

Univerzita Palackého v Olomouci  
Fakulta tělesné kultury

FYZIOTERAPIE PO REKONSTRUKČNÍCH VÝKONECH NA PLEXUS  
BRACHIALIS

Diplomová práce  
(Bakalářská)

Autor: Petra Říhová, obor fyzioterapie

Vedoucí práce: Mgr. Josef Urban

Olomouc 2018

**Jméno a příjmení autora:** Petra Říhová

**Název diplomové práce:** Fyzioterapie po rekonstrukčních výkonech na plexus brachialis

**Pracoviště:** Katedra fyzioterapie

**Vedoucí diplomové práce:** Mgr. Josef Urban

**Rok obhajoby diplomové práce:** 2018

**Abstrakt:** Cílem práce je zpracovat problematiku poranění brachiálního plexu a léčebných možností po chirurgických výkonech s důrazem na fyzioterapeutické postupy v rámci komprehensivní terapie.

**Klíčová slova:** brachiální plexus, avulze, periferní paréza

Souhlasím s půjčováním diplomové práce v rámci knihovních služeb.

**Author's first name and surname:** Petra Říhová

**Title of the master thesis:** Physiotherapy after Reconstructive Procedures on the Plexus Brachialis

**Department:** Department of Physiotherapy

**Supervisor:** Mgr. Josef Urban

**The year of presentation:** 2018

**Abstract:** The aim of the thesis is to elaborate the problems of brachial plexus injuries and treatment options after surgical procedures with an emphasis on physiotherapeutic methods within comprehensive therapy.

**Keywords:** brachial plexus, avulsion, peripheral paresis

I agree the master thesis to be lent within the library service.

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracovala samostatně pod vedením Mgr. Josefa Urbana, uvedla všechny použité literární a odborné zdroje a dodržovala zásady vědecké etiky.

V Olomouci dne 13. 4. 2018

.....

Děkuji Mgr. Josefu Urbanovi za podporu a cenné rady při vedení bakalářské práce a zároveň děkuji své rodině za podporu. Dále bych chtěla poděkovat pacientovi L.A. za ochotu, spolupráci a trpělivost.

## Obsah

1 ÚVOD .....	10
2 CÍL PRÁCE.....	11
3 ANATOMIE NERVOVÉHO SYSTÉMU .....	12
3.1 Periferní nervový systém.....	13
3.2 Míšňní nervy.....	13
4 PORANĚNÍ PERIFERNÍCH NERVŮ .....	16
4.1 Mononeuropatie a polyneuropatie .....	16
4.2 Poranění nervů dle Seddona .....	17
4.3 Poranění nervů dle Sunderlanda.....	18
4.4 Reakce na poškození periferního nervu: .....	18
4.5 Klinické příznaky poruchy periferních nervů .....	19
5 PLEXUS BRACHIALIS .....	20
5.1 Paréza plexus brachialis .....	21
5.2 Popis a postižení jednotlivých nervů.....	23
5.2.1 Nervus axillaris.....	23
5.2.2 Nervus suprascapularis.....	24
5.2.3 Nervus dorsalis scapulae .....	25
5.2.4 Nervus thoracicus longus .....	26
5.2.5 Nervus subscapularis.....	26
5.2.6 Nervus thoracodorsalis .....	27
5.2.7 Nervus subclavius.....	27
5.2.8 Nervus pectoralis medialis et lateralis.....	27
5.2.9 Nervus musculocutaneus .....	28
5.2.10 Nervus cutaneus antebrachii medialis .....	28
5.2.11 Nervus cutaneus brachii medialis.....	29
5.2.12 Nervus radialis.....	29

5.2.13 Nervus medianus .....	33
5.2.14 Nervus ulnaris.....	39
6 DIAGNOSTIKA .....	43
6.1 Anamnéza.....	43
6.2 Klinické vyšetření.....	44
6.3 Zobrazovací metody .....	45
7 CHIRURGICKÁ LÉČBA .....	47
7.1 Načasování operačního výkonu.....	47
7.2 Operace.....	48
7.3 Pooperační postupy a výsledky .....	49
8 FYZIOTERAPIE.....	50
8.1 Rehabilitace dle závažnosti poranění .....	50
8.2 Rehabilitace před operačním výkonem .....	50
8.3 Rehabilitace po rekonstrukčním chirurgickém výkonu.....	51
8.4 Preventivní opatření .....	51
8.5 Analytické cvičení .....	51
8.6 Proprioceptivní neuromuskulární facilitace .....	52
8.7 Vojtova metoda .....	52
8.8 Senzorická stimulace a reedukace.....	52
8.9 Prevence kontraktur.....	53
8.10 Fyzikální terapie .....	53
8.10.1 Elektrodiagnostika.....	53
8.10.2 Elektrostimulace .....	54
9 ERGOTERAPIE.....	56
10 KAZUISTIKA PACIENTA .....	57
10.1 Anamnéza.....	57
10.2 Kineziologický rozbor.....	58

10.3 Neurologické vyšetření.....	58
10.3.1 Reflexy na horních končetinách .....	58
10.3.2 Čítí.....	59
10.3.3 Postižení periferních nervů.....	59
10.4 Svalový test .....	59
10.5 Antropometrie .....	61
10.6 Goniometrie.....	61
11 DISKUZE.....	62
12 ZÁVĚR.....	64
13 SOUHRN.....	65
14 SUMMARY .....	66
15 REFERENČNÍ SEZNAM.....	67



## **PŘEHLED POUŽITÝCH ZKRATEK**

a.– arteria

aj. – a jiné

CNS – centrální nervový systém

CT – výpočetní tomografie

EMG – elektromyografické

IP – interfalangeální

lig. – ligamentum

m. – musculus

MRI – magnetická rezonance

n.,nn.. nervus, nervi

např. – například

PMG – perimyelografie

PNF – proprioceptivní neuromuskulární facilitace

r., rr. – ramus, rami

RTG – rentgenové vyšetření

SKT – syndrom karpálního tunelu

SNAP – senzitivní nervový akční potenciál

tzv. – tak zvané

## 1 ÚVOD

Poranění brachiálního plexu je velice složité a závažné poranění. Dochází k němu nejčastěji následkem dopravních nehod, nebo u komplikovaných porodů. Postihuje především novorozence při protrahovaném porodu, či tlakem kleští a mladé muže po neopatrné jízdě na motorce, nebo po dopravní nehodě, kdy byly ve špatný čas na špatném místě, a vede většinou k těžké invaliditě, čemuž se budu věnovat ve své kazuistice. U poškození tohoto plexu dochází ke kombinaci senzitivních, motorických i autonomních periferních nervů. Přestože je medicína na vysoké úrovni, i dnes je velice obtížné dosáhnout pozitivních výsledků a navrácení pacientů zpět do normálního života. Úspěšnou léčbu doprovází správná indikace k terapii, operace a rehabilitace. Nesmí chybět ani chtíč pacienta, bez kterého žádná léčba nebude stoprocentní.

## **2 CÍL PRÁCE**

Cílem této bakalářské práce je podat souhrn anatomických informací o periferním nervovém systému, brachiálním plexu a jeho poranění. Popsat jednotlivé nervy plexu, jejich postižení a klinický obraz. Shrnout možnou operační léčbu a možnosti rehabilitace, včetně fyzikální terapie a ergoterapie. Součástí práce je i vyšetření pacienta s avulzí brachiálního plexu po rekonstrukční operaci.

### 3 ANATOMIE NERVOVÉHO SYSTÉMU

Základní stavební i funkční jednotkou nervové soustavy je neuron. Je tvořen z buněčného těla, ze kterého vychází výběžek vedoucí vzruchy směrem do buňky – axon. Dále řada menších výběžků vedoucích vzruchy k buňce – dendrity (Ambler, 2011).

Neuron je specializovaná buňka, která je schopná přijmout určité signály a patřičnými signály odpovědět, vést podráždění a vytvářet kontakty s ostatními neurony, receptory, nebo efektory. Receptory se rozumí smyslové senzitivní buňky, efekторы zase svaly a žlázy (Pfeiffer, 2007).

Mimo neurony obsahuje nervový systém gliální buňky. Patří sem astrocyty, podílející se na strukturální podpoře a regulaci metabolismu neuronů a oligodendrocyty, vytvářející myelinovou pochvu kolem axonů CNS (Ambler, 2011).

Ambler (2011) uvádí, že neuron má tři základní funkce. Trofickou, která je vázána na vnitřek buňky, jež je nezbytná pro funkční výkonnost a neporušenost neuronu. Další funkcí je specifická, což je schopnost tvořit a přenášet vzruchy, zároveň je funkcí buněčné membrány. Poslední je funkce sekreční, která spočívá v uvolňování chemických látek – neuroregulátorů, do nichž patří neurotransmitery (acetylcholin, GABA, dopamin, katecholaminy), neuromodulátory (endorfiny, substance P) a neurohormony (vasopresin, angiotensin II).

Činnost nervstva je založena na možnosti předávání vzruchů z jednoho neuronu na další a předávání pokynů z neuronů na výkonné orgány, jako jsou svaly a žlázy. Tento přenos probíhá na místním kontaktu neuronů, zvaném synapse. Předávání vzruchů v synapsích je vždy jednosměrné a probíhá z axonu na další, následující neuron (Čihák, 1997).

Čihák (1997) udává, že synapse má dvojí působení. Chemická, která představuje převažující typ synapsí a funguje prostřednictvím uvolňování mediátoru do synaptické štěrbině, kde je působením této látky vyvolán postsynaptický potenciál a vzruch odtud pokračuje dalším neuronem. Elektrická synapse představuje morfologicky těsný kontakt presynaptické a postsynaptické membrány, jež umožňuje přímý elektrický přenos nervového vzruchu na další neuron.

Při postižení nervového systému lze příznaky obecně dělit na pozitivní (iritační) a negativní (zánikové). Při poškození neuronu může dojít jak k částečnému, tak i k úplnému výpadu funkce, protože dráždivost neuronu je snížena. Vznikají negativní příznaky, jako snížení citlivosti, svalové síly, parézy, aj. Při částečném poškození

neuronu však může být dráždivost i zvýšená, tudíž se vzruchy tvoří i při velmi slabém podráždění, kdy odpovědi bývají pozitivní příznaky, jako například bolest. V mozku a míše neexistuje regenerace. Jestliže dojde k zániku neuronů, jedná se o ireverzibilní stav. Reparace je možná pouze při částečném poškození (Ambler, 2011).

### **3.1 Periferní nervový systém**

Periferní nervový systém tvoří svazky nervových vláken – periferní nervy. Spojují centrální nervový systém s periferií organismu. Dostředivá vlákna přivádějí informace ze zevního i vnitřního prostředí do CNS a odstředivá vlákna vedou podněty k činnosti (Čihák, 1997).

Periferním nervovým systémem se označují mozkomíšní nervy a autonomní nervová vlákna. Mozkomíšní (cerebrospinalní) nervy se dělí na dvě skupiny – míšní a hlavové. Míšní nervy (nervi spinales) vystupují kořenovými vlákny z míchy a opouštějí páteřní kanál skrze foramina intervertebralia. Naopak hlavové nervy vystupují z mozkového kmene (vyjma I. a II. hlavového nervu) a opouštějí dutinu lební otvory na její bázi (Druga, Grim & Smetana, 2013).

Autonomní nervová vlákna vystupují z míchy a mozkového kmene. Do periferie běží v míšních a hlavových nervech. Rozčleňují se na dva systémy. Kraniosakrální systém, funkčně patří do parasympatiku a zde vlákna vystupují z kmene mozkového a ze sakrální míchy (S2-S4). Thorakolumbální systém, který funkčně patří do sympatiku, má vlákna vystupující z hrudní a bederní míchy (Th1-L2) (Druga, Grim & Smetana, 2013).

### **3.2 Míšní nervy**

Člověk má 31 párů míšních nervů. Vystupují kořenovými vlákny z míchy a vstupují do ní, jako kořenová vlákna předních (motorických) a zadních (senzitivních) míšních kořenů, kdy páteřní kanál opouštějí prostřednictvím foramina intervertebralia. V míšních nervech jsou obsažena autonomní nervová vlákna, kdy C8-L3 jsou vlákna sympatická, u sakrálních míšních nervů S2-S4 to jsou vlákna parasympatická (Čihák, 1997).

Dostředivá (sensitivní) nervová vlákna začínají na periferii organismu svými zakončeními – receptory. Exteroreceptory, přijímající signály z vnějšího prostředí, naopak interoreceptory, přijímající signály z vnitřního prostředí organismu. Existují i proprioreceptory, dostávající signály z pohybového aparátu (ze svalů, šlach, kloubních pouzder, fascií a z periostu), které slouží jako informace při řízení pohybu.

V receptorech se podněty mění v nervové vzruchy, které jsou periferním nervem vedeny do buněk spinálního ganglia a z něj axonem do míchy.

Odstředivá (motorická) vlákna, začínající v motoneuronech předních rohů míšních, vystupují předními kořeny míšními a spojují se z jednoho míšního segmentu do míšního nervu.

Somatomotorická vlákna jdou z motoneuronů předních rohů míšních. Visceromotorická z viscerálních motoneuronů postranních míšních rohů a vystupují předními míšními kořeny. Z každého předního a zadního míšního kořene se po spojení stane nerv smíšený, který obsahuje vlákna somatomotorická, visceromotorická, somatosensitivní i viscerosensitivní (Čihák, 1997).

Dle Čiháka (1997) se míšní nervy párově vystupující z intervertebrálních otvorů dělí na:

Nervi cervicales – krční nervy (C1-C8): první vystupuje mezi atlasem a týlní kostí, osmý mezi obratli C7 a Th1

Nervi thoracici – hrudní nervy (Th1-Th12): každý hrudní nerv vystupuje pod příslušným obratlem, pod kterým vystupují

Nervi lumbales – bederní nervy (L1-L5): každý bederní nerv má taktéž číslo shodné s číslem obratle, pod kterým vystupuje

Nervi sacrales – křížové nervy (S1-S5): vystupují z otvorů na přední i zadní straně kosti křížové, S5 vystupuje z hiatus sacralis

Nervus coccygeus – kostrční nerv (Co): nerv vystupuje taktéž z hiatus sacralis

Většina periferních nervů vzniká tak, že nervové kořeny, spojující se při výstupu z míchy v příslušný míšní nerv, se dále propojují v plexy, z nichž se posléze vytvářejí periferní nervy. Po výstupu z foramen intervertebrale se každý míšní nerv dělí typickým způsobem na čtyři větve:

- Ramus meningicus, který se vrací zpět do páteřního kanálu skrze foramen intervertebrale. Obsahuje vlákna senzitivní i autonomní, tudíž je možným zdrojem bolestivého vnímání, například při větším prolapsu meziobratlové ploténky. Dělí se na vzestupnou a sestupnou větev a senzitivně inervuje tvrdou plenu míšní, periost obratlů, meziobratlové ploténky a vazy páteře. Vlákna z C1-C3 vstupují do zadní jámy lebeční a inervují i tvrdou plenu mozkovou. Sympaticky poté inervují cévy míchy a tvrdé pleny míšní.

- Ramus communicans albus, jdoucí do paravertebrálních vegetativních ganglií, obsahuje myelinisovaná vlákna visceromotorických neuronů, které leží v nucleus intermediolateralis postranních rohů míšních a jsou přítomny v nervech Th1-L2, oddělují se z míšního nervu a vstupují jako pregangliová vlákna do ganglia truncus sympathicus, vlákna jsou pak v gangliu přepojena na další neuron, který jde zpět jako ramus communicans griseus

- Ramus communicans griseus vede nemyelinisovaná postgangliová vlákna z ganglia kmene sympatiku do míšního nervu. Tato vlákna jsou rozvedena do míšních nervů C1-S5 a po vstupu do míšního nervu tato autonomní vlákna provázejí všechny větve příslušného míšního nervu, vedou skrze plexus a z plexu se přidávají k vlastním periferním nervům. Inervují potní žlázy, cévy a hladkou svalovinu v kůži.

