obnovení extenze lokte bylo úspěšné ve 100 % a extenze prstů a zápěstí v 67 % případů.

Cílem operace u kompletního poranění plexu bylo obnovení funkce ruky a zajištění schopnosti používat postiženou ruku v bimanuálních činnostech. V prezentovaném souboru dosáhla úspěšnost obnovení užitečné hybnosti ruky 87 %. Úspěšnost obnovy dalších pohybů dosáhla pro abdukci ramene 87,5 %, zevní rotaci 25 %, flexe v lokti 75 % a supinace předloktí 25 %. Extenze v lokti byla úspěšná v 87,5 %, zápěstí v 50 % a prstů a palce 37,5 %.

Ačkoliv počet pacientů v této studii je omezený, výsledky ukazují, že časnou neurochirurgickou rekonstrukcí lze dosáhnout významného zlepšení hybnosti u dětí s porodní parézou brachiálního plexu.

SUMMARY

Obstetrical brachial plexus palsy (OBPP) displays a stable incidence of 0.15 – 3 per 1,000 live births. Most children show good spontaneous recovery, but a recent literature reviews show that a residual deficit remains in 20% to 30% of children. Shoulder dystocia, macrosomia and instrument delivery present the greatest risk for brachial plexus injury. Caesarean section, having a twin or multiple birth mates seems to offer some protection against injury.

The aim of this study was to evaluate the results achieved using various surgical techniques in patients with partial and total obstetrical brachial plexus palsy. Twenty patients had follow-up periods greater than 24 months and met criteria for inclusion in the study. The outcomes of different nerve reconstructive procedures including nerve transfers, nerve grafting after neuroma resection and end-to-side neurorrhaphy are presented.

The surgical objective in cases of upper OBPP is functional restoration of shoulder abduction with external rotation and biceps function. The overall success rate in upper plexus birth injury was 80% in shoulder abduction, 50% in external rotation and 81.8% in elbow flexion .

The surgical objective in cases with complete OBPI in recovery of hand function and to establish the ability to use the affected hand in bimanual activities. Our series achieved useful hand reanimation in 87% of cases. Shoulder abduction was successful in 87%, external rotation in 25%, elbow flexion in 75% and supination in 25% of cases. Elbow extension was successful in 87%, wrist extension in 50 % and finger, thumb extension in 37% of cases.

Although the present study contains a limited number of patients, our results demonstrate, that improved function can be obtained for infants with obstetrical brachial plexus injury with early surgical reconstruction.

1. ÚVOD

Porodní poranění brachiálního plexu představuje jednu z neváznějších komplikací v průběhu porodu. Porodní paréza plexu byla poprvé popsána Smelliem (1764) a první rekonstrukční operace byla provedena Kennedym (1903).

Problematika porodního poranění brachiálního plexu je v porovnání s poúrazovými stavy dospělých mnohem komplikovanější. Vzhledem k chybění jak randomizovaných, tak i větších retrospektivních studií zůstává management těchto stavů i v dnešní době ne úplně jasný. Také indikační kritéria a načasování rekonstrukční operace zůstávají stále kontroverzní.

Předmětem diskuzí je také samotný mechanismus poranění, za který je všeobecně považován tah za kořeny v průběhu porodu raménka. Výskyt porodního poranění pažní pleteně u dětí porozených sekci naznačuje, že část těchto poranění může vznikat již intrauterinně.

Věk jednoznačně ovlivňuje strukturální a funkční vlastnosti periferního nervového systému včetně regenerační kapacity. Díky tomu je možné indikovat operační léčbu i v takových případech, kdy by u dospělých bylo příliš pozdě. Unikátní reinervační schopnosti umožňují v případě kompletního poranění plexu úspěšně reinervovat hybnost ruky. Takové operace jsou u dospělých pacientů v podstatě nemožné.

2. CÍLE DIZERTAČNÍ PRÁCE

Předkládaná dizertační práce má dvě části:

1. Obecná část – kromě stručného popisu problematiky porodního poranění brachiálního plexu se zabývá:
 - a. odlišnostmi ve vyšetřovacím schématu u dětských pacientů zejména v oblasti klinického vyšetření hybnosti horní končetiny u nespolupracujícího dítěte a současnou rolí předoperačního i intraoperačního elektrofyziologického vyšetření
 - b. indikačními kritérii a načasováním případné operace
 - c. možnostmi chirurgické léčby poranění a použití jednotlivých technik včetně ETS anastomózy a sekundárních operací, v samostatné části jsou shrnuty patofyziologické aspekty poranění a rekonstrukce nervu
2. Klinická část – má za cíl zhodnotit úspěšnost operační strategie při použití různých operačních technik na souboru operovaných dětí a srovnání se současnou anglicky psanou literaturou, ze získaných dat pak vytvořit prediktivní model vývoje jednotlivých pohybů i celkové hybnosti horní končetiny.