- Ramus dorsalis, který se ještě ve foramen intervertebrale oddělí od ramus ventralis a stáčí se dozadu do zádového svalstva a na kůži podél páteře, kde končí. Obsahuje motorická, sensitivní i autonomní vlákna. Tyto větve zachovávají segmentovou úpravu a netvoří pleteně.

- Rami ventrales pokračují dále do periferie v prodloužení kmene nervu, jedná se o nejsilnější větev, obsahuje stejně jako ramus dorzalis motorická, sensitivní a autonomní vlákna. Rami ventrales jdou stejně jako typické periferní nervy jen z 12 párů hrudních nervů. Rami ventrales krčních, bederních a křížových nervů, stejně i kostrčního, se navzájem propojují a vytváří plexus, ze kterého vystupují vlastní periferní nervy jdoucí na periferii. Plexus cervicalis, který propojuje rami ventrales nervů C1-C4, plexus brachialis propojující C4-Th1, plexus lumbalis Th12-L4, plexus sacralis L4, L5, S1-S5 a Co (Čihák, 1997; Pfeiffer, 2007).

## 4 PORANĚNÍ PERIFERNÍCH NERVŮ

Nervová vlákna mohou být myelinizovaná (silnější somatická a pregangliová autonomní), nebo nemyelinizovaná (tenká somatická a postgangliová). Axony jsou obaleny endoneuriem, tvořeném jemnou podpůrnou tkání. Dále se axony spojují do fascikulů, které jsou obaleny nepravidelně spleteným vazivem - perineuriem. Celý nerv vzniká spojením většího počtu fascikulů, které obaluje vazivové epineurium a tvoří zevní pouzdro nervu. Okolí nervu tvoří vazivová tkáň, obsahující důležité nutriční cévy (vasa nervorum). Periferní nervy mohou být čistě motorické, senzitivní, ale nejčastěji se vyskytují nervy smíšené (Ambler, 2001; Čihák, 1997).

Poruchy periferních nervů jsou součástí neuromuskulárních poruch, což znamená poruchu motorické jednotky, senzitivních i autonomních periferních nervů. Poruchy neurogenní, kam patří léze nervových struktur (předních rohů míšních) a vlastní neuropatie – postižení motorických, senzitivních a autonomních vláken. Myogenní myopatie zahrnující svalové poruchy a poruchy nervosvalového přenosu (Ambler, 2011).

### 4.1 Mononeuropatie a polyneuropatie

Obecně se poranění nervů nazývá neuropatie. Dělí se na mononeuropatie, kdy je postižen pouze jeden periferní nerv, případně nerv mozkový a polyneuropatie, kde je postižení vícečetné (Ambler, 2013).

Kadaňka (2010) uvádí, že neuropatie lze dělit kromě uvedeného dále na mononeuropatia multiplex, což znamená vícečetné lokální asymetrické postižení několika nervů, kdy polyneuropatie je termín k označení difúzního symetrického postižení periferního nervstva. Pro léze plexu lze je používán termín plexopatie, pro léze kořenů zase radikulopatie.

Dle poměru postižení jednotlivých vláken dělíme neuropatie na smíšené senzomotorické, převážně senzitivní, převážně motorické a převážně autonomní. Podle časového průběhu můžeme rozlišit akutní neuropatii, která má rozvoj během pár hodin či dnů, subakutní s průběhem v týdnech až měsících a neuropatii chronickou, trvající roky. Příčiny mononeuropatií jsou převážně mechanické, kdy se jedná o traumata. Ty lze dělit na otevřená a uzavřená. Otevřená traumata jsou řezná a tržně zhmožděná poranění, kdy dochází k úplnému nebo částečnému přerušení nervu. U každého otevřeného poškození je nutné testovat funkci nervu. K uzavřeným poraněním může dojít při trakčním poranění, kdy u nadměrného natažení nervu dojde k přetržení části



axonů a zároveň k poškození cévního zásobení. Další možností je komprese nervu, kdy je poškozena především myelinová pochva a druhotně i axony. Při komprimování povrchněji uloženého nervu proti tvrdému podkladu se jedná o kompresi vnější. Naopak vnitřní komprese se vyskytuje u nervu probíhající ve fyziologické, anatomicky predisponované úžině, jedná se tzv. úžinový, nebo tunelový syndrom, na jejichž rozvoji se mohou podílet faktory vaskulární, zánětlivé, traumatické, anatomické, metabolické, iatrogenní, nebo nádorové. Existuje i možnost perioperačních lézí, kdy mezi možné příčiny patří trakce, komprese, ischemie, nebo i přímé trauma. Vzácně se lze setkat s torzí, kdy může jít o torzi celého nervu, nebo jen jednotlivých fasciкулů. Vzniká buď spontánně, nebo v souvislosti s traumatem, avšak nejde pouze o mechanický mechanismus, ale je přítomen i lokální zánět, edém a komprese přilehlých cév. Příčinou polyneuropatií jsou systémové procesy, jako infekce, záněty, imunitní a metabolické poruchy, deficitní stavy, toxické i genetické vlivy. Plexopatie dále označuje poranění cervikálního, brachiálního, nebo lumbosakrálního plexu, kdy příčinou mohou být traumata, maligní procesy, nebo zánětlivé afekce (Ambler, 2011; Ambler, 2013; Jedlička & Keller, et al., 2005; Kadaňka, 2010).

Iatrogenní poškození nervů je méně časté, avšak lze se s tím setkat. Možné příčiny zahrnují přímé poškození nervu během jiné operace, tlak nebo trakce z důvodu polohy končetiny během anestézie, injekce neurotických látek, komprese sekundárním hematomem, obvazky, nebo jiné ortopedické pomůcky (Antoniadis et al., 2014).

#### **4.2 Poranění nervů dle Seddona**

Seddon rozděluje poranění nervů do tří skupin: neurapraxe, axonotmese, neurotmese. Neurapraxe je reverzibilní poškození periferního nervu v jeho průběhu, avšak lehkého stupně. Vzniká přechodným tlakem, nebo fyzickým poškozením, přechodnou hypoxií stlačením vasa nervorum, nebo i chemicky. Axony při něm nejsou porušeny a nedochází k Wallerově degeneraci, ani k fibrilacím. Jedná se např. o „přesezenou“ dolní končetinu, o ztrátu hybnosti a citlivosti prstů při silném prochlazení na mrazu, nebo i o obrnu nervus radialis (tzv. „obrna milenců“). Úprava nastává během několika hodin, dnů, nejpozději však do 6 týdnů. Axonotmese je poškození částečně reverzibilní. Vzniká při delším a silnějším tahu nebo tlaku. Dochází k denervačním svalovým fibrilacím, axony jsou úplně přerušeny, avšak se zachováním podpůrných tkání, především myelinové pochvy. Dochází k celkové periferní degeneraci, ale regenerace nastává spontánně a má vynikající životnost. Nejprve dochází k regeneraci

na úseku axonu, jež je zbaven souvislosti s tělem buňky. Dochází k Wallerově degeneraci, která trvá asi tři týdny. Poté axon začne opět dorůstat rychlostí 1-2 mm za den směrem k cílovému orgánu. Pomocí těchto údajů jsme schopni přibližně vypočítat možný návrat funkce. Axonotmese způsobuje stlačení nervu, nejčastější příčinou jsou fraktury. Poslední a nejzávažnější stupeň poškození je neurotmeze. Jde o situaci, kdy dojde k úplnému přerušení nervu, nebo k vážnému poškození společně s porušením tkáně, kdy je spontánní regenerace bez chirurgické resekce regenerace takřka nemožná. Trakčním poraněním, špatným podáním injekce a ischemií může dojít k tomu porušení (Ambler 2013; Pfeiffer, 2007; Seddon, 1972; Zvěřina & Stejskal, 1979).

### **4.3 Poranění nervů dle Sunderlanda**

Jedná se o používanější klasifikaci. Sunderland dělí neurotmezu na další tři podskupiny. První stupeň odpovídá prvnímu stupni dle Seddona. Axon není přerušen, ale na přechodnou dobu ztrácí svou funkci. Nedochází k Wallerově degeneraci, poškození je reverzibilní. Ke spontánní úpravě dochází během několika hodin až dní, nejpozději však do 2-3 týdnů. Druhý stupeň odpovídá axonotmési, neboli ztrátě kontinuity nervu (axonu) s nepoškozeným endoneuriem. Dochází zde k Wallerově degeneraci. Rychlost regenerace je 1mm/den, avšak návrat funkce je špatný, jestliže doba k návratu funkce je delší než 18 měsíců. Třetí stupeň jakožto neurotmeza I., kdy se jedná o přerušení endoneuria, avšak epineurium i perineurium jsou intaktní. Stupeň čtvrtý (neurotmeza II.) je ztráta kontinuity axonů, endoneuria i perineuria, ale epineurium je intaktní. Pátý stupeň je neurotmeza III. typu, kdy dochází k přerušení celého kmene nervu. Šestý stupeň je používán pro parciální a smíšená poranění a sedmý stupeň, kdy se jedná o iritační léze, které jsou charakteristické přítomností abnormálních motorických i senzitivních fenoménů, které zahrnují různé kombinace projevů, jako např.: svalové záškuby, fascikulace, spazmy, které patří mezi motorické projevy. Mezi projevy sympatiku patří abnormální pocení a vazomotorické poruchy. Senzitivní fenomény zahrnují parestézie, spontánní bolesti a abnormální reakce na teplo a chlad (Ambler, 2013; Náhlovský et al., 2006; Sunderland, 1972).

### **4.4 Reakce na poškození periferního nervu:**

- Wallerova degenerace: vzniká u fokálních lézí periferního neuronu jako reakce na přerušení axonu. Většinou jde o kompletní přerušení axonů i myelinové pochvy, především způsobeno traumaticky. Přerušením spojení s buňkou dochází k rozpadu distální části, oddělené od těla buňky. Dochází k atrofii svalových vláken u

motorických axonů a distálního pahýlu. Ke změnám dohází i proximálně od místa léze. U lehčích poranění dochází k vlastní degeneraci pouze po první Ranvierův zářez, naopak u těžších poranění se může léze šířit i více proximálně.

- Axonální degenerace: vzniká u poškození axonu a axoplazmatického transportu. Dochází k tomu vlivy toxickými, metabolickými, ischemickými, traumatickými, i infekčními. Při přerušení axonů dochází k denervaci příslušných svalových vláken a následným fibrilacím (spontánní výboje).

- Demyelinizace: může být difúzní, fokální, multifokální, nebo segmentální poškození myelinové pochvy. Projevuje se poruchou vedení vzruchu, avšak k denervaci zde nedochází.

- Primární neuronální degenerace: při postižení nervového vlákna, buňky a zároveň i myelinové pochvy může dojít také k dysfunkci periferního nervu (Ambler, 2011; Ambler, 2013; Seddon, 1972).

#### **4.5 Klinické příznaky poruchy periferních nervů**

Mezi základní příznaky poruchy periferního neuronu patří areflexie, snížení až ztráta hybnosti, hypotrofie, hypotonie, přítomny fascikulace, porucha elektrické dráždivosti a elektromyografického záznamu, porucha čítí (Opavský, 2003; Pfeiffer 2007).

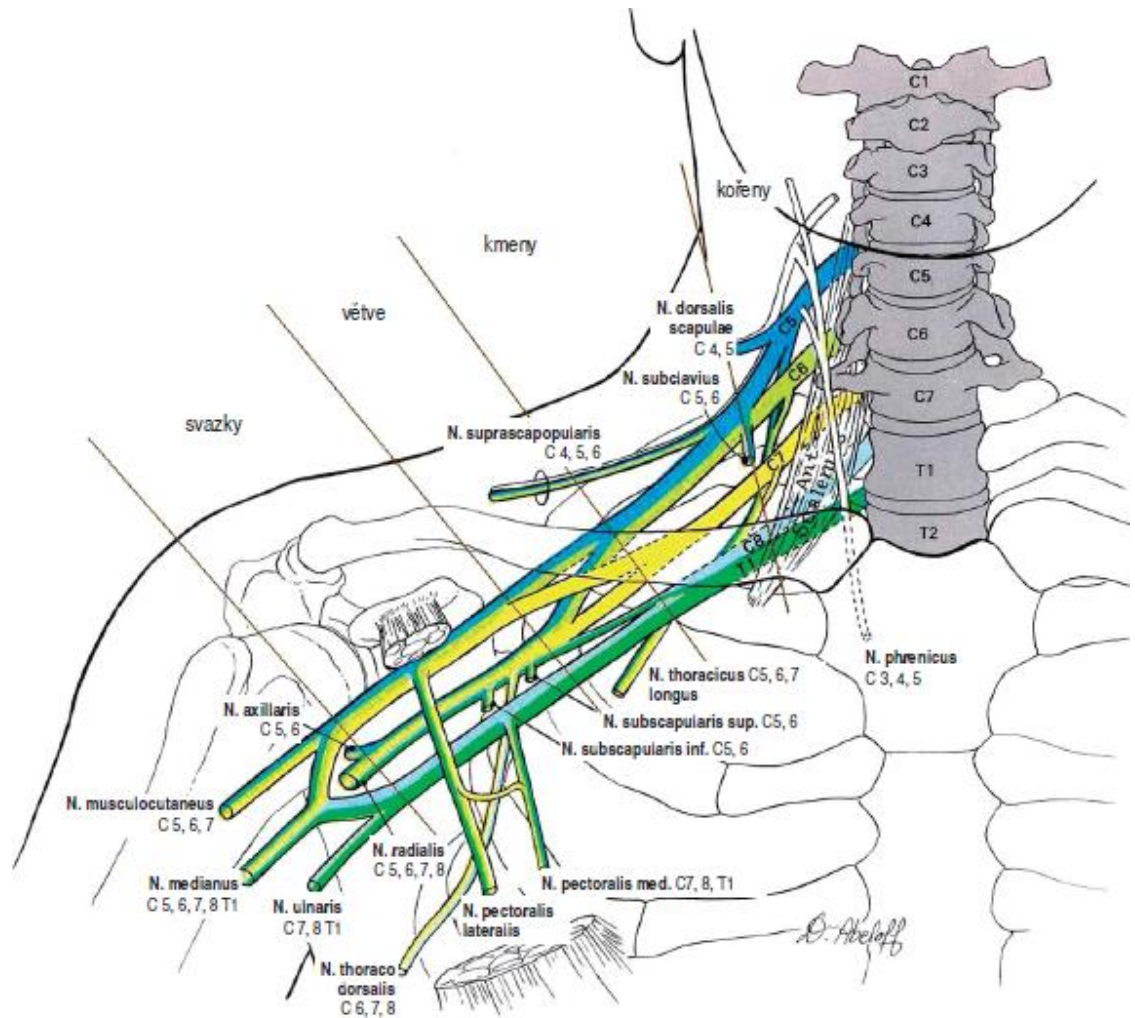
## 5 PLEXUS BRACHIALIS

Plexus brachialis je anatomicky i funkčně velmi složitý. Tvoří jej rami ventrales míšních nervů (C5-Th1). Vlastní plexus je tvořen třemi primárními svazky – trunci, šesti větvemi – divize, třemi fascikly a čtrnácti nervy (Ambler, 2013).