3. MATERIÁL A METODIKA

V letech 2000–2014 bylo na našem pracovišti vyšetřeno celkem 125 pacientů s porodní parézou brachiálního plexu. V rámci tohoto souboru podstoupilo 33 pacientů rekonstrukční operaci, která byla provedena jedním chirurgem, prof. Pavlem Hanincem, CSc. Dvacet pacientů dosáhlo minimální dobu sledování v délce 24 měsíců.

V souboru pacientů bylo 14 chlapců a 6 děvčat, průměrná porodní hmotnost 3 885g, pravá strana byla poraněna v 65%. Instrumentální porod s použitím kleští nebo vakuum extraktoru byl zaznamenán ve 4 případech. Hornerův syndrom se vyskytl u 6 dětí. Pacienti byli rozděleni pro lepší analýzu na dvě skupiny:

1. 12 pacientů s horním typem poranění brachiálního plexu v rozsahu kořenů C5–C7.
2. 8 pacientů s úplnou paralýzou horní končetiny odpovídající poranění kořenů C5 –Th1.

U všech pacientů byla zhodnocena hybnost horní končetiny podle stupnice AMS (Active Movement Scale). Hodnoty AMS byly zaznamenávány předoperačně a později v pravidelných intervalech po operaci. Následné statistické zpracování umožnilo ze shromážděných dat vytvořit prediktivní model.

Jako indikační kritérium bylo stanoveno obnovení flexe v lokti ve 4 měsících věku, ve sporných případech částečné reinervace do 6 měsíců pro horní typ poranění. V případě kompletní léze s obrnou ruky byla indikována časná revize do 3 měsíců věku.

U pacientů vybraných k rekonstrukční operaci bylo provedeno CT PMG k průkazu případné avulze míšních kořenů. CT vyšetření bylo provedeno podle standardizovaného protokolu od úrovně C0 po Th2 se šířkou řezu 0,5–1,0 mm.

3. OPERAČNÍ TECHNIKA

Operace byla provedena v celkové anestezii bez použití svalových relaxans. Ve většině případů byla supraklavikulární incize dostačující k dobrému přístupu ke kořenům a trunkům. Poté, co byl poraněný brachiální plexus odhalen, následovalo vizuální zhodnocení stavu míšních kořenů včetně foraminální úrovně, dále pak rozsahu a lokalizace neuromu. Další operační postup byl pak volen v souladu s předoperačním zjištěním případné avulze míšních kořenů a výsledkem intraoperační elektrické stimulace.

Podle dané situace byla použita prostá neurolyza nebo resekce neuromu s mikrochirurgickou rekonstrukcí pomocí štěpů. Pokud byl v případě avulze míšních kořenů počet viabilních proximálních pahýlů omezený, byla provedena neurotizace části či celého plexu z dostupných kořenů nebo byla provedena distální neurotizace nebo end-to-side anastomóza.

Distální cíle neurotizace byly zvoleny následovně: pro obnovení funkce ruky kořen C8, trunkus inferior nebo mediální fasciál. Pro obnovení flexe v lokti byl použit kořen C6, přední divize trunkus superior, laterální fasciál a n. musculocutaneus. Distální cíle pro obnovu funkce ramene: kořen C5, zadní divize trunkus superior, dorzální fasciál, n. axillaris a n. suprascapularis.

Při neurotizaci pomocí kořene C4 byl tento kořen použit až po odstupu větve pro n. phrenicus, tímto postupem jsme se vyhnuli případným respiračním komplikacím spojeným s přerušením tohoto nervu.

Jako dárce pro distální neurotizaci byly použity mediální pektorální nervy, n.XI a motorická větev n. radialis pro caput longum m. triceps.

ETS anastomóza byla provedena po vytvoření perineurálního okna. Nejvhodnější místo anastomózy bylo vybráno po přímé bipolární stimulaci dárce v oblasti s největší amplitudou M odpovědi.