Brachiální plexus (Obrázek 1) vzniká nejdříve tak, že vzniknou tři primární svazky – trunci plexus brachialis, které vystupují z fisura scalenorum nad arteria subclavia a spolu s ní pokračují laterokaudálně do axily. Truncus superior, který vzniká spojením C4, C5 a C6. Truncus medius, kam spadá přední větev míšního nervu C7 a truncus inferior spojením C8 a Th1. Dorzální větve těchto trunků jsou určeny pro svaly provádějící extenzi, naopak ventrální větve jsou určeny pro flexi. Každý primární svazek se rozdělí v přední a zadní větev, jejichž spojením vznikají svazky sekundární – fascikuli plexus brachialis, které postupně obstupují kmen arteria axillaris a ze kterých vycházejí vlastní periferní nervy. Fascikulus lateralis, což je zadní svazek, uložený laterálně od a. axillaris, se dělí na n. musculocutaneus (C5-C7) a radix lateralis nervi mediani (C7-C7 - horní raménko pro n. medianus). Fascikulus medialis je vnitřní sekundární svazek a je uložen mediálně od a. axillaris. Je pokračováním primárního svazku – truncus inferior. Vznikají z něj radix medialis nervi mediani (C8-Th1 - dolní raménko pro nervus medianus), spojením horního a dolního raménka z fasciculus lateralis et medialis vznikne silný nerv - n. medianus. Z mediálního fasciklu se dále oddělují n. cutaneus brachii medialis (Th1), n. cutaneus antebrachii medialis (C8). Tento fasciculus dále pokračuje jako n. ulnaris (C8-Th1). Poslední fasciculus posterior vzniká spojením zadních větví všech primárních svazků a probíhá za kmenem a. axillaris. Vzniká z něj n. axillaris (C5-C7) a n. radialis C5-Th1 (Čihák, 1997; Pára, Matulová & Schreiber, 1998; Pfeiffer, 2007).

Z funkčního hlediska, i podle vztahu ke klíčku rozdělujeme plexus na dvě části. Pars supraclavicularis je část obsahující kořeny a primární svazky. Plexus si zde udržuje segmentální uspořádání, které odpovídá příslušným myotomům a dermatomům. Je to zdroj nervů pro spinohumerální, thorakohumerální svaly a pro svalstvo lopatky. Tyto nervy jsou motorické, ale obsahují i sensitivní propiocepční vlákna. Patří sem nervus dorsalis scapulae, n. suprascapularis, n. thoracicus longus, n. thoracodorsalis, nn. subscapulares, které patří do dorzální skupiny nervů. Do ventrální skupiny patří nervus subclavius a nervus pectoralis medialis et lateralis. Druhá část, pars infraclavicularis obsahuje sekundární svazky a plexus ztrácí své segmentální uspořádání. V této části jsou vytvořené fasciculi plexus brachialis, ze kterých vystupují:

nervus musculocutaneus, n. medianus, n. ulnaris, n. cutaneus brachii medialis, n. cutaneus antebrachii medialis, n. axillaris a n. radialis (Ambler, 2013; Čihák, 1997).



Obrázek 1. Brachiální plexus (Rizdoň, 2008).

### 5.1 Paréza plexus brachialis

Poškození brachiálního plexu patří mezi nejčastější a nejzávažnější nervová poranění na horní končetině, vedoucí k výraznému poškození funkce. Dochází nejen ke ztrátě motorické funkce končetiny, ale taková poranění ovlivňují život pacientů i z pohledu ekonomického a psychosociálního (Prasad et al., 2013).

Příčinou paréz na tomto plexu jsou nejčastěji traumata. Samostatnou jednotkou je uzavřené supraklavikulární poranění, při kterém dochází trakčním mechanismem k vytržení jednoho či více kořenů (avulze kořene) z míchy. Dochází k tomu při nárazu na rameno, nebo tahem za končetinu. Trakčním mechanismem může dojít k izolovanému poranění kořenů, poranění distální části plexu nebo i k jejich kombinaci. Podobně může trakcí dojít ke vzniku poporodní parézy při problematických porodech.

Dále k poranění může dojít rovněž při luxacích ramenního kloubu a dislokujících zlomeninách v oblasti ramenního kloubu, kdy může dojít k poranění plexu mechanismem trakce, nebo přímým zhmožděním. Tlakem může být přímo zhmožděn plexus například při dislokujících zlomeninách klíční kosti. Plexus může být poškozen i nádorovou infiltrací, nebo iatrogeně během jiné operace, kdy je horní končetina umístěna dlouhou dobu v hyperabdukci. Vzácně dochází k útlaku plexu u thoracic outlet syndromu (syndrom horní hrudní apertury). Syndrom ramenního pletence, krčního žebra a skalenový syndrom představují poměrně vzácnou jednotku, kdy může docházet k útlaku brachiálního plexu. Vazivový pruh mezi prvním žebrem a příčným výběžkem C7 je často hypertrofický a může komprimovat brachiální plexus a arteria subclavia. V tomto případě se poškodí dolní svazek s vlákny C8-Th1 (Jedlička & Keller, et al., 2005; Kadaňka, 2010; Kolář et al., 2012; Matulová, Pára, Vaňásková & Schreiber, 1998).

Rozlišujeme léze kompletní a inkompletní. Při kompletní lézi brachiálního plexu vzniká chabá plegie horní končetiny. Je porušena motorická i senzitivní funkce všech nervů vycházejících z toho plexu. Zůstává jen schopnost elevace ramene ze zachovalého dvanáctého hlavového nervu (n. accesorius), který inervuje m. trapezius. Čítí je porušeno po celé ploše končetiny vyjma vnitřní a zadní strany paže v inervační oblasti n. intercostobrachialis (Th2-3), vedoucí mimo plexus brachialis. Nejčastější příčinou bývá dopravní nehoda při jízdě na motorce s následným tvrdým nárazem, např. na sloup, popřípadě různá válečná poranění. Inkompletní léze dělíme na supraklavikulární a infraklavikulární.

- Supraklavikulární poranění se vyskytují nejčastěji. Ty se dále dělí dle klinického nálezu na horní, střední a dolní typ parézy. Lze sem zahrnout i již zmíněnou kompletní lézi. Horní typ odpovídá segmentům C5-C6 a jedná se o postižení horního primárního svazku. Dochází k motorické lézi v oblasti ramene, částečně paže, kdy motorika vlastní ruky je zcela v pořádku. Tento typ lze charakterizovat jako „dobrá ruka na ochrnutém rameni a paži“. Čítí je porušeno v dermatomech C5,6. Je zde postižena abdukce paže, zevní rotace v rameni a flexe v lokti. Střední typ je poranění v segmentu C7 a vyskytuje se velmi zřídka. Většinou bývá přidružený poranění horního nebo dolního typu. Samostatně se jedná o neschopnost provést pohyb do extenze v lokti, extenze zápěstí a prstů a je oslabena abdukce a vnitřní rotace v rameni. Poslední dolní typ parézy odpovídá segmentům C8-Th1, kdy jde o postižení dolního primárního svazku. Motorickou poruchu lze zde charakterizovat jako „ochrnutou ruku na dobrém

rameni a paži“, kdy je oslabeno svalstvo ruky a předloktí, zatímco svalstvo paže a ramene je nepostižené. Tento typ se pro poraněné zdá nejpříjemnější, jelikož umožňuje aktivní pohyb v ramenním i loketním kloubu. Odpovídá poranění n. medianus a n. ulnaris se zachovanou funkcí pronace a částečně i flexe zápěstí z důvodu neporušených kořenů C6-7. Čítí je zde porušeno na ulnární části ruky včetně III. prstu a na ulnární ploše předloktí až k loketnímu kloubu. U všech typů lézí bývají často silné, fantomové bolesti v postižené končetině, dochází ke ztrátě potivosti a termoregulace.

- Infraklavikulární léze pažní pleteně vznikají nejčastěji při zlomeninách tuberculum majus humeri, nebo při luxaci ramene. Rozlišujeme je dle postižení jednotlivých fascikulů. Léze fascikulus posterior odpovídá postižení nervů axillaris a radialis. Čítí bývá porušeno na zevní ploše ramene a paže, dále na zadní ploše předloktí a na zevní straně hřbetu ruky. Léze mediálního fasciklu je ve vzájemném vztahu s postižením nervů medianus a ulnaris. Oslabené svaly jsou m. pronator teres a m. flexor carpi radialis. Čítí je porušeno v oblasti, kterou inervuje n. cutaneus brachii, n. cutaneus antebrachii medialis, n. medianus a n. ulnaris. Léze fasciklu laterální se kryje s postižením n. musculocutaneus a n. medianus. Nejsou zde však oslabeny m. pronator teres a m. flexor carpi radialis jako u léze mediálního fasciklu. Citlivost zde porušena není vůbec (Ambler, 2013; Kolář et al., 2012; Matulová et al., 1998).

## **5.2 Popis a postižení jednotlivých nervů**

### **5.2.1 Nervus axillaris**

Tento nerv je inervován z kořenů C5 a C6. Je to krátký a silný nerv, vychází z fascikulus posterior a leží na přední ploše lopatky na m. subscapularis, obtáčí krček humeru a dostává se pod musculus deltoideus, který zásobuje. Rami musculares inervují právě zmíněný m. deltoideus a dále m. teres minor. Rami articulares inervují ramenní kloub. Tato obrna není častá, nerv bývá nejčastěji poraněn při luxaci ramene, zlomenině humeru, nebo při zevním nárazu na rameno. K poranění dochází buď trakcí přes hlavici humeru, nebo přímým zhmožděním nervu u mediálního okraje lopatky. Při obrně není možno provést abdukci, extenzi a flexi, zejména nad 90°, jelikož dochází k paréze m. deltoideus a u m. teres minor je mírně oslabena zevní rotace paže. Jedná-li se pouze o obrnu n. axillaris, lze funkce částečně nahradit ostatním pletencovým svalstvem, pomocí m. supraspinatus, m. trapezius a m. biceps brachii. Při obrně se rozvíjí atrofie m. deltoideus, který přispívá k fixaci hlavice humeru v ramenním kloubu a následkem může docházet k sublucacím ramene. Senzitivní léze bývá často malá a jedná se o část

nad distálním úponem deltoideu. Postižení tohoto nervu lze zjistit již vizuálně, kdy vidíme atrofii m. deltoideus. Tento náález lze charakterizovat jako „kostnaté rameno“, který se může podobat tzv. obrně horního typu u brachiálního plexu, avšak u obrny n. axillaris je postižen pouze m. deltoideus, zatímco u obrny horního typu je postižení většího množství svalů inervovaných ze segmentů C4-C6, kdy postižení může zasahovat nejen nad deltovým svalem, ale i po zevní straně paže k lokti, někdy až na předloktí (Ambler, 2013; Druga et al., 2013; Kolář et al., 2012; Opavský, 2003; Pfeiffer, 2007).

Motorickou funkci nervu lze vyšetřit testem abdukce paže, zejména od 30 stupňů do horizontály, jelikož do 15-30 stupňů abdukci provádí m. supraspinatus. Další otestování je možné pomocí zevní rotace paže, avšak tento test je méně spolehlivý. Poruchu čítí testujeme nad deltovým svalem (Opavský, 2003).

Syndrom foramen quadrilaterum, jakožto úžinový syndrom tohoto nervu může vzniknout poúrazově hypertrofií či zjizvením některého ze svalů tvořících hranice tohoto prostoru. Útlak nervu bývá ve foramen humerotricipitale a může vznikat u sportovců, kteří provádějí opakované výhody. Vzácněji může nerv utlačit tumor, paralabrální cysta, či osteofyty při osteoartritidě ramenního kloubu. Opakovaná hyperabdukce paže s vnitřní rotací může zavinit též kompresi n. axillaris a náhlá hyperabdukce s rotací zevní může způsobit až úplnou denervaci (Kaiser et al., 2016).

Kolář et al. (2012) uvádí, že při fyzioterapii je nezbytné podpořit funkci a trofiku postiženého deltového svalu a zároveň se při těžším poranění zaměřit na prevenci subluxací kloubu ramenního.

### **5.2.2 Nervus suprascapularis**

Tomuto nervu náleží vlákna C4-C6. Běží podél musculus omohyoideus k hornímu okraji lopatky. Probíhá v incisura scapulae a postupuje do fossa supraspinata, kde inervuje musculus supraspinatus a do fossa infraspinata, kde zásobuje m. infraspinatus. Senzitivně inervuje pouzdro ramenního kloubu. Samotné postižení tohoto nervu není časté, tudíž k paréze dochází ojediněle. Může se rozvinout po tupém úrazu ramene, nebo následkem komprese v incisura scapulae, kdy vzniká úžinový syndrom. Při paréze tohoto nervu dochází k oslabení abdukce, zejména při začátku pohybu do 15-30°, kdy tuto funkci provádí m. supraspinatus. Dochází i k oslabení zevní rotace paže z důvodu poškození m. infraspinatus (spolu s m. teres minor a zadními vlákny m. deltoideus) a k současným bolestem ramene (Ambler, 2013; Druga et al., 2013; Kolář et al., 2012; Pfeiffer, 2007).



Komprese nervu vzniká v incisura scapulae, přes kterou běží ligamentum transversum scapulae, kdy hypertrofické ligamentum působí útlak nervu a následně způsobuje bolesti v oblasti lopatky. Při delším trvání může dojít k atrofiím svalů inervovaných z tohoto nervu (m. supraspinatus, m. infraspinatus). Jak je již zmíněno, léze samotného n. suprascapularis vzniká vzácně, tudíž bývá často zaměněna za tendinitidu, rupturu rotátorové manžety, nebo diskopatii v krční oblasti. Druhou možností komprese je tzv. spinoglenoidální brázda, kdy dochází k útlaku dolní větve pro m. infraspinatus cystou, či jizvou, které vznikají nejčastěji po úrazech na ramenním kloubu (Kaiser et al., 2016).

Volně spuštěná končetina má tendenci samovolně pronovat z důvodu oslabení zevní rotace, která je sice zajištěna i dalšími svaly, avšak pacienti nejsou schopni provádět pohyby s extrémní zevní rotací paže, tudíž se nemohou například poškrábat za krkem. Pacienti s postižením n. suprascapularis mívají bolesti v oblasti horního okraje lopatky, které vyzařují do ramenního kloubu, které jsou nejintenzivnější při pohybech v rameni (Ehler & Ambler, 2002).

Při fyzioterapii nesmíme zapomínat na facilitaci oslabených svalů (m. supraspinatus a m. infraspinatus). Důležitá je i podpora jejich souhry s ostatními svaly pletence ramenního (Kolář et al., 2012).

### **5.2.3 Nervus dorsalis scapulae**

Dle Amblera (2013) jde u tohoto nervu o vlákna C5, avšak Druga, Grim & Smetana (2013) uvádějí, že se jedná o vlákna C5,C6. Přečází přes musculus scalenus medius a posterior, přes m. levator scapulae až k mediálnímu okraji lopatky. Tento nerv zásobuje mm. rhomboidei, které přitahují mediální okraj lopatky k páteři a m. levator scapulae, který lopatku elevuje.

Ambler (2013) uvádí, že oslabení rhombických svalů lze testovat ve stoje i vleže, kdy pacient zapaží pronovanou horní končetinu, dorzum ruky přiloží na hýžděové svaly a tlačí ve směru od těla proti odporu vyšetřované osoby. Lopatka je na postižené straně posunuta kaudálně a laterálně, zejména při ventrální flexi ramen. Časté bývají bolesti v rameni na postižené straně a za krkem.

K poškození tohoto nervu dochází velmi zřídka. Nejčastější příčinou této mononeuropatie je neuralgická amyotrofie. Málokdy lze narazit na poškození zevní kompresí, či jinou traumatickou příčinou (Ehler & Ambler, 2002).

#### **5.2.4 Nervus thoracicus longus**

Vlákna nervu thoracicus longus (C5-C7) probíhají poměrně povrchně po laterální straně hrudníku, ve střední axilární čáře a inervují m. serratus anterior. Při obrně tohoto nervu je lopatka na postižené straně blíže k páteři, inferiorní úhel lehce rotován mediálně a odstává, stejně jako mediální okraj lopatky. Při flexi horních končetin se toto odstávání zvýrazní, především předpažením a s opřením horních končetin o stěnu vestoje, popřípadě provedení kliku o stěnu. Zmíněné zvýrazněné odstávání se nazývá scapula alata. Méně výrazná se může objevit i u lézí n.dorsalis scapulae a n. accesorius (Ambler, 2013; Pfeiffer 2007).