4. VÝSLEDKY

Klinické výsledky byly vyhodnoceny před případným provedením sekundární operace (šlachové transpozice). Dosažené hodnoty AMS 6 a 7 byly stanoveny jako úspěšný výsledek představující funkčně použitelný pohyb, to jest plný rozsah pohybu s vyloučením gravitace a více jak polovina rozsahu pohybu proti gravitaci. Operace byla hodnocena jako neúspěšná při výsledném AMS skóre 5 a méně. I když může být namítnuto, že i menší rozsah pohybu lze považovat za užitečný, zejména u pohybů prstů, naším primárním cílem byl téměř úplný návrat pohybu a tato studie měla stanovit procento pacientů, kteří tohoto cíle dosáhli.

K průkazu avulze míšních kořenů bylo zvoleno CT PMG vyšetření. Avulze byla odhalena u 30 kořenů (C5, 6.67 %; C6, 16.67%; C7 23.33 %; C8, 30 %; Th1, 23.33 %). Ve většině případů byly vytrženy z míchy dolní kořeny, avulze všech kořenů se v souboru nevyskytla.

Cílem rekonstrukční operace v případě horního typu bylo obnovení flexe v lokti, abdukce a zevní rotace v rameni. Toho bylo dosaženo pro abdukci ramene v 80,0 %, pro zevní rotaci v 50,0 %, flexi v lokti 81,8 % a supinaci 63,6 %. Ve třech případech bylo přidruženo poranění kořene C7, obnovení extenze lokte bylo úspěšné ve 100 % a extenze prstů a zápěstí v 67 % případů.

Pohyb	Předoperační skóre		Pooperační skóre		
	Median	Range	Median	Range	Úspěch %
rameno abd.	1	0 - 3	6	4 - 7	80%
zevní rot.	0	0 - 1	5,5	4 - 7	50%
loket flx.	0	0 - 3	6	4 - 7	82%
supinace	0	0 - 1	6	2 - 7	64%

Tabulka 1. Předoperační a pooperační AMS skóre vybraných pohybů a úspěšnost operace u pacientů s horním typem poranění (Skupina 1)

Cílem operace u kompletního poranění plexu bylo obnovení funkce ruky. V prezentovaném souboru dosáhla úspěšnost obnovení užitečné hybnosti ruky 87 %. Úspěšnost obnovy dalších pohybů dosáhla pro abdukci ramene 87,5 %, zevní rotaci 25 %, flexe v lokti 75 % a supinace předloktí 25 %. Extenze v lokti byla úspěšná v 87,5 %, zápěstí v 50 % a prstů a palce 37,5 %.

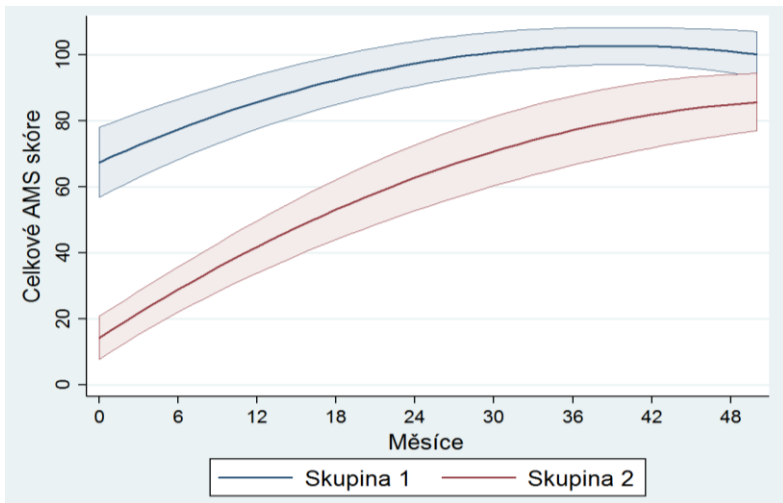
Pohyb	Předoperační skóre		Pooperační skóre		
	Median	Range	Median	Range	Úspěch
rameno abd.	0,5	0 - 2	6	5 - 6	88%
zevní rot.	0	0 - 1	5	2 - 6	25%
loket flx.	0	0	6	1 - 7	75%
Supinace	0	0	5	4 - 6	25%
loket ext.	0	0 - 2	7	1 - 7	88%
zápěstí flx.	0	0 - 1	6,5	1 - 7	75%
zápěstí ext.	0	0 - 7	5,5	1 - 7	50%
prsty flx.	0	0 - 3	7	0 - 7	88%
prsty ext.	0	0	5,5	1 - 7	38%
palec flx.	0	0 - 3	7	0 - 7	88%
Palec ext.	0	0 - 0	2	0 - 7	38%

Tabulka 2. Předoperační a pooperační AMS skóre vybraných pohybů a úspěšnost operace u pacientů s kompletním poraněním (Skupina 2)

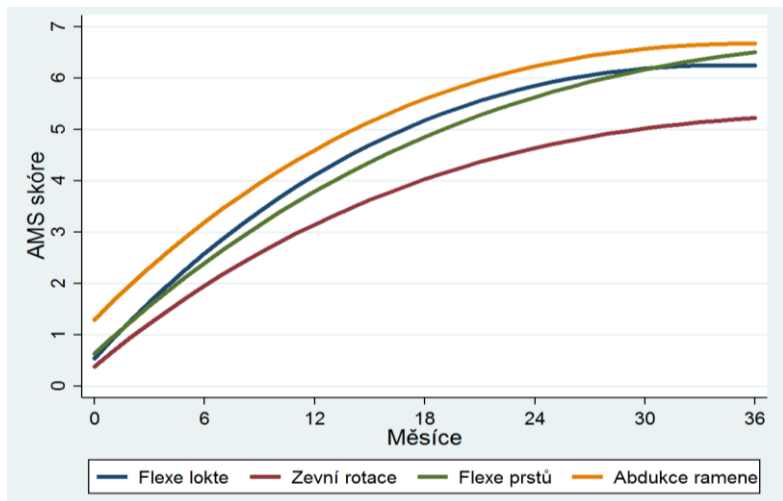
Rozborem souboru bylo zjištěno, že užitečné hybnosti ruky bylo dosaženo u obou dětí, které podstoupily ETS anastomózu. Tento výsledek lze přisuzovat výhradně ETS metodě, protože v obou případech byly kořeny C8 a Th1 vytržené z míchy.

Statistické zpracování umožnilo ze shromážděných dat (předoperační a pooperační hybnost končetiny hodnocená systémem AMS) vytvořit prediktivní model (multilevel mixed-effect model: random intercept a random coefficient model).

Vzestupný trend celkového AMS je zobrazen v prediktivním modelu s predikovaným průměrným AMS s 95% intervalem spolehlivosti.



Predikce funkční obnovy pohybů horní končetiny, které byly rekonstruovány se zvýšenou prioritou.



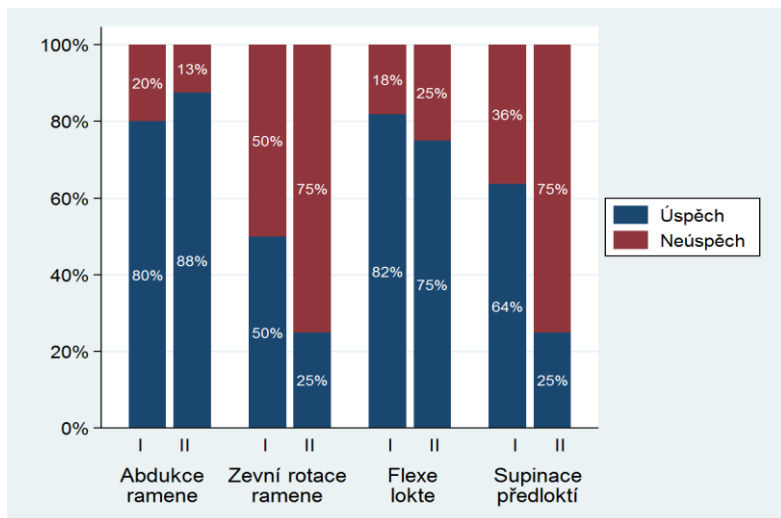
5. DISKUZE

Management porodního poranění brachiálního plexu je dle recentní literatury nejednotný a stále ne zcela jasný. Indikační kritéria a načasování rekonstrukční operace zůstávají nadále kontroverzní, a to zejména pro chybění jak randomizovaných studií, tak větších retrospektivních studií (Gilbert a spol., 2006, Bain a spol., 2009, El-Gammal a spol., 2010, Malessy a Pondaag, 2011, Tse a spol., 2015).