K poškození tohoto nervu dochází při kompresích, například o hranu opěradla u židle, nebo při operacích v celkové anestezii v poloze vleže na boku. Nervus thoracicus longus se může poškodit i při úderech na rameno, nebo trakčním mechanismem u některých sportů, kde se využívá velká síla v rameni, jako je tenis, nebo veslování (Ambler, 2013; Kolář et al., 2012).

Ehler & Ambler (2002) udávají, že nerv může být postižen i v rámci neuralgické amyotrofie, kdy se vyskytují mononeuropatie i jiných nervů a léze při tomto postižení bývá nebolestivá.

Při lézi n. thoracicus longus bývají bolest v oblasti ramene, pacient má oslabené pohyby v rameni, největší potíže jsou při plné elevaci horní končetiny nad horizontálu. Při terapii nezapomínáme na postupy, při kterých dochází k aktivaci m. serratus anterior. Je potřeba jej ovlivňovat jako celek, v rámci pohybových vzorů pletence. Hlavním problémem je instabilita lopatky, kterou lze zlepšovat pomocí senzomotorické stimulace či Vojtovy metody (Kolář et al., 2012).

#### **5.2.5 Nervus subscapularis**

Nerv obsahuje vlákna z kořenů C5-C8. Po výstupu z plexu směřuje nerv po přední straně lopatky ke svalům, které inervuje. Patří sem musculus subscapularis a m. teres major. Tyto svaly se podílejí na stabilitě ramenního kloubu a provádí vnitřní rotaci paže. Pacienti udávají bolesti v rameni a omezení v provádění vnitřní rotace. Při paréze je tato funkce nahrazena pomocí m. pectoralis major, m. latissimus dorsi a přední částí m. deltoideus. Postižení vzniká zřídka a bývá výhradně traumatické, kdy dotýčný upadne na ramenní kloub, či na ruku. Příčinou mohou být také trakce, kontuze a fraktury v oblasti lopatky. Pouhou aspekci není tato atrofie patrná, lze si ji ale ozřejmit palpací m. subscapularis v hloubce axily, kdy můžeme zjistit oslabenou, či chybějící

kontrakci. V běžném životě se tato paréza projeví především tím, že se nemocný není schopen poškrábat na zádech v bederní oblasti (Ehler & Ambler, 2002).

### **5.2.6 Nervus thoracodorsalis**

Jedná se o vlákna z kořene C6-C8, která běží po vnitřní ploše m. latissimus dorsi až k jeho laterálnímu okraji a zároveň jej inervují. Výjimečně tento nerv inervuje také m. teres major, pokud není zásobován z n. subscapularis. K poranění dochází traumaticky, kdy nemocný spadne na rameno, dojde k prudké trakci paže, nebo také při těžkých poraněních ramene a fraktur s hematomy. Výjimečně dochází i k chronickým kompresím u kulturistů. M. latissimus dorsi je sval provádějící addukci, vnitřní rotaci paže a účastní se také na přitažení zvednuté paže k tělu. Podílí se také na pohybech, jako jsou údery, hody a lezení, při kterých pacienti pocítují slabost paže a zároveň se objevují bolesti ramene. Paréza m. latissimus dorsi jde vidět pouhou aspekci, kdy chybí zadní řasa v axile a dolní úhel lopatky odstává. Lézi si lze otestovat palpací svalu, kde můžeme zjistit atrofii a slabou kontrakci při abdukci paže se současnou flexí v loketním kloubu. Popřípadě lze testovat funkci svalu vleže na břiše, kdy pacient zapaží vnitřně rotované paže a snaží se překonat odpor terapeuta. U tohoto testu lze porovnávat s druhostrannou, zdravou končetinou (Druga et al., 2013; Ehler & Ambler, 2002).

### **5.2.7 Nervus subclavius**

Jedná se o slabý nerv s kořeny C5-C6. Směřuje pod klavikulu a zásobuje musculus subclavius (Druga et al., 2013).

### **5.2.8 Nervus pectoralis medialis et lateralis**

Nervi pectorales (C5-Th1) směřují přes arteria subclavia a vena subclavia pod klíční kost mezi m. pectoralis minor et major, které inervují. Oba prsní svaly pohybují lopatkou ventrálně a kaudálně, pectoralis major je navíc adduktorem a vnitřním rotátorem paže. Velký sval prsní se uplatňuje při úderech, kdy má končetina výchozí polohu v elevaci a extenzi a při švihových pohybech. Při fixaci ramene jsou mm. pectorales pomocnými nádechovými svaly. Léze nn. pectorales lze testovat v abdukci paže, kdy nemocný provádí addukci proti odporu vyšetřovaného. Jednotlivé porce svalu se provádí v různých úhlech odporu. Klavikulární část svalu se testuje tlakem mírně šikmo kranálně, sternální část pomocí horizontální addukce a poslední, kosto-abdominální část svalu se testuje pohybem šikmo dolů. Izolované postižení je velice vzácné a dochází k němu po tupých traumatech plexu, frakturách klíční kosti, nebo po hlubokých řezných ranách. Nemocní s touto lézí většinou nemívají výrazné

potíže a na postižení přijdou až po konzultaci s vyšetřujícím lékařem. Vzácně se však mohou objevit bolesti v oblasti klíční kosti, ramenního kloubu a ventrální stěny hrudníku. Klinicky lze na postižení nn. pectorales přijít již pouhým pohledem, či palpací, kdy lze zjistit atrofii svalů, či jejich asymetrii s druhou stranou (Ambler, 2013; Ehler & Ambler, 2002).

### **5.2.9 Nervus musculocutaneus**

Nervus musculocutaneus (C5-C7) se odděluje z fascikulus lateralis intraklavikulární části pažní pleteně, jde skrze m. coracobrachialis a vstupuje mezi m. brachialis a m. biceps brachii. Po odstoupení svalových větví pokračuje nerv jako n. cutaneus antebrachii lateralis, který senzitivně inervuje radiální stranu předloktí. Motorická vlákna inervují m. biceps brachii, m. coracobrachialis a m. brachialis. Jeho izolované postižení se vyskytuje velmi zřídka, poškození může být traumatické u bodných ran, řezných i střelných. Iatrogeně lze nerv poškodit jako komplikaci po operaci na a. subclavia, nebo po habituálních luxacích ramene. Může se vyskytnout i úžinový syndrom po průchodu hypertrofickým m. coracobrachialis, avšak to se vyskytuje velmi vzácně. Pacienti s touto lézí udávají bolesti v lokti, paže a předloktí. Klinicky lze vidět oslabenou flexi v lokti při supinaci předloktí, flexe při pronačním postavení je zde nahrazena m. brachioradialis, který je inervovaný z jiného nervu, z n. radialis. Při současném postižení m. coracobrachialis je také oslabena elevace paže. Když je horní končetina flektovaná v lokti, podílí se na supinaci m. biceps brachii zároveň s m. supinator, tudíž může být supinace mírně omezena. Avšak při extenzi lokte supinaci provádí pouze m. supinator, tudíž je bez omezení (Ambler, 2013; Druga et al., 2013; Ehler & Ambler, 2002).

Tento nerv patří mezi důležitější, jelikož díky jeho inervaci provádíme flexi v lokti, kterou využíváme dennodenně, tudíž při poranění plexu je tento nerv jednou z priorit pro operaci (Alexandre, Masini & Menchetti, 2011).

### **5.2.10 Nervus cutaneus antebrachii medialis**

Jedná se o slabý kožní sensitivní nerv odstupující od mediálního fasciklu (C8, Th1). Při jeho počátku jde zároveň s vena brachialis, dále prostupuje přes hiatus basilicus do podkoží, kde se dělí na dvě hlavní větve: ramus anterior, která zásobuje přední stranu mediální části předloktí. Naopak druhá větev ramus ulnaris inervuje zadní stranu předloktí. Často je využíván jako autotransplantát (Druga et al., 2013; Pára et al., 1998).

### 5.2.11 Nervus cutaneus brachii medialis

Kožní senzitivní nerv, vlastní kořeny Th1, Th2 odstupuje také z mediálního fasciklu, jde skrze fascia axillaris a následně vstupuje do podkoží, kde se rozdělí na větve a inervuje vnitřní a z části zadní plochu paže až k loketnímu kloubu. Tato oblast je též zásobována i mimo oblast plexu, a to z n. intercostobrachialis (Th2, 3), který jde z interkostálních nervů. Tudíž při poškození n. cutaneus brachii medialis je zachováno čítí (Druga et. al., 2013; Pára et al., 1998).

### 5.2.12 Nervus radialis

Kolář et al. (2012) a Ambler (2013) uvádějí, že nervus radialis má kořeny C5-C7. Naopak Opavský (2003), Ehler & Ambler (2002) a Druga et al. (2013) píší, že se jedná o kořeny C5-Th1.

Je to silný nerv, oddělující se z posteriorního fasciklu. Zprvu je uložen na zadní straně axily za arteria axilaris a arteria brachialis. Dále vstupuje do sulcus nervi radialis a mezi laterální a mediální hlavy musculus triceps brachii. Tělo kosti pažní obtáčí spolu s arteria profunda brachii, proráží septum intermusculare brachii laterale a vstupuje do fossa cubiti, kde jde dále mezi m. brachioradialis a m. brachialis. V tomto místě se dělí na končené větve: ramus superficialis et profundus (Druga et al., 2013).

Nervus radialis se dělí na několik větví. Nervus cutaneus brachii posterior se odděluje v axile a vysílá kožní větev pro dorzální část paže a motorickou pro m. triceps brachii. N. cutaneus brachii lateralis inferior se rozdělí vysoko na humeru a inervuje kůži dolní části zadní strany paže. Nervus cutaneus antebrachii dorsalis se odděluje v sulcus nervi radialis, běží skrze fascia brachii mezi hlavy m. triceps brachii (caput laterale a caput longum). Sestupuje níže mezi olecranon ulnae a zevní epikondyl humeru, až na předloktí, kde vysílá kožní větev pro jeho zadní stranu a inervuje kůži až k zápěstí. Rami musculares odstupují na paži a inervují musculus anconeus a m. triceps brachii. Z rami musculares vystupují i větvičky pro pouzdro loketního kloubu a v rýze mezi musculus brachialis a musculus brachioradialis vznikají rami musculares pro laterální strany předloktí, jako jsou m. extensor carpi radialis longus et brevis a m. brachioradialis. Senzitivní nerv rami superficialis nervi radialis probíhá podél musculus brachioradialis a zároveň zde probíhá i arteria radialis. V dolní části předloktí běží pod šlachou musculus brachioradialis a na zadní straně předloktí se dostává do podkoží, kde se následně dělí na pět nervi digitales dorzales pro palec, ukazovák a mediální okraj třetího prstu. Poslední ramus profundus nervi radialis prochází štěrbinou v musculus supinator a obtáčí proximálnější část kosti vřetení a jde

na jeho zadní stranu, kde se rozděluje na rami musculares a nervus interosseus posterior. Rr. musculares vedoucí pro extenzory na dorzální straně předloktí, přesněji pro svaly m. supinator, m. extenzor digitorum, m. extenzor digiti minimi, m. extenzor carpi radialis, m. abduktor pollicis longus, m. extenzor pollicis brevis, m. extenzor pollicis longus a m. extenzor indicis. Naopak nervus interosseus posterior sestupuje po dorzální straně membrany interossei a inervuje radius, ulnu, membránu interosseu a kloubní pouzdro radiokarpálního kloubu a malých kloubů ruky (Ambler, 2013; Druga et al., 2013).

Léze n. radialis může být přítomna v axile. V této úrovni je poranění velice vzácné, pokud k němu však dojde, bývá to většinou následkem úrazu či ischemicko-kompresivní neuropatií. Stane se tak například tlakem vysokých berlí v podpaží. Pacienti s touto lézí navštíví lékaře především z důvodů slabosti extenze předloktí, ruky a prstů včetně palce, avšak bolesti se vyskytují velmi zřídka a nebývají výrazné. Oslabení se dá klinicky zjistit extenzí předloktí proti odporu vyšetřovaného, kdy pacient má horní končetinu v lehké flexi v lokti a podepřený loket. Bývá snížený, až vymizelý tricipitový reflex, dále se vyskytuje jemná porucha čítí na zadní ploše paže, předloktí a sahá to až k interoseálním prostorám mezi palcem a ukazovákem a na radiální ploše dorza ruky. V této úrovni může dojít i k poranění r. cutaneus brachii posterior, a to u lidí s opakovaně prováděnou hyperextenzí paže a tyto léze se vyskytují výjimečně (Ehler & Ambler, 2002; Opavský, 2003).

Léze radiálního nervu na paži vzniká většinou náhle a nemocný má problém s extenzí ruky a prstů, včetně palce. Nervus radialis, neboli nerv vřetenní je nejvíce vystaven zranění i zevní kompresi právě v oblasti střední paže v sulcus nervi radialis humeri. Vřetenní nerv je kryt pouze kůží a podkožní vrstvou, která je velice tenká a spodinu nervu tvoří kost pažní. Při aspekcii je nápadné držení ruky, kdy pacient má zápěstí ve flexi (Obrázek 2), což se také nazývá jako kapkovitá ruka (anglicky dropping hand and dropping fingers). Paréza tohoto nervu se dá otestovat předpažením obou předloktí, kdy na straně postižení ruka padá do plantární flexe, pacient ji neudrží a není schopen provést extenzi v metakarpofalangeálních kloubech. Důvodem je motorický deficit svalů provádějících extenzi ruky inervovaných tímto nervem. Testovat lze i pomocí svislé polohy, kdy se postižení označuje jako „příznak labutí šíje“. Dále lze testovat přítomnost parézy tzv. zkouškou pěsti, kdy pacient má při předpažení paží sevřít ruce v pěst. Avšak pacientům s parézou se ji nepodaří udržet a dojde k poklesu ruky kvůli slabým extenzorům. Oslabení musculus extenzor digitorum communis

ozřejmíme pomocí extenze v metakarpofalangeálních kloubech proti odporu, m. extensor carpi radialis testujeme tak, že pacient zkusí extendovat zápěstí zároveň s radiální dukcí ruky proti odporu vyšetřujícího, který jej klade na hlavičky druhého a třetího metakarpu. Podobně lze testovat i m. extensor carpi ulnaris, kdy se však místo dukce radiální dělá ulnární a vyšetřující dává odpor na hlavičky čtvrtého a pátého metakarpu. Sporné je testování abdukce palce, jelikož na abdukci se účastní jak m. abduktor pollicis longus, inervovaný z tohoto nervu, tak i m. abduktor pollicis brevis, který inervuje nervus medianus, tudíž musíme hodnotit palpaci šlach, při které se pomocí kontrakcí dá rozlišit, zda se funkce účastní právě krátký, nebo dlouhý abduktor palce. Extenze v interfalangeálních kloubech není oslabena, protože k extenzi článků prstů dochází pomocí dorzální aponeurózy, která je inervovaná z n. medianus a n. ulnaris. V tomto místě na paži probíhají i senzitivní vlákna pro nervus cutaneus antebrachii posterior, tudíž při poranění dochází k rozvoji parestézií, až hypestézií na zadní ploše předloktí, avšak tyto vlákna nemusí být vždy poraněna zároveň s vřetením nervem. Porucha cití v oblasti r. superficialis n. radialis také nemusí být vždy zcela přítomna. Příčiny poranění n. radialis na paži bývají nejčastěji kompresní, mezi které spadá tzv. obrna opilců, kdy dochází k alkoholické intoxikaci s následným hlubokým útlumem a chybným podložením hlavy, nebo obrna milenců. Mezi další příčiny patří diabetická neuropatie, benigní tumory paže a nervu, iatrogenní léze, fraktury humeru, poúrazové komplikace, nebo také poporodní parézy při protrahovaném porodu, či tlakem kleští (Ehler & Ambler, 2002; Opavský, 2003).