Ačkoliv u všech pacientů bylo provedeno elektromyografické a zobrazovací vyšetření, konečné rozhodnutí o operaci bylo založeno na klinickém vyšetření hybnosti horní končetiny. Předoperační i intraoperační elektrofyzilogické vyšetření je v porovnání s traumatickým poraněním brachiálního plexu dospělých považováno za příliš optimistické a jeho výtěžnost je menší (König a spol., 2006, Pondaag a spol., 2008). CT perimyelografie je považována za metodu volby k průkazu avulze míšních kořenů s diagnostickou přesností 85 % (Carvalho a spol., 1997). V současné době není prokázáno lepší zobrazení poranění odstupujícího kořene z míchy pomocí MRI vyšetření (Steens a spol., 2011).

Cílem rekonstrukční operace v případě horního typu je obnovení flexe v lokti, abdukce a zevní rotace v rameni. Horní trunkus představuje při porodním poranění nejvíce zranitelnou část plexu. Při současném poranění dolních elementů je jeho poranění závažnější a i výsledky operace mají tendenci být horší (Birch a spol., 2005). Po statistické analýze jsou výsledky uváděné operační strategie u obou skupin podobné, s výjimkou úspěšnosti supinace, tento rozdíl ale není statisticky signifikantní.

Celková úspěšnost reinervace abdukce ramene a flexe lokte je jak v prezentované studii, tak v množství publikovaných sérií dobrá (Gilbert a spol., 2006, Vekris a spol., 2008, El-Gammal a spol., 2010, Malessy a Pondaag, 2011, Tse a spol., 2015).



Graf 3. Srovnání úspěšnosti operace u skupiny 1 a skupiny

V kontrastu výsledky obnovení zevní rotace v rameni jsou slabé, úspěšné reinervace bylo dosaženo u 50 % pacientů ve skupině 1 a u 25% ve skupině 2. Pondaag a spol. (2005) v sérii 86 operovaných pacientů popisují, že pouze 20 % dosáhlo pravé glenohumerální zevní rotace více jak 20 stupňů. El-Gammal a spol. (2010) dosáhli úspěšnosti 34 % a 54% po doplnění o šlachovou transpozici. Není rozdílu ve výsledné zevní rotaci mezi rekonstrukcí z kořene C5 pomocí štěpů a neurotizací z ramus externus n. accesorius (Tse a spol., 2011).

V případě pozdní prezentace může být obnovení hybnosti ramene a lokte provedeno pomocí distální neurotizace. Gilbert a spol. (2006) argumentují, že pokud jsou dostupné kořeny k neurotizaci, je taková rekonstrukce upřednostňována a techniky distální neurotizace ponechány v záloze pro případné pozdější užití. Použití pektorálních nervů bylo popsáno s dobrými výsledky (Blaauw a Slooff, 2003, Wellons a spol., 2009). Neurotizace pomocí motorické větve n. radialis pro m. triceps brachii je bezpečná a efektivní metoda. Funkční oslabení tricepsu při použití jedné větve je zanedbatelné, zbývající dvě hlavy tricepsu výpadek kompenzují (McRae a Borschel, 2012). V případě

vodivého neuromu v kontinuitě jsou dokumentovány lepší dlouhodobé výsledky po resekci neuromu a mikrochirurgické rekonstrukci pomocí štěpů v porovnání s prostou neurolyzou (Lin a spol., 2009).

Cílem operace u kompletního poranění plexu je obnovení funkce ruky a zajištění schopnosti používat postiženou ruku v bimanuálních činnostech. Bimanuální provádění běžných činností vyžaduje silnou flexi prstů v kombinaci s dobrou flexí lokte (Krumlinde-Sundholm a spol., 2007). Pohyb ruky je proto zásadní, jinak je maximální využití končetiny jako háku (Pondaag a Malessy, 2006). Úspěšnost reinervace ruky je závislá na věku pacienta v době operace – čím dříve je operace provedena, tím lepšího výsledku je dosaženo (Terzis a Kokkalis, 2008). V prezentované sérii dosáhla úspěšnost obnovení užitečné hybnosti ruky 87 %. Výsledky publikovaných studií je obtížné interpretovat díky různorodosti hodnotících metod a použitých skórovacích systémů. Po 8 let letech od operace a řadě šlachových přenosů se Gilbertovi a spol. (2006) podařilo dosáhnout 76% úspěšnosti v dosud nejrozsáhlejším souboru dětských pacientů; poukazují na fakt že reinervace ruky je velmi pomalá. Úspěšnost v dalších publikovaných studiích je 69–93% (Birch a spol. 2005, Pondaag a Malessy, 2006).

Od použití ETS anastomózy bylo většinou autorů upuštěno pro špatné výsledky (Pondaag a Gilbert, 2008). V prezentovaném souboru operovaných dětí byla tato technika použita ve dvou případech s překvapivě dobrým výsledkem, který lze přisuzovat výhradně ETS anastomóze. U obou pacientů byla provedena perineurální laterální sutura po vytvoření perineurálního okna. Používáme této techniky jako standardu, neboť byla na experimentálních modelech prokázáno, že úspěšnost takové sutury je vysoká a zároveň nebyly po vytvoření perineurálního okna nalezeny známky denervace na dárcovském nervu (Haninec a spol., 2007). Podobně u žádného z pacientů v tomto souboru nebo v recentně publikované studii u dospělých pacientů nevznikl funkční deficit na straně dárcovského kořene (Haninec a spol., 2013). Výhodou ETS anastomózy proti klasické neurotizaci je, že není potřeba obětovat při rekonstrukci jiný nerv. Jednou z možností, jak v budoucnu

zlepšit klinické využití této techniky, je použití růstových faktorů k podpoře reinervace (Haninec a spol., 2012).

Jako nejčastější komplikací operace je udáváno poranění n. phrenicus v 6,4 %, náhodná extubace během operace v 3,9 %, infekce v ráně v 2,3 %, pneumothorax při disekci dolních kořenů v 1,7 % a chylothorax způsobený poraněním ductus thoracicus v 0,6 % (La Scala a spol.,2003). V našem souboru operovaných pacientů se nevyskytly žádné operační ani pooperační komplikace s výjimkou přechodné subfebrilie.

6. ZÁVĚR

I přes pokroky v porodnictví je incidence tohoto poranění poměrně stabilní. Funkce horní končetiny se u většiny dětí spontánně upraví, ale přesto zůstává část dětí s těžkým reziduálním deficitem vhodným k neurochirurgické revizi. Časnou neurochirurgickou rekonstrukcí lze dosáhnout významného zlepšení hybnosti u dětí s porodní parézou brachiálního plexu včetně obnovení hybnosti ruky.

Základem správné indikace a konečného rozhodnutí o operaci je klinické vyšetření. To je na rozdíl od dospělých pacientů u nespolupracujícího dítěte obtížné a hodnocení hybnosti a svalové síly je pomocí běžně používaných stupnic nevhodné. Jako nejužitečnější se zdá být škála AMS, které je schopná jednoduchým sledováním dítěte rozlišit i malé změny v pohybu.

Elektrofyzilogické vyšetření používané u poúrazových stavů dospělých k objektivizaci stupně poškození nervu je u dětských pacientů s unikátní regenerační schopností velice omezené. Výsledky jak předoperačního tak i intraoperačního elektrofyziologického vyšetření jsou příliš optimistické a neodpovídají kvalitě výsledné reinervace. CT perimyelografie je považována za metodu volby k průkazu avulze míšních kořenů. V současné době není prokázáno lepší zobrazení poranění odstupujícího kořene z míchy pomocí MRI vyšetření. Detekce avulze kořenů neovlivňuje pouze rozhodnutí pro operaci, ale zásadně ovlivňuje také operační strategii.

Distální neurotizační techniky získaly popularitu v léčbě traumatického poranění plexu dospělých a mnoho těchto technik je používáno i v léčbě porodního poranění plexu, jejich přesná role musí být ale teprve definována.

Maximální reinervační potenciál lze využít kombinací operačních technik, jak rekonstrukce pomocí štěpů, tak distálních neurotizačních technik.