Dále může být přítomna léze r. profundus nervus radialis v oblasti lokte a na předloktí. Ramus profundus nervus radialis, neboli nervus interosseus antebrachii posterior probíhá v této lokalizaci již samostatně jako hluboká a povrchová větev. Hluboká, motorická větev pro m. supinator může být tuhým, či hypertrofickým svalem komprimována (tzv. supinátorový kanál). Vstup do kanálu je tvořen Frohsovou arkádou (vazivový semilunární začátek m. supinatoru, přesněji caput superficiale). Tato arkáda se zužuje při pohybu do pronace, kdy dochází k ještě větší kompresi nervu. Tato léze r. profundus je charakterizována pomalu progredujícími příznaky, jako je paréza a atrofie zadní skupiny svalstva předloktí. Ze začátku udávají pacienti pouze slabost malíku do extenze v metakarpofalangeálním kloubu, avšak později dochází k těžké paréze pátého prstu a postupně i prstů ostatních, včetně palce, tudíž je léze charakterizována přepadáváním prstů bez přepadávání ruky. Extenze v interfalangeálních kloubech je zachovaná vzhledem k neporušenému lumbrikálnímu

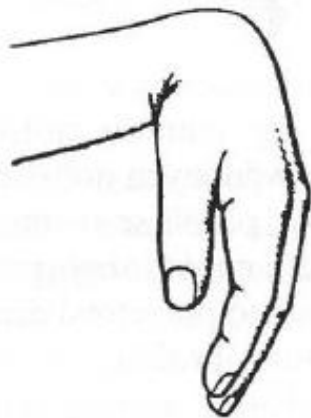
svalstvu. Pacienti nemohou dělat činnosti jako psaní na klávesnici počítače, nebo na psacím stroji, ale obyčejné psaní perem však není porušeno. Se stiskem pacienti potíže nemají, avšak k dokonalému uchopení musí prsty pasivně umístit okolo předmětu. Bolest je pro tento úžinový syndrom typická, tudíž není pravděpodobné, že se zaplete s jinou diagnózou. Bývá zde bolest po palcové ploše proximální poloviny předloktí. M. brachioradialis a m. extensor carpi radialis longus postiženy nejsou, jelikož rr. musculares pro tyto nervy odstupují z kmene n. radialis již na paži. Porucha funkce extenzorů v metakarpofalangeálních kloubech vede k poruše i ostatních svalů ruky. U testování těchto svalů je nutné použít manévry, při kterých vyšetřující fixuje zápěstí. Při nedodržení zásad by výsledek klinického vyšetření mohl pomýšlet i na lézi jiných nervů, či postižení celého brachiálního plexu. U syndromu supinátorového kanálu bývá lokální palpační bolestivost v tunelu musculus supinator a bývá přítomné i palpovatelné zduření svalu, které se vyskytuje asi 5 cm distálně od laterálního epikondyly. Při izometrické kontrakci v pohybu do supinace proti odporu se bolest zvětšuje, nejvíce nad kanálem i nad zevním epikondylem. Dalším příznakem typickým pro supinátorový kanál je test extenze prostředníku, kdy vyšetřující klade odpor při plné extenzi a pronaci předloktí. Jestliže je test pozitivní, pacient udává bolestivost v m. supinator a to v právě již zmíněném místě, kde bývá i největší bolestivost svalu. Bolestivost při tomto testu vzniká důsledkem komprese supinátorového tunelu, kdy vyšetřující fixuje zápěstí pomocí m. extensor carpi radialis brevis (Ehler & Ambler, 2002).

Léze ramus superficialis nervus radialis na distálním předloktí či zápěstí se vyskytuje také velmi zřídka. Ramus superficialis je na předloktí uložen poměrně povrchně a tím je vystaven tlakovému poškození, nebo zranění. Je to pouze senzitivní nerv, tudíž neobsahuje žádná motorická vlákna. Pacienti s lézí ramus superficialis si stěžují na vystřelující bolest po palcové ploše zápěstí s nepříjemnými a bolestivými parestéziemi, vedoucí až do hřbetu palce a ukazováku. Tato bolest se vyskytuje vždy při dotyku zápěstí na této straně. Nakonec mohou být poraněny dorzální digitální nervy I-III, kdy nejčastěji dochází ke kompresivní neuropatii pouze pro palec, zejména na jeho radiální ploše. Projevuje se nepříjemnými dysestéziemi při dotyku hypestetické oblasti a poruchami cití v této oblasti (Ehler & Ambler, 2002).

Ve fyzioterapii nezapomínáme na elektrostimulaci, ale pouze při svalové síle 0-1. Stimulují se extenzory ruky a prstů, eventuálně m. triceps brachii při vysoké lézi. U paréz se dále polohuje proti přepadávání ruky do flexe. Ruku můžeme pacientovi



pasivně procvičovat do extenze a zaučíme jej, aby si takto cvičil i sám pomocí druhé, zdravé horní končetiny. Využíváme prvky z metody dle Kenny, provádíme stimulaci extenzorů a reedukaci paretických extenzorů ruky, popřípadě předloktí. Cvičení dle svalového testu, kdy u svalového oslabení druhého stupně cvičíme s vyloučením gravitace a váhy ruky, naopak od 3. stupně se již cvičí proti váze předloktí a ruky. Při zlepšování síly je možno cvičit proti odporu terapeuta. Proprioceptivní neuromuskulární facilitaci lze také provádět. U stupňů svalové síly 0-2 cvičíme pasivně jako facilitační metodu, od 3. stupně svalové síly pacient provádí pohyby sám, eventuálně proti našemu odporu. Pro tuto parézu je vhodné cvičit první diagonálu, extenční vzorec a druhou diagonálu s flekčním vzorcem, popřípadě jejich varianty. Je-li postižení vysoké léze, zapojuje se do cvičení i diagonála první, extenční vzorec s extenzí loketní pro facilitaci m. triceps brachii (Kolář et. al, 2012).



Obrázek 2. Držení ruky u obrny n. radialis (Opavský, 2003).

### 5.2.13 Nervus medianus

Nervus medianus (C5-Th1) vzniká spojením radix medialis a lateralis, oddělující se z mediálního a laterálního fasciklu pažní pleteně. Běží před arteria axillaris a vena axillaris, dále prostupuje axilární fascií a poté probíhá v sulcus bicipitalis medialis na paži. V oblasti loketního kloubu leží mediálně od šlachy m. biceps brachii a vydává motorické větve pro m. pronator teres, m. flexor carpi radialis, m. palmaris longus a m. flexor digitorum superficialis. Proximálně na předloktí leží nerv mezi dvěma hlavami m. pronator teres, laterálně od a. brachialis. Asi 5 cm nad mediálním epikondylem má i hlubokou motorickou větev n. interosseus antebrachii anterior, která sestupuje dolů podél membrána interossea a inervuje m. flexor digitorum profundus

druhého a třetího prstu, dále m. flexor pollicis longus a m. pronator quadratus. Distálně na předloktí vydává kožní větev inervující senzitivně laterální část karpální krajiny, ramus palmaris. Dále nervus medianus probíhá pod ligamentem carpi transversum, neboli karpálním tunelem, až do dlaně. Po výstupu z karpálního tunelu nervus digitalis palmaris I vydává ramus recurrens k inervaci svalstva thenaru, kam patří m. abduktor pollicis brevis, m. opponens pollicis a caput superficiale m. flexor pollicis brevis. Nervus medianus inervuje též lumbrikální svaly pro druhý a třetí prst. Volární digitální nervy zásobují kůži thenaru, dlaně a volárních ploch I.-III. a radiální části IV. prstu, včetně dorzálních ploch distálních dvou článků II.-IV. prstů (Ehler & Ambler, 2002; Kaiser et al., 2016).

Ehler & Ambler (2002) udávají existenci široké škály anomální motorické inervace ruky, kdy je pro posouzení léze nervus medianus nezbytné znát pár nejčastějších typů:

- All median hand: zde nervus medianus inervuje všechny svaly ruky, včetně hypothenaru a mm. lumbricales
- Richeova-Cannieuova anastomóza: ramus profundus nervi ulnaris zásobuje až thenar a mm. lumbricales
- Martinova-Gruberova anastomóza: jedná se o tzv. spojku n. medianus a n. ulnaris na předloktí. Vyskytuje se asi u 15-30% běžné populace a obvykle je přítomna u pacientů s Downovým syndromem. Nejčastěji se jedná o vlákna nervus interosseus anterior, která inervují svaly ruky na mediální straně a probíhají společně s vlákny n. ulnaris. U menšiny s touto anastomózou však vlákna přicházející z nervus medianus inervují svaly původně inervované z nervus ulnaris
- Anastomóza z nervus radialis k nervus medianus: vyskytuje se pouze vzácně, inervuje m. abduktor pollicis brevis
- Anastomóza z nervus musculocutaneus do nervus medianus: zde jsou inervovány svaly vnitřní strany ruky.

Existuje i anomální inervace ruky senzitivní, kdy ramus cutaneus palmaris prochází vně karpálního tunelu a zásobuje proximální polovinu palcové strany plochy dlaně a thenaru. Tato inervační oblast se často překrývá s oblastí digitálních nervů a může být zásobována i z nervus cutaneus antebrachii lateralis, nebo také z nervus radialis či ulnaris. Někdy dokonce pomocí n. cutaneus antebrachii medialis. Tato oblast digitálních nervů se může též někdy překrývat, proto může být z n. medianus

inervována i celá dorzální plocha třetího prstu, nebo také prsty všechny (Ehler & Ambler, 2002).

Při aspekčním hodnocení se držení ruky označuje jako „plochá“, nebo „kazatelská“ ruka (Obrázek 3) a je charakteristická hypotrofií thenaru, kdy je palec držěn téměř v rovině s ostatními prsty (Opavský, 2003).

Léze nervus medianus v axile mívá akutní, či subakutní vznik a bývá spojena s traumatem či jiným operačním zákrokem. Nerv sám o sobě bývá postižen málo, nejčastěji dojde k současnému postižení i dalších nervů z plexus brachialis. Charakteristická u této kompletní léze motorických vláken bývá neschopnost sevření ruky v pěst, kdy první a druhý prst zůstávají v extenzi, částečně i prst třetí. Ruka vypadá, jakoby přísahala a to z důvodu parézy hlubokých i povrchových flexorů prvního až třetího prstu. Příčiny vzniku léze v axile mohou být traumatické, kdy se nerv poškodí při dopravní nehodě, či napadení, dále při repozici luxace ramene, tlakem berlí, či tumorem (Ehler & Ambler, 2002).

Velmi málo se vyskytuje léze nervus medianus na paži. Dochází k postižení všech svalů a současně i celé senzitivní oblasti v distribuci nervu. Léze může vzniknout kompresí, tzv. turniketovou obrnou, při suprakondylických frakturách humeru, při nádorovém onemocnění nervů či měkkých tkání. Anteromediální plocha humeru má asi 5 cm nad mediálním kondylem processus supracondylaris. Je zde začátek Struthersova vazy, který vede k mediálnímu epikondylu humeru a tvoří anomální kanál, který může způsobit útlak pro n. medianus, nazývaný se též jako útlak Struthersovým ligamentem. Vyskytuje se u necelých 3% populace. Nemocní udávají bolesti a pocit tlaku nad loktem se současným brněním ruky a prstů v inervační zóně n. medianus. Klinicky lze nalézt lehkou motorickou lézi s postižením všech svalů inervovaných z n. medianus a lehkou poruchu cití (Ehler & Ambler, 2002; Kaiser et al., 2016).

Kompletní poruchou cití a lézí motorických vláken pro všechny svaly se projevuje léze nervus medianus v oblasti loketního kloubu. Některé léze bývají typicky charakterizovány bolestí či brněním. V této oblasti rozlišujeme dva úžinové syndromy. První se nazývá pronátorový syndrom, druhý syndrom n. interosseus anterior. Pronátorový syndrom vzniká při průchodu nervu přes m. pronator teres, kdy n. medianus může být utlačován hypertrofickým, nebo ztuhlým svalem, či ztluštělým fibrózním pruhem při průchodu svalem. Může se vyskytnout i útlak nervu mezi oběma hlavami m. pronator teres z důvodu atypického průběhu nervu ve svalu. Pacienti si stěžují především na bolesti v lokti a na proximálním předloktí současně s brněním ruky

a prstů. V počátečních stádiích bývá přítomna palpační bolestivost m. pronator teres, která při silnějším tlaku způsobuje brnění v distribuci n. medianus. V pokročilejším stádiu se objevuje porucha cití, která začíná nejprve na malíkové polovině thenaru a palcové půli ukazováku. Vzácně vzniká i lehká paréza svalů thenaru a musculus flexor digitorum superficialis et profundus. Tento syndrom se vyskytuje především u sportovců a u osob s dlouhodobým přetěžováním loketního kloubu, kdy dotyčný musí vyloučit aktivity, při kterých přetěžuje loket. Syndrom n. interosseus anterior tvoří 1% všech lézí nervus medianus. Jedná se o čistě motorickou větev, která odstupuje z nervu asi 5-8 cm distálně od laterálního epikondyly humeru. Bývá komprimována abnormálním ligamentózním pruhem, který spojuje hlubokou hlavu m. pronator teres a m. flexor digitorum superficialis et profundus. U pacientů je přítomen pomalý rozvoj parézy ruky, jen výjimečně doprovázen bolestí. Nejvíce bývá oslaben m. flexor pollicis longus a flexor digitorum profundus. Vzácně bývá porušena funkce m. pronator quadratus, kdy je ale důležité odlišit jej od m. pronator teres. Rozeznat jednotlivé svaly lze pomocí jednoduchých testů pomocí pronace při extendovaném, či flektovaném předloktí. Při flexi je vyloučen m. pronator teres. Jelikož jsou porušeny hluboké flexory, pacienti nejsou schopni izolované flexe distálních článků prvního a druhého prstu. Přítomnost této parézy lze otestovat pomocí charakteristických příznaků, kdy se doporučuje začínat zkouškami na hybnost palce. Jedná se o zkoušku mlýnku, kdy nemocný zaklesne ruce do sebe a krouží palci oběma směry. U nemocných tento pohyb vážne a je sakadovaný. Další zkouškou je abdukce palce, u které bývá omezen rozsah pohybu i síla proti odporu. Zkouška kružítko testuje, zda pacient přejede špičkou palce po metakarpofalangeálních kloubech druhého až pátého prstu, avšak pacienti s touto lézí dosáhnou nejdále po třetí prst, z důvodů poškození svalu provádějící opozici – m. opponens pollicis. Možnosti otestování hybnosti palce lze i pomocí zkoušky láhve, kdy se pacient pokouší obejmout láhev nebo sklenici tak, aby kožní řasa mezi palcem a ukazovákem byla v kontaktu se sklenicí. Pacientům se v této oblasti vytvoří volný prostor. Poté zkoušky na poruchy hybnosti ostatních prstů, jako OK sign, kdy pacient zkouší vytvořit kolečko pomocí palce a ukazováku, ale neúspěšně. Nemocný provede kontakt špičky palce a ukazováku pouze s extendovanými prsty. Dále zkoušky přivolání prstem a izolované flexe poukazují na obrnu m. flexor digitorum superficialis et profundus. Rozlišení postižení těchto dvou svalů se provádí testováním flexe jednotlivých článků proti odporu vyšetřované osoby. Pro povrchový sval se testuje síla prostředního článku, naopak pro hluboký ohybač prstu se provádí odporovaná flexe na

článek distální. Obrna n. medianus se dá ozřejmit i pomocí zkoušky sepjatých rukou. Pacient zde zaklesne prsty obou rukou do sebe a snaží se o kontakt bříšek prstů s hřbetem ruky. Na postižené ruce není druhý a třetí prst schopen této flexe. U těchto dvou syndromů je důležité především omezení zátěže provokující bolest a jiné nepříjemné pocity (Ehler & Ambler, 2002; Opavský, 2003).

Syndrom karpálního tunelu (SKT) je nejčastější periferní neuropatií a tvoří téměř 90% všech úžinových syndromů. Vzniká spontánní kompresí n. medianus za zápěstí a je všeobecně uznáván za příčinu brnění rukou, především v noci. Dříve byl syndrom karpálního tunelu popisován jako „brachial paraesthetica nocturna“. Incidence je u mužů poloviční, než u žen. Asi pětkrát více se SKT vyskytuje u lidí manuálně pracujících a to zejména, když u nich dochází k rychlému střídání pohybů ruky a zápěstí. Nejvyšší tlak v intrakarpálním prostoru byl zjištěn při maximální supinaci se současnou 90° flexí v metakarpofalangeálních kloubech. Mezi pacienty se nejčastěji řadí obézní lidé, kuřáci a alkoholici. Existuje akutní forma SKT, která je však vzácná a vzniká rychlým nárůstem již zmíněného intrakarpálního tlaku, nejčastěji po zlomeninách distálního rádia. Chronická forma je naopak od akutní typická. Pouze u poloviny pacientů lze zjistit specifickou příčinu rozvoje SKT. Mezi nejčastější příčiny patří lokální vlivy, jako nádory, záněty, úrazy, nebo také revmatoidní artritida, osteoartritida, diabetes mellitus, těhotenství, obezita, alkoholismus, menopauza a další. V těhotenství vznik SKT není vzácný, vyskytuje se oboustranně, avšak po porodu často spontánně vymizí (Ehler & Ambler, 2002; Kaiser et al., 2016).

Kaiser et al. (2016) zmiňuje, že jsou tři teorie vzniku SKT. Jako první udává mechanický útlak, kdy ligamentum carpi transversum tlačí na nervus medianus. Tlak může vzniknout hypertrofií při nadměrném užívání zápěstí. Mikrovaskulární insuficience je druhá teorie, kdy dochází k dlouhodobé hypoxii a nedostatku nutričních látek, což vede ke snížení funkce nervu a následně k rozvoji intraneurální zjizvení. Pod třetí teorii spadá vibrace, kdy byl po několikanásobném vystavování zápěstí vibračním prokázán epidurální edém.

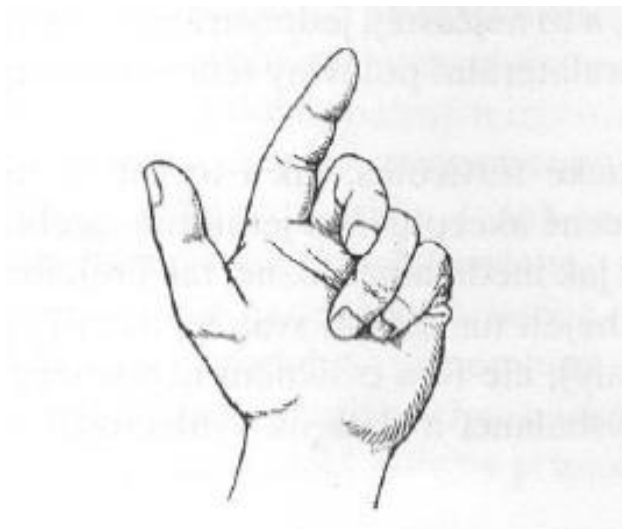
Pro SKT jsou typické parestézie prstů, někdy až pálení a anestézie v inervační zóně nervu, což zahrnuje I. až laterální plochu IV. prstu, často je pocíťováno brnění i v malíku. Parestézie bývají i na hřbetu ruky a předloktí. Pacienti mívají největší problémy uprostřed noci, kdy se budí pro brnění ruky. Při těchto potížích přináší úlevu protřepání ruky. Někdy se bolest propaguje proximálně od loketního, popřípadě až do ramenního kloubu. Nemocní mají často pocity oteklých rukou a prstů, spojené se

špatnou jemnou motorikou a neobratností. V pokročilejších stádiích dochází u pacientů ke slabosti a atrofii thenarového svalstva, což vede k oslabení stisku, opozice a abdukce palce. Existuje několik testů, pomocí kterých lze diagnostikovat SKT. Tinelův příznak, který lze testovat pomocí neurologického kladívka, kdy vyšetřující poklepe na oblast karpálního tunelu a u pacienta vznikne brnění, elektrizování, nebo mravenčení na radiální straně dlaně, v palci a dalších dvou prstech. Phalenův test, kdy pacient zapře své ruce hřbety proti sobě, čímž provede maximální pasivní palmární flexi a tuto pozici udrží po dobu jedné minuty. U tohoto testu dochází ke kompresi nervu mezi ligamentum carpi transversum a šlachami flexorů. Popřípadě tzv. obrácený Phalenův test, kdy pacient položí ruce dlaněmi k sobě, čímž provádí maximální dorzální flexi v zápěstí a čeká opět asi jednu minutu. Během trvání jedné minuty může pacient tlačit bříšky prstů proti sobě, nebo může vyšetřující palpatovat oblast karpálního tunelu. V případě přítomného SKT se u obou zkoušek objeví parestézie od palce, až po mediální stranu čtvrtého prstu. Natahovací stresový test je též velice průkazným testem na přítomnost SKT a provádí se pomocí hyperextenze zápěstí a druhého prstu v supinaci předloktí. Pacient v této pozici setrvá opět jednu minutu a při pozitivitě testu se objeví parestézie na proximálním předloktí (Ehler & Ambler, 2002; Kaiser et al., 2016; Opavský, 2003).

Léze ramus cutaneus palmaris mediani je čistě senzitivní větev a dostupuje z kmene nervu asi 3 cm proximálně od karpálního tunelu a vydává senzitivní větve pro oblast thenaru. Poranění této větve se projevuje opět parestéziemi a bolestmi v thenaru. Bývá pozitivní Tinelův příznak stejně jako u syndromu karpálního tunelu. Mezi příčiny léze této kožní větve patří trauma zápěstí, atypicky probíhající m. palmaris longus, iatrogenní léze při operaci SKT a jiné. Porušené mohou být i volární digitální nervy, pomocí kterých nervus medianus inervuje první tři prsty a radiální polovinu prstu čtvrtého. Léze těchto nervů se projevuje také brněním a hypestézií přilehlých polovin sousedních prstů a části dlaně příslušné k danému interkarpálnímu prostoru. Mezi příčiny patří opět traumata jak řezného, tak sečného původu, či může být poškozen zevní kompresí (Ehler & Ambler, 2002).

Během fyzioterapie u poranění n. medianus je třeba pasivně protahovat první až třetí prst. Zaměřujeme se na sílu a trofiku thenarové svalstva, kůže a podkoží. Nezapomínáme na podporu souhry prvních třech prstů, zejména u abdukce a opozice palce. S pacienty lze cvičit jemnou motoriku, úchopy, svírání a rozevírání pěsti.

Ostatními manuálními technikami lze zabránit rozvoji vegetativních poruch, které bývají u postižení n. medianus velice výrazné, někdy až dominují (Kolář et al., 2012).



Obrázek 3. Držení ruky u obrny n. medianus (Opavský, 2003).

#### 5.2.14 Nervus ulnaris

Začíná z mediálního fasciklu intraklavikulární části pažní pleteně a zprvu probíhá společně s n. medianus a a. brachialis v sulcus bicipitalis medialis podél mediálního okraje paže. Je uložen mediálně od arterie a v polovině paže proráží intermuskulární septum a běží dále podél mediální hlavy tricepsu k zadní straně mediální epikondylu, do sulcus nervi ulnaris. Zde se nachází povrchově, kryje jej pouze kůže a část ligamentum collaterale mediale, které nerv zároveň v kostěném žlábků fixuje. Jeho povrchové uložení je bohužel vystaveno mechanickým vlivům a dojde-li k jeho poranění, vzniká tzv. “brňavka“. Dále prochází do fossa cubiti a vstupuje mezi hlavy m. flexor carpi ulnaris a sestupuje pod flexory na předloktí, mezi m. flexor carpi ulnaris a m. flexor digitorum profundus až na zápěstí a do dlaně, kde probíhá nad lig. carpi transversum, ale pod palmární aponeurózou, radiálně od os pisiforme. Vzniká Guyonův kanál a zde se nerv rozděluje na dvě konečné větve: ramus superficialis a ramus profundus. Ramus superficialis je převážně senzitivní větev a běží po svalech hypothenaru, podbíhá pod m. palmaris brevis, který také inervuje, současně s kůží pátého prstu a ulnární poloviny prstu čtvrtého. Ramus profundus je naopak větev čistě motorická, jde mezi m. abduktor a flexor digiti quinti a dále vstupuje do středního palmárního prostoru, kde probíhá a inervuje svaly hypothenaru, m. adduktor pollicis, caput profundum m. flexor pollicis brevis, mm. lumbricales III a IV a všechny mm. interossei (Druga et al., 2013; Ehler & Ambler, 2002; Kaiser et al., 2016).

Nervus ulnaris nevydává žádné větve na paži, avšak na předloktí ano. Rami musculares zásobující m. flexor carpi ulnaris a malíkovou polovinu pro m. flexor digitorum profundus. Ramus dorsalis n. ulnaris je senzitivní nerv, odstupující v distální třetině předloktí. Dále se obtáčí okolo kosti loketní až na dorzální stranu předloktí. Proráží fascii a následně zásobuje kůži malíkové poloviny hřbetu ruky, ulnární poloviny třetího a kůži čtvrtého i pátého prstu. Nehtové lůžko je zde však v pořádku, jelikož je inervované z n. medianus. Ramus cutaneus palmaris zásobuje kůži malíkové poloviny karpální krajiny a dlaně (Druga et al., 2013).

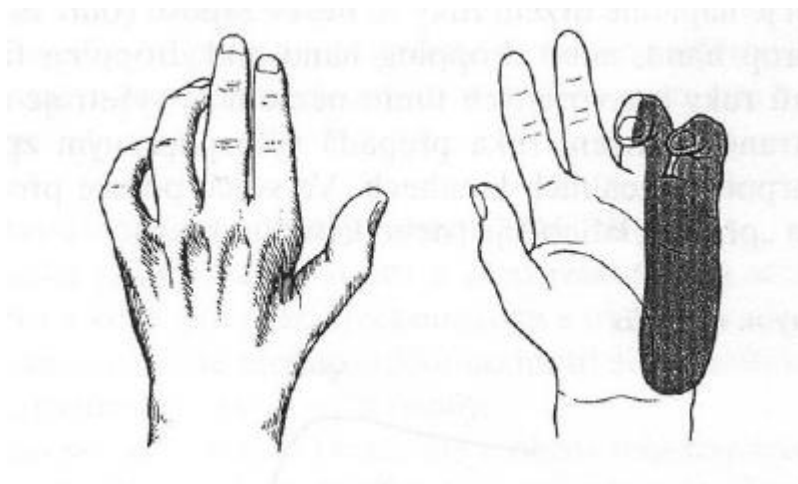
Léze n. ulnaris v axile a na paži má stejné klinické příznaky, jelikož n. ulnaris nevydává na paži žádnou větev. Léze se projevuje výpadem motorických i senzitivních funkcí v celém rozsahu nervu. Izolované postižení je velice vzácné, časté je spíše současné poranění i n. medianus, či n. radialis. Nejčastější lokalizace léze bývá v sulcus n. ulnaris a v kubitálním tunelu. Často se lze vyskytnout oboustranná léze n. ulnaris v lokti. V této oblasti se nacházejí dvě místa, kde může být nerv poškozen traumatizací, protažením, či kompresí. Jedná se o mělký, sulcus n. ulnaris a kubitální tunel. Jeho spodina je tvořena ligamentem loketního kloubu, mediálním epikondylem humeru a olekranonem. Strop tvoří tuhá aponeuróza m. flexor carpi ulnaris. V kubitálním tunelu výrazně zvyšuje tlak provádění flexe v lokti. Rozlišení léze na těchto dvou místech je velice obtížné, často nemožné. V oblasti loketního kloubu obsahuje nerv jak motorická, senzitivní, tak i vegetativní vlákna. Pacienti s lézí n. ulnaris v této oblasti mají často brnění čtvrtého a pátého prstu, které může doprovázet i bolest a tupost prstů, která může postupovat až na hypothenar. Výjimkou nejsou ani spontánní bolesti v oblasti mediálního epikondylu humeru, někdy bývá i celá mediální plocha lokte bolestivá na dotyk. Tyto potíže pacienty trápí nejvíce v noci, či při flexi v lokti. Mnohdy se vyvíjí i parézy a atrofie svalů, dochází i k neobratnosti a slabosti drobných pohybů ruky a prstů, potíže s jemnou motorikou, jako zatažení zipu u kalhot, nebo zapnutí knoflíku. Z důvodu oslabení hlubokého flexoru pro čtvrtý a pátý prst mají pacienti problémy se silným stisknutím ruky. Přítomna bývá porucha cití v celé oblasti nervu, což zahrnuje ulnární hranu ruky, palmární strana malíku, až k ulnární polovině prsteníku. Poškození n. ulnaris bývá zřetelné již aspekčně, kdy proximální články čtvrtého a pátého prstu jsou drženy v extenzi, naopak distální články jsou drženy v semiflexi (Obrázek 4). Popsané držení lze označit jako neúplnou drápopitou ruku, či anglicky “claw-hand“. Typické bývá i propadnutí v interoseálních prostorech, kdy důvodem je atrofie interoseálních svalů. Mezi zkoušky, kterými lze testovat přítomnost



léze n. ulnaris patří například Fromentova zkouška, při které se pacient snaží stisknout papír mezi extendovaný palec a ukazovák. Při lézi tento úchop není možný a místo plošného stisknutí pacient použije pinzetový úchop. Lze testovat i tzv. zkoušku kormidla. Zde se vyšetřuje flexe prstů, které jsou zároveň extendované v intergalangeálních (IP) kloubech. Postižení se pozná podle neschopnosti extenze čtvrtého a pátého prstu, kdy bývají pokrčené v IP kloubech. Existují i další zkoušky, avšak ty už nejsou tak průkazné, jelikož se při prováděných pohybech účastní i svaly, inervované z jiných nervů horní končetiny. Mezi ně patří zkouška špetky a misky. Zkouška špetky spočívá v rychlém přejíždění špičkou palce tam a zpět po bříšcích druhého, až čtvrtého prstu. Tuto zkoušku lze modifikovat lusknutím a v tom případě se nazývá jako zkouška lusknutí. Při zkoušce misky se pacient snaží o udržení dlaň v poloze, jako by v ní měl tekutinu. U testování n. ulnaris nesmíme zapomínat na zkoušku izolované abdukce a addukce malíku, zkoušku laterálních dukcí prostředníku a zkoušku roztažení prstů (Ehler & Ambler, 2002; Opavský, 2003).

Léze n. ulnaris na předloktí se vyskytuje velice zřídka a je podobná lézi v lokti. Naopak léze na zápěstí a v dlani jsou velice časté a dělí se na několik typů. Syndrom Guyonova kanálu je vzácný. Spodinu kanálu tvoří retinaculum flexorům, strop fascie vedoucí mezi os pisiforme a hamulus ossis hamati. Bývá zde postižena povrchová i hluboká větev. Při poruše povrchové bývá porucha cití na pátém prstu a ulnární polovině prstu čtvrtého, spolu s m. palmaris brevis. Hluboká větev postihuje m. adduktor pollicis, mm. interossei, mm. lumbricales pro čtvrtý a pátý prst a svalstvo hypothenaru. Postižení proximálního úseku hluboké větve na úrovni os pisiforme se nazývá syndrom Ramsay Hunt. Je zde přítomna paréza a atrofie svalů, avšak bez porušeného cití a s neporušenou funkcí m. palmaris brevis. Léze distálního úseku hluboké větve na úrovni os hamatum a distálně má za následek parézu svalů ruky, avšak hypothenar je v pořádku, stejně jako cití. Poranění r. superficialis v Guyonově kanálu a distálněji od něj zahrnuje poruchu cití a zároveň parézu m. palmaris brevis. Jako poslední je léze terminální části r. profundus, která je čistě motorická a způsobuje parézu m. interosseus dorsalis a m. adduktor pollicis. U těchto zmíněných poranění si pacienti nejčastěji začnou stěžovat na úbytek svalů, síly a zručnosti ruky. Je-li postižení r. superficialis, bývá přítomno brnění, porucha cití a je možná i zvýšená citlivost na chlad prsteníku a malíku. Příčiny těchto lézí jsou různé a mezi nejčastější patří úžinové syndromy, zevní komprese, akutní úrazy, kongenitální anomálie a infekce. Léze digitálních nervů se vyskytuje pouze vzácně a většinou následkem zevní

komprese. Do klinického obrazu patří parestezie, hyperestézie a bolest (Ehler & Ambler, 2002; Kaiser et al. 2016).