7. SEZNAM VYBRANÉ LITERATURY

1. 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.
2. Belzberg AJ, Dorsi MJ, Storm PB, Moriarity JL. *Surgical repair of brachial plexus injury: A multinational survey of experienced peripheral nerve surgeons*. Journal of Neurosurgery. 2004; 101 (3), pp. 365-376.
3. Birch R, Ahad N, Kono H, Smith S. *Repair of obstetric brachial plexus palsy: results in 100 children*. J Bone Joint Surg. 2005; (Br) 87(8):1089–1095.
4. Blaauw G, Slooff ACJ, Huang JH, Zager EL, Kliot M, Kline DG. *Transfer of pectoral nerves to the musculocutaneous nerve in obstetric upper brachial plexus palsy*. Neurosurgery. 2003; 53 (2), pp. 338-342.
5. Carvalho GA, Nikkhah G, Matthies C, Penkert G, Samii M. *Diagnosis of root avulsions in traumatic brachial plexus injuries: Value of computerized tomography myelography and magnetic resonance imaging*. Journal of Neurosurgery. 1997; 86 (1), pp. 69-76.
6. Curtis C, Stephens D, Clarke HM, Andrews D. *The active movement scale: An evaluative tool for infants with obstetrical brachial plexus palsy*. Journal of Hand Surgery. 2002; 27 (3), pp. 470-478.
7. El-Gammal TA, El-Sayed A, Kotb MM, Ragheb YF, Saleh WR, Elnakeeb RM, El-Sayed Semaya A. *Total obstetric brachial plexus palsy: results and strategy of microsurgical reconstruction*. Microsurgery. 2010; 30(3): 169–178.
8. Geuna S, Papalia I, Tos P. *End-to-side (terminolateral) nerve regeneration: a challenge for neuroscientists coming from an intriguing nerve repair concept*. Brain Res Rev. 2006; 52(2):381-388.
9. Gilbert A, Pivato G, Kheiralla T. *Long-term results of primary repair of brachial plexus lesions in children*. Microsurgery. 2006; 26(4): 334–342.
10. Haninec P, Šámal F, Tomáš R, Houšťava L, Dubový P. *Direct repair (nerve grafting), neurotization, and end-to-side neurorrhaphy in the treatment of brachial plexus injury*. J Neurosurg. 2007; 106(3):391-399.
11. Haninec P, Kaiser R, Bobek V, Dubový P. *Enhancement of musculocutaneous nerve reinnervation after vascular endothelial growth factor (VEGF) gene therapy*. BMC Neuroscience. 2012; 13 (1), art. no. 57.
12. Haninec P, Mencl L, Kaiser R. *End-to-side neurorrhaphy in brachial plexus reconstruction*. Journal of Neurosurgery. 2013; 119 (3), pp. 689-694.
13. Krumlinde-Sundholm L, Holmefur M, Kottorp A, Eliasson AC. *The Assisting Hand Assessment: Current evidence of validity, reliability, and responsiveness to change*. Developmental Medicine and Child Neurology. 2007; 49 (4), pp. 259-264.

14. König, R.W., Antoniadis, G., Börm, W., Richter, H.-P., Kretschmer, T. *Role of intraoperative neurophysiology in primary surgery for obstetrical brachial plexus palsy*. Child's Nervous System. 2006; 22 (7), pp. 710-714.
15. La Scala GC, Rice SB, Clarke HM. *Complications of microsurgical reconstruction of obstetrical brachial plexus palsy*. Plastic and Reconstructive Surgery. 2003; 111 (4), pp. 1383-1388.
16. Ladak A, Morhart M, O'Grady K, Wong JN, Chan KM, Watt MJ, Olson JL. *Distal nerve transfers are effective in treating patients with upper trunk obstetrical brachial plexus injuries: An early experience*. Plastic and Reconstructive Surgery. 2013; 132 (6), pp. 985e-992e.
17. Lin H, Hou C, Chen D. *Contralateral C7 transfer for the treatment of upper obstetrical brachial plexus palsy*. Pediatric Surgery International. 2011; 27 (9), pp. 997-1001.
18. Malessy MJA. *Electromyography, nerve action potential, and compound motor action potentials in obstetric brachial plexus lesions: Validation in the absence of a "gold standard"*. Neurosurgery. 2009; 65(SUPPL. 4): A153-A159.
19. McRae MC, Borschel GH. *Transfer of triceps motor branches of the radial nerve to the axillary nerve with or without other nerve transfers provides antigavity shoulder abduction in pediatric brachial plexus injury*. Hand. 2012; 7 (2), pp. 186-190.
20. Mencl L, Waldauf P, Haninec P. *Results of nerve reconstructions in treatment of obstetrical brachial plexus injuries*. Acta Neurochirurgica. 2015; 157 (4), pp. 673-680.
21. Pondaag W, Gilbert A. *Results of end-to-side nerve coaptation in severe obstetric brachial plexus lesions*. Neurosurgery. 2008; Mar 62(3): 656-663.
22. Pondaag W, Malessy MJA. *Recovery of hand function following nerve grafting and transfer in obstetric brachial plexus lesions*. Journal of Neurosurgery. 2006; 105 Pediatrics (suppl. 1), pp. 33-40.
23. Steens SCA, Pondaag W, Malessy MJA, Verbist BM. *Obstetric brachial plexus lesions: CT myelography*. Radiology. 2011; 259 (2), pp. 508-515.
24. Tse R, Kozin SH, Malessy MJ, Clarke HM. *International federation of societies for surgery of the Hand Committee report: The role of nerve transfers in the treatment of neonatal brachial plexus palsy*. Journal of Hand Surgery. 2015; 40 (6), pp. 1246-1259.
25. Vredeveld JW, Blaauw G, Slooff BACJ, Richards R, Rozeman SCAM. *The findings in paediatric obstetric brachial palsy differ from those in older patients: A suggested explanation*. Developmental Medicine and Child Neurology. 2000; 42 (3), pp. 158-161.
26. Wellons III JC, Tubbs RS, Pugh JA, Bradley NJ, Law CR, Grabb PA. *Medial pectoral nerve to musculocutaneous nerve neurotization for the treatment of persistent birth-related brachial plexus palsy: An 11-year institutional experience*. Journal of Neurosurgery: Pediatrics. 2009; 3 (5), pp. 348-353.