*Obrázek 4. Držení ruky u obrny n. ulnaris (Opavský, 2003).*

## 6 DIAGNOSTIKA

Vzhledem ke složitosti brachiálního plexu a rozmanitosti jeho poranění je diagnostika lézí velice obtížná. Je nutné určit výši, rozsah, intenzitu, akutnost či chronicitu léze a přitom je nutné vycházet z komplexní anamnézy, kam spadá charakter úrazu, zda se jedná o postižení kořenů, periferních nervů, či fasciкулů. Důležité je znát i výsledky zobrazovacích metod (Matulová et al., 1998).

„Stanovení přesné a včasné diagnózy je založeno na kombinaci klinického vyšetření, grafických a neurofyzilogických vyšetření“ (Rizdoň. 2008, p. 11).

### 6.1 Anamnéza

Anamnestické údaje získáme od pacienta přímým rozhovorem a jsou nedílnou součástí vyšetření. Podrobná anamnéza bývá většinou velice nápomocná k odhalení mononeuropatií, či polyneuropatií a musí být zaměřena jak na fyzickou zátěž, tak i na průvodní nemoci a jejich léčbu. Pod fyzickou zátěží si lze představit pracovní, sportovní a zájmovou aktivitu. Je nutné ptát se pacientů, zda provádějí nějaké jednostranné, nadměrné, dlouhotrvající či nefyziologické zátěže a jestli se vyskytují podobné potíže v jejich rodině, které mohou být způsobeny hereditární neuropatií, metabolickou poruchou, či nebyly pacienti vystaveni infekci, nebo nejsou po úraze. Často je nutné pátrat také po iatrogenní příčině, která může být způsobena aplikací injekcí nebo nedávnou operací v dané oblasti. Jestliže měl pacient nějaký úraz, je nutno jej rozebrat, jeho léčbu, fixaci končetiny, popřípadě komplikace. Většinu lézí periferních nervů provází brnění, mravenčení, pocity elektrických výbojů a tupostí, které se mohou objevovat přechodně, v atakách, ale také jen v daných situacích. Důležitým znakem mononeuropatií bývá bolest, který vzniká iritací senzitivních vláken v místě léze nervu, tak i bolest z okolních struktur, nebo na podkladě ischemie. Senzitivní příznaky bývají ohraničeny v místě komprese a inervační okresek dále distálně od místa léze. Pacient si v počátečních stádiích nestěžuje na potíže při postižení motorických vláken, přestože bývají přítomny. Tudíž nesmíme zapomínat zjišťovat, zda nemají pocity nešikovnosti, menší svalovou výdrž, pocit záškubů ve svalových snopcích, či pocit úbytku svalové hmoty. Přítomny bývají i vegetativní příznaky, jako změny pocení, blednutí či červenání kůže, pocit chladu či horka i rozvoj trofických změn na kůži a větší lámavost nehtů (Ehler & Ambler, 2002; Kolář et al., 2012).

## 6.2 Klinické vyšetření

Při podezření na možnou mononeuropatii je nutné prokázat přítomnost příznaků, odpovídajících senzitivní i motorické distribuci jednoho nervu. Již zpočátku je nutné diferencovat, zda se jedná o lézi radikulární, či lézi plexu s jinou distribucí příznaků, či se jedná o širší postižení, v rámci polyneuropatie. Zezačátku necháme pacienta ohraničit senzitivní poruchy, poté následuje naše vyšetření kožní citlivosti jemným dotekem a algické cití. Dále následuje vyšetření tepelného, chladového a hlubokého cití. Při testování cití všech kvalit je nutné, aby měl pacient zavřené oči, jelikož bez kontroly zraku je vyšetření stoprocentní. Jako jeden z hlavních příznaků mononeuropatií je parestézie, zejména u úžinových syndromů. Parestézie mohou být vyvolávány při doteku kůže v inervační oblasti nervu a mohou být výjimečně lokalizovány i do jiného kožního okrsku. Například u pacientů se syndromem karpálního tunelu, kdy se při dotyku dlaně může šířit brnění i do prstů. U úžinových syndromů se motorické příznaky objevují většinou až v pozdějších stádiích, naopak u akutních kompresí nervů jsou objeveny ihned. Projevují se hypotrofií a oslabením svalů, fascikulacemi, rychlou unavitelností sval a neobratností. Využití svalového testu je přesné, avšak časově náročné, tudíž lze používat různě modifikované zkoušky a testy, jako například zkouška abdukce při testování funkce m. deltoideus a jiné. Lokální nález v místě léze bývá také důležitý, jelikož zde můžeme pozorovat otok, či nahromadění vaziva, místní bolestivost, svalové spazmy, zduření či bolesti vazů a šlach (Ehler & Ambler, 2002).

Při klinickém vyšetření nesmíme zapomínat na aspekci, při které zjistíme držení a konfiguraci horní končetiny. Hodnotíme vzájemné postavení a tvar segmentu. Zjišťujeme, zda je u pacienta nějaké abnormální postavení segmentů v kloubech, deformity a jiné. Snažíme se určit zdroj změněné konfigurace. V případě léze brachiálního plexu vzniká držení končetiny v důsledku výpadku motorické funkce a ztráty inervace svalů zásobovaných z pažní pleteně. Změny konfigurace bývají převážně následkem atrofí svalů, otokem a kontrakturami. Nutno vyšetřovat svalový tonus, což je výraz pro svalové napětí, které lze spojovat s určitým stupněm elasticity svalů a snahou změnit jeho tvar pomocí pasivního pohybu postiženou končetinou, kdy u lézi brachiálního plexu nalézáme hypotonii, někdy až atonii. Na postižené horní končetině je nutné testovat fázické napínací reflexy. Na horní končetině je možno testovat reflex bicipitový (C5), stylo radiální a pronační (C5,C6), tricipitový (C7) a reflex flexorů prstů (C8). Všechny nervy vyšetřujeme pomocí neurologického kladívka, rychlým a pružným poklepem na šlachy svalů či periost v blízkosti úponů

svalu a sledujeme záškub, či kontrakci vyšetřovaného svalu. U periferních poškození nacházíme hyporeflexii, až areflexii. Vyšetření cití může být povrchové a hluboké. Vyšetření je nutno provádět oboustranně, v totožných zónách, aby se podařilo zachytit i nepatrné rozdíly. Při vyšetření povrchového cití se jedná o určení, zda pacient cítí daný podnět, či v jaké oblasti došlo ke změně. Taktilní cití, kdy se používá nejčastěji smotek vaty, kterým se vyšetřující dotýká kožních oblastí. Rozlišení tupých a ostrých předmětů, kdy se použijí dva hroty z různých materiálů a různým typem ostrosti. Pacient se snaží s vyloučením zraku posoudit, jakým hrotem se vyšetřující dotýká jeho kůže. Dvoubodová diskriminace je test, kdy se posuzuje vzdálenost, kterou je pacient schopen od sebe rozlišit bez zrakové kontroly. Vyšetřující pokládá na pacientovu kůži současně dva předměty a sleduje, při jaké vzdálenosti nemocný udá pocit pouze jednoho předmětu. Grafestézie je schopnost rozpoznat, jakou číslici vyšetřující vykresluje hrotem na kožní oblast. Do vyšetření hluboké cití spadá statestézie a kinestézie. Při testování statestézie má pacient za úkol popsat, do jaké pozice byla nastavena jeho horní končetina, či ruka, popřípadě nastavit druhostrannou končetinu do stejné pozice, avšak se zavřenými očima. Kinestézii provádíme tak, že velice jemným a pomalým tlakem (asi 30stupňů/10sekund) dráždíme proprioceptory a vychylujeme vyšetřovaný segment, kdy je pacient s neporušeným citím tuto změnu schopen zaznamenat. Vyšetření vibračního cití spadá také pod hluboké, avšak je nutné mít k dispozici ladičku se 128 Hz. Svalovou sílu u pacientů hodnotíme dle svalového testu, jehož úkolem je informovat vyšetřujícího o tom, jakou sílu je pacient schopen vyvinout (Opavský, 2003; Véle, 1997).

### **6.3 Zobrazovací metody**

Kromě anamnestických údajů a fyzikálního vyšetření je nutné nezapomínat na pomocná vyšetření, jako rentgenové vyšetření, výpočetní topografie po perimyelografii, magnetická rezonance a elektromyografie. Vyšetření pomocí PMG a CT v krční oblasti umožňuje zjistit výši, ve které došlo k avulzi kořenů, popřípadě, zda se jedná o postižení zadních, či předních kořenů. Zcela nezastupitelná jsou EMG vyšetření, která patří mezi elektrofyziologické pomocné vyšetřovací metody a které napomáhají zhodnotit funkční stav nervových kořenů, periferního nervového systému, nervosvalového přenosu a kosterních svalů. Grafický záznam se nazývá elektromyogram, který snímá povrchovými či jehlovými elektrodami bioelektrický signál a následně jej zpracovává. EMG může vyloučit, nebo naopak potvrdit klinické podezření, pomáhá při lokalizaci

a určení typu léze, odhaluje abnormality, které jsou při klinickém vyšetření nezjistitelné. EMG rozliší neuropatii demyelinizační, axonální a částečnou, ale také úplnou deinervaci. Jehlová elektromyografie, která pomocí jehlové elektrody registruje bioelektrický potenciál ze svalů a zaměřuje se na průkaz spontánní klidové aktivity a pozitivních ostrých vln, které se většinou objeví po dvou, až třech týdnech po avulzi kořene jako průkaz denervace svalových vláken. Jednotlivé fibrilace lze pozorovat ve svalech inervovaných větvemi plexus brachialis. Neurografie, také lze nazvat jako kondukční studie, vyšetřuje rychlost vedení a další parametry senzitivních a motorických vláken periferních nervů. Ta se provádí povrchovými elektrodami a je limitována na nervy, které jsou přístupné pro povrchovou stimulaci a leží povrchněji. Při elektrofyziologickém vyšetření je nutné zvážit typ i lokalizaci léze. Senzitivní nervový akční potenciál (SNAP) lze použít ke stimulačnímu vyšetření senzitivních vláken n. medianus, ulnaris et radialis a má zásadní význam při stanovení lokalizace poranění. SNAP je snímán antidromní či ortodromní technikou, které se následně zpřůměrují. Při ortodromní technice se dráždí kožní receptory na palmární straně akra jednoho, až dvou prstů a obvykle se snímá z nervu na zápěstí. Při antidromní technice stimulujeme nervy na zápěstí a snímáme kožní elektrodou z prstů. Při absenci SNAP lze usoudit, že je přítomna blokáda propagace aferentního vzruchu mezi periferií a ganglion spinale. U pregangliového typu postižení lze nalézt intaktní SNAP, kde je zachováno funkční spojení periferního nervu s příslušným spinálním gangliem a receptorů. Pomocí stimulačního vyšetření nervus ulnaris a medianus a jejich motorických vláken v Erbově bodě, dále na předloktí a na zápěstí lze zjistit vodivost vlákny a vyhodnotit svalovou odpověď, kterou následně nezapomenout porovnat s druhostrannou končetinou. SEP, jakožto somatosenzorické evokované potenciály z n. ulnaris et medianus lze současně registrovat z krční míchy, Erbova bodu a ze skalpu, což následně porovnáme opět s končetinou na zdravé straně. Vyšetření rozlišuje distálně uloženou překážku od proximální, kdy distální bývá uložena na úrovni sekundárních fascikulů, až periferních nervů a proximální na úrovni primárních svazků, až kořenů. Motorické evokované odpovědi (MEP) bývají vybavovány magnetickou stimulací motorického kortexu, nebo krční míchy a snímány ze svalů. Testuje se stav eferentních drah. Avulzi kořenů lze prokázat také pomocí MRI a CT perimyelografie, kde se v místě avulze nalézají cystické útvary se zadržením kontrastní látky bez známek neporušených kořenů (Ehler & Ambler, 2002; Kaiser et al., 2016; Matulová et al., 1998; Náhlovský et al., 2006).

## 7 CHIRURGICKÁ LÉČBA

Chirurgická léčba je nutná u otevřených, především u ostrých poranění s deficitem motorickým i senzitivním, kdy je nerv částečně, či úplně přerušen. Včasná a dobře provedená sutura je základ pro regeneraci. Optimální je provádět operaci do tří týdnů, avšak nejdéle do dvou měsíců od nehody. Řezná poranění mají po operaci příznivější prognózy, než poranění trakční. Zavřená traumata mají indikaci k revizi, pokud nedochází k ústupu denervačního syndromu. Poranění brachiálního plexu a jeho avulze je možno řešit operacemi rekonstrukčními. U úžinových syndromů je indikována léčba s dekompresí a uvolněním nervu pouze tehdy, je-li jasný objektivní nález, či nedochází k zlepšení po konzervativní, nechirurgické léčbě (Jedlička & Keller, et al., 2005).

### 7.1 Načasování operačního výkonu

Otevřená poranění se indikují k operaci akutně, kdy se provede revize rány a v případě diskontinuity dochází k sutuře mikrochirurgickou technikou. U zavřených poranění lze předpokládat, že nerv zůstal bez porušení své celistvosti, tudíž postupujeme nejprve konzervativně (Humhej & Sameš, 2015).

Kaiser et al. (2016) uvádí tzv. pravidlo 3x3, které zahrnuje tři možnosti načasování operace a to do tří dnů, za tři týdny, nebo za tři měsíce. Do tří dnů je dobré operovat čistá, ostrá poranění, kam spadají sečná, bodná a řezná, kdy nalezení distální části pahýlu usnadní možnosti jeho stimulace, jelikož je distální úsek vodivý až tři dny od jeho přetětí. Každé poranění nervu je stavem akutním a doporučuje se pouze okamžitá revize, která umožňuje suturu bez použití štěpů. Každý den navíc vede často k retrakci pahýlu, což komplikuje výkon pro operátora i pro pacienta. Operace za tři týdny se dělá u tržných znečištěných poranění, kam může spadat kousnutí, znečištěné rozsáhlé lacerace, střelná zranění a jiné. Primárně je zde provedeno ošetření s vyčištěním rány, následná sutura šlach a sval, včetně ošetření cév. Pokud se najdou oba dva pahýly, doporučuje se jejich vzájemná fixace stehem silonovým, který slouží k prevenci jejich retrakci a nutnosti následného použití delších štěpů. Po třech týdnech po poranění jsou dokončeny destruktivní změny na pahýlech a vznikají takzvané terminální neurony. Po třech měsících od poranění se operují všechna zavřená poranění, která měla EMG vyšetřením prokázány úplný denervační syndrom. V případě neurapraxe, kdy jde pouze o funkční postižení, se začíná objevovat funkce za tři týdny. V případě axonotmeze lze očekávat elektrofyzilogické známky reinervace po dvou až

třech měsících. Nepřítomnost elektrofyziologických známek vypovídá o kompresi nervu jizvou, či neurotmezi, kdy došlo k ruptuře nervu. Je-li po třech měsících zjištěna aktivita, pacient je v soustavné zdravotní péči a rehabilituje. Revizi lze indikovat i později, kdyby došlo k zástavě elektrofyziologického i klinického zlepšování.

Hems T. (2015) udává, že urgentní operace, či prováděná operace během pár dní bývá indikována akutním kompresím brachiálního plexu. Dále u otevřených poranění způsobených bodnutím, či jinou ostrou pronikající ránou. Zde zpoždění operace zvyšuje obtížnost operace a snižuje možnost opravy přímou suturou. Urgentní operaci vyžaduje i zranění s přidruženým arteriálním poraněním, které je také nutné opravit.