SEZNAM PUBLIKACÍ

Publikace se vztahem k dizertaci – s IF

1. Mencl L, Waldauf P, Haninec P. Results of nerve reconstructions in treatment of obstetrical brachial plexus injuries (2015) *Acta Neurochirurgica*, 157 (4), pp. 673-680. **IF 1,79**
2. Haninec, P, Kaiser R, Mencl L, Waldauf P. Usefulness of screening tools in the evaluation of long-term effectiveness of DREZ lesioning in the treatment of neuropathic pain after brachial plexus injury (2014) *BMC Neurology*, 14 (1), art. no. 225 **IF 2,49**
3. Kaiser R, Mencl L, Haninec P. Injuries associated with serious brachial plexus involvement in polytrauma among patients requiring surgical repair (2014) *Injury*, 45 (1), pp. 223-226. **IF 2,46**
4. Haninec P, Mencl L, Kaiser R. End-to-side neurorrhaphy in brachial plexus reconstruction (2013) *Journal of Neurosurgery*, 119 (3), pp. 689-694. **IF 3,15**
5. Haninec P, Mencl L, Bačinský P, Kaiser R. Serious axillary nerve injury caused by subscapular artery compression resulting from use of backpacks (2013) *Journal of Neurol Surg , Part A* 74, pp. e225-e228. **IF 0,49**
6. Kaiser R, Houšťava L, Mencl L, Brzezny R, Haninec P. Operační léčba poranění peroneálního nervu. *Cesk Slov Neurol N.* 2011; 74/107(2): 187 - 190. **IF 0,393**

Publikace se vztahem k dizertaci – bez IF

7. Haninec P, Kaiser R, Brzezny R, Mencl L. Chirurgická léčba porodní parézy brachiálního plexu. Neonatol Listy.2011; 17(1):3-8.

Publikace bez vztahu k dizertaci – s IF

8. Stetkarova I, Brabec K, Mencl L., Intrathecal baclofen in spinal spasticity: frequency and severity of withdrawal syndrome. Pain Physician 2015 (v tisku) **IF 3,54**
9. Widimský P, Mořovská Z, Havlůj L, Ondráková M, Bartoška R, Bittner L, Dušek L, Džupa V, Knot J, Krbec M, Mencl L, Pachel J, Grill R, Haninec P, Waldauf P, Gürlich R. Perioperative cardiovascular complications versus perioperative bleeding in consecutive patients with known cardiac disease undergoing non-cardiac surgery. (2014) Netherlands Heart Journal, 22 (9), pp. 372-379. **IF 2,26**
10. Kaiser R, Mencl L, Haninec P. Lehké mozkové poranění: intrakraniální komplikace a indikační kritéria pro CT vyšetření. Cesk Slov Neurol N. 2011; 74/107(3): 330 - 334. **IF 0,393**
11. Kaiser R, Houšťava L, Mencl L, Haninec P. Organizovaný chronický subdurální hematom. Cesk Slov Neurol N. 2011; 74/107(3): 353 – 356. **IF 0,393**
12. Kaiser R, Mencl L, Haninec P. Lehké mozkové poranění: intrakraniální komplikace a indikační kritéria pro CT vyšetření. Cesk Slov Neurol N. 2011; 74/107(3): 330 - 334. **IF 0,393**

13. Kaiser R, Houšťava L, Mencl L, Haninec P. Organizovaný chronický subdurální hematom. *Cesk Slov Neurol N.* 2011; 74/107(3): 353 – 356. **IF 0,393**

Kapitoly v knihách

Haninec P, Mencl L. Neurochirurgická léčba spasticity. In: Šetkářová I, Ehler E, Jech R. Spasticita a její léčba. Praha, 2012