## 7.2 Operace

Při avulzi kořenů z brachiálního plexu je primární léčebnou metodou rekonstrukční, neboli reinervační operace. Při takovém výkonu se na funkční primární nebo sekundární fascikly pleteně paží našívají nervy, nebo jejich kořeny z méně důležitých částí. Využívá se to u těch, jejichž kořeny byly poraněny úrazovým mechanismem. Na funkčně důležité oblasti je možno transportovat kořeny C6, C6 a kořen C4 za odstupem n. phrenicus, lze použít i kořen C3. Tento výkon se provádí buď pomocí štěpů, nebo přímou suturou pahýlu postiženého kořene s kořenem dárcovským. Dalším způsobem může být reinervace n. musculocutaneus a n. axillaris z jiných nervů, jako například interkostální nervy a n. accesorius. Využit lze také kontralaterální nerv C7 a prostřednictvím jeho štěpů provést reinervaci některých nervů. Nevýhodou všech operací je obnovení hybnosti horní končetiny pouze částečné, tudíž je nutné provádět operace co nejdříve. Metoda, kterou lze využít u zastaralých poranění brachiálního a kdy už není možná reinervace v důsledku vazivových změn ve svalech spočívá v přesunu stopkatých štěpů ze svalu do postižené oblasti. Takto je možné přesunout například m. latissimus dorzi namísto denervovaného m. biceps brachii a obnovit tak flexi v lokti. Obecně lze tyto operace plánovat jednorázově, či rozdělit na dvě doby. V jedné době lze operaci provést, není-li nutné použít nervové štěpy, naopak ve dvou dobách v případě, kdy je nutné na motorické nervy našívat štěpy. Použití nervového štěpu prodlužuje dobu pro reinervaci svalového transplantátu. V případě operace ve dvou dobách se v první fázi provede sutura motorických vláken se štěpy a ve fázi druhé se spojí distální úseky na štěpu s nervem, který je přenesen ze svalového štěpu. Současně dochází k cévním anastomózám. Období mezi první a druhou fází se určuje přítomností motorických nervových vláken v pahýlu štěpu.



Jedná se o období asi od půl roku až do dvaceti měsíců. Musculus deltoideus může být rekonstruován pomocí horních vláken m. pectoralis major, nebo horními vlákny m. trapezius (Haninec, Houšťava, Stejskal & Smrčka, 1998).

Chuang, Epstein, Yeh & Wei (1993) uvádějí na podkladu studie se 167 pacienty s poraněním brachiálního plexu a léčených přenesením šlach či svalů, nebo rekonstrukčními operacemi, že výsledky druhé možnosti, tudíž rekonstrukčních operací jsou lepší, než v dalším případě. Dále uvádějí, že nervové transplantáty jsou méně výhodné, než sutury vlastních nervů a že transplantáty kratší než deset centimetrů jsou výhodnější, než ty delší. Ve své studii zjistili, že operace infraklavikulárních poranění bývá s lepší prognózou, než u supraklavikulárních.

Millesi a Schmidhammer (2007) udávají, že operatér periferních nervů by neměl věnovat pozornost pouze nápravě poškozených nervů, avšak by měl cítit zodpovědnost i za obnovení funkce horní končetiny.

Mezi chybné postupy operační léčby patří nerozeznání přesného poranění nervu, pozdní indikace k zákroku a sutury nervů, sutura nervu bez resekce zničených konců neschopných samotné regenerace, operování nervů bez autotransplantační a mikrochirurgické techniky a překlenování defektu nervu stažením jeho konců a se současnou fixací končetiny ve flekčním postavení (Dungl et al., 2014).

### **7.3 Pooperační postupy a výsledky**

Sutura nervů dosáhne své původní pevnosti asi za 3 týdny po operaci. Končetina se fixuje ve fyziologickém postavení lehkou dlahou na dva týdny, kdy po sundání ihned zahajujeme rehabilitaci. První dny je nutné držet končetinu v elevaci z důvodu otoku. Rehabilitace musí být cílená, dlouhodobá a měla by být zaměřena na senzitivní i motorické funkce (Dungl et al., 2014).

## **8 FYZIOTERAPIE**

„Rehabilitace je multidisciplinární odvětví medicíny, které se zaměřuje na zlepšení stavu a obnovu funkční schopnosti a kvality života pro osoby s tělesným postižením“ (Kaiser et al., 2016, p.51).

Periferní nervy jsou většinou smíšené, tvořeny vlákny senzitivními, motorickými a autonomními. Příznaky typu poškozených vláken se projevují podle typu poškození. Důsledkem léze senzitivních vláken může být snížená citlivost, brnění, někdy až silná neuropatická bolest. Poškození motorických vláken může mít za následek svalovou slabost, v těžších případech až ztrátu funkce končetiny (Kaiser et al., 2016).

Objektivní zhodnocení výsledků po rekonstrukčních operacích je těžké, avšak je nutné zdůraznit, že i minimální zlepšení je pro pacienta s těmito problémy mnoho (Vaňásková, Fabian, Kotková & Matulová, 1998).

### **8.1 Rehabilitace dle závažnosti poranění**

U akutních pacientů, kteří jsou léčeni chirurgicky, se v tomto stádiu provádí antiedematózní procedury, pečuje se o jizvu, včetně fyzikální terapie, zahrnuje se i kondiční fyzioterapie. U pacientů léčených konzervativně je nutné zahájit časnou fyzioterapii, při které se využívají facilitační techniky a antiedematózní a trofotropní procedury fyzikální terapie. Co se týče následné péče u pacientů v subakutním stádiu, tak se chirurgicky léčený pacient léčí dle délky doby od operace. U pacienta třetí týden po operaci provádíme antiedematózní procedury, specifické dlahování a šetrná péče o jizvu. Šestý týden do rehabilitace lze zařadit aktivní i pasivní cvičení rozsahů pohybů distálních partií na segmentu v okolí jizvy a zahájení šetrného posilování. Šestý, až osmnáctý týden zahajujeme senzoricou edukaci a elektrostimulaci. U subakutních pacientů léčených konzervativně zahrnujeme facilitační manuální techniky a tím se snažíme posílit zbytkový potenciál paretických skupin. Využívá se selektivní elektrostimulace paretických svalů jako prevence hypotrofie, či atrofie denervovaných svalů. Provádí se aktivace reinervovaných svalů do původních motorických stereotypů a posilování, jestliže je sval na stupni 3 dle svalového testu (Kaiser et al., 2016).

### **8.2 Rehabilitace před operačním výkonem**

Aby reinervace přinesla dobré výsledky, je důležité udržet paži v dobrém stavu již před operací. Uplyne-li dlouhá doba mezi úrazem a operací a pacient nemá odpovídající rehabilitační péči, vzniká po operaci obvykle velká ztuhlost ramenního kloubu, zápěstí, metakarpofalangeálních kloubů a častý bývá vznik i kontraktur. Mezi

další komplikace nedostatečně předoperační péče může být osteoporóza, trofické změny kůže, deformity nehtů a ztráta pocení denervované části těla. Je nezbytné zachovat co největší pasivní rozsah pohybu, než pacient podstoupí operační výkon (Vaňásková & Tošnerová, 1998).

### **8.3 Rehabilitace po rekonstrukčním chirurgickém výkonu**

Rehabilitační tým by měl pokračovat ve stejné terapii, jaká byla zavedena před operací, avšak na základě informací o provedeném výkonu je nutné rehabilitační plán pozměnit tak, aby pacient mohl dosáhnout co největšího obnovení funkce. V období, kdy u pacienta čekáme na reinervaci (tzv. období plegie) u něj provádíme pasivní cvičení na udržení rozsahu pohybu a pomocí neurofacilitačních metod se snažíme navodit očekávanou pohybovou aktivitu (Vaňásková & Tošnerová, 1998).

### **8.4 Preventivní opatření**

Tato opatření by měla zabránit postupnému rozvinutí strukturálních sekundárních změn v denervovaném svalu. Řadíme sem aplikaci tepla, správné polohování, masáže, provádění pasivních pohybů a elektrostimulaci. Ta je důležitá zejména u plegických svalů, kdy se pomocí elektrických impulzů vyvolává kontrakce denervovaného svalu a tím se podporuje jeho trofika do té doby, než dojde k jeho reinervaci. Využívá se elektrostimulace selektivní a impulsy s šikmým nástupem, při které se snažíme stimulovat pouze ta svalová vlákna, která jsou denervovaná. Elektrostimulace se obvykle ukončuje při první známce volní aktivity ve svalu (Kolář et al., 2012).

Do preventivního opatření bych zařadila také tvrzení, že léčba jako taková by se měla zaměřit na nápravu postižených funkcí a odstranění bolesti, což může poskytnout operační léčba a správná rehabilitace. Důležité je také vlastní zájem pacienta, bez kterého léčba nemůže být stoprocentní. Čím dříve si pacient vyhledá lékařskou a rehabilitační péči, tím lepší vyhlídky do života má (Scott, Ahmed, Scott & Kothari, 2013).

### **8.5 Analytické cvičení**

Používají se stimulační prvky a využívá se to u nejtěžšího oslabení, kdy je svalová síla 0 – 2. U svalové síly 0 a 1 děláme s pacientem pasivní pohyby, kdy mu dáme za úkol, snažit si uvědomovat prováděné pohyby. U stupně 2 s pacientem cvičíme s vyloučením gravitace aktivně s tím, že mu v pohybu dopomáháme. Od třetího stupně

se již cvičí aktivně, bez dopomoci a proti gravitaci, u stupně 4 a 5 i proti odporu (Kolář et al., 2012).

### **8.6 Proprioceptivní neuromuskulární facilitace**

Komplexní facilitační metoda, která je nepostradatelná při léčbě poranění periferních nervů. Základním principem je zjednodušení a usnadnění pohybu pomocí provokace signalizace ze svalového vřeténka, kožních a kloubních receptorů, kdy dochází k aktivaci co nejvíce motorických jednotek. Jde o metodu, kdy dochází k facilitaci koordinovaných a účelných pohybových vzorců a zároveň ve stejném čase je pacientovi poskytována zpětná vazba k zesílení aktivity v normálních pohybových vzorech. Název této metody se skládá ze tří slov, kdy každé z nich má nějaký svůj význam. Proprioceptivní složka využívá stimulaci receptorů, mající vztah k poloze a pohybu těla. Neuromuskulární, kdy se pracuje se svaly a nervy a zároveň dochází ke zlepšení jejich funkčního propojení. Poslední složkou je facilitace, která napomáhá v pohybu a podporuje jej. Umožňuje snadnější iniciaci a provedení daného pohybu. Využívají se diagonální pohyby končetin proti odporu vyšetřujícího. Je třeba dbát na správnou volbu diagonály a postupů, aby docházelo k aktivaci právě těch svalů, které to potřebují (Bastlová, 2013; Kolář et al., 2012).

### **8.7 Vojtova metoda**

Při používání této metody je třeba vybírat polohu, při které by došlo k vybavení normální, optimální aktivity paretického svalu. Dále je nutné respektovat výbavnost jedince a svalovou sílu paretických svalů tak, abychom určili co nejméně náročnou výchozí pozici pro pohyb (Kolář et al., 2012).

### **8.8 Senzorická stimulace a reedukace**

Metoda senzorické stimulace se využívá především u paréz dolních končetin, avšak lze ji využít i na horních končetinách. Při cvičení dochází k současné aktivace více svalových skupin, zlepšuje se rychlost kontrakce a koordinace (Kolář et al., 2012).

Senzorická reedukace by měla být zaměřena na ovlivnění deafferentace a nežádoucích důsledků. Dle stupně poškození se využívají techniky ke stimulaci cití. V počátcích, kdy není žádná citlivost v inervované oblasti, se využívá prvků vizuotaktilní stimulace a mobilizačního cvičení. Stimulace na základě iluze k aktivaci somatosenzorické kortikální mapy. V tomto stádiu lze využít mirror therapy. V další fázi, kdy je již citlivost v postižené oblasti a pacient definuje, kde, co a jak cítí,

se zaměřujeme na rozpoznání tvarů a textury předmětů. Předmět pacient identifikuje se zavřenýma a následně s otevřenýma očima. Cílem této metody je zlepšení citlivosti, snížení alodynzie, bolesti a hyperalgie v rámci sensorické reedukace (Kaiser et al., 2016).

### **8.9 Prevence kontraktur**

Vzhledem k částečné, či úplné denervaci je riziko vzniku sekundárních změn vysoké. Může se jednat o svalové atrofie, kloubní kontraktury, nebo přetažení postižené svalově-šlachové jednotky. K prevencím těchto komplikací se používají dlahy, které usnadňují optimalizovat hybnost pomocí pasivních omezení a přesměrovávání síly zdravých struktur. Mezi hlavní důvody dlahování při parézách patří prevence kloubní kontraktury, zamezení nežádoucímu přetížení zdravých svalů, usnadnění funkčního zapojení ruky a prevence rozvoje nefyziologických vzorů hybnosti (Kaiser et al., 2016).

### **8.10 Fyzikální terapie**

Fyzikální terapie je nenahraditelnou složkou při periferních parézách. Před zahájením rehabilitace využíváme lokálně aplikaci tepla zejména pro vazodilatační, myorelaxační a analgetický účinek. Při těchto aplikacích je však dbát zvýšené opatrnosti, má-li pacient porušené cití, aby nedošlo k popálení. Pro aplikaci tepla lze využít parafínové zábaly, horké obklady, koupele, či vířivé lázně (38-40°C). Při atrofiích se osvědčuje podvodní masáž na končetiny, kterou aplikujeme centripetálně, kdy by teplota vody měla být 35-37°C. Regeneraci poškozeného nervu lze urychlit také pomocí magnetoterapie, kterou lze indikovat, jelikož má vazodilatační, antiedematózní a protizánětlivé účinky. Pro biostimulační a protizánětlivé účinky lze použít i laser. Vyskytnou-li se u pacienta s periferní parézou akrální otoky, účinné bývá použití vakuumkompresní terapie, která využívá střídání přetlaku a podtlaku ve válci, ve kterém je končetina uložena (Kolář et al., 2012).

#### **8.10.1 Elektrodiagnostika**

Elektrodiagnostické vyšetření je užitečným testem pro přesnou lokalizaci místa, určení rozsahu poranění a identifikaci převládající patologie a pomáhá objektivně kvantifikovat závažnost poranění brachiálního plexu (Mansukhani, 2013).

Ve fyzikální terapii lze pojem elektrodiagnostika chápat jako stanovení optimálních impulzů pro dráždění poškozených, nedenergovaných svalů a následnou elektrostimulaci. Při elektrodiagnostice sledujeme akomodační kvocient, díky kterému lze hodnotit míru reinervace. Vyšetřujeme reobázi, což je nejmenší naměřená intenzita

prahově motorická při impulzu v mA. Chronaxii určujeme v ms a jedná se délku impulzu o intenzitě dvakrát větší, než je zmíněná reobáze. Akomodace je adaptace eferentních nervových vláken při dráždění s pomalým nástupem intenzity a se šikmými impulzy. Kontrakci je možné vyvolat pouze při několikanásobně vyšší intenzitě, než když dráždíme sval při stejné délce pravoúhlým impulzem. Denervovaná vlákna nemají vliv eferentní inervace, tudíž ztrácejí schopnost akomodace. V tomto případě kontrakci vyvolá jak šikmý impulz, tak i pravoúhlý s prakticky stejnou intenzitou. Akomodační kvocient vyjadřuje míru akomodace, což je podíl minimální intenzity, která vyvolá kontrakci pravoúhlým a šikmým impulzem při době impulzu 1000 ms. Optimální intenzita akomodačního kvocientu pro inervovaný sval je 2-6, pro sval částečně denervovaný 1-2 a pro úplně denervovaný sval  $\leq 1$ . Jedinou možnou metodou pro elektrodiagnostiku je Hoorvegova-Weissova I/t křivka, která má svou klasickou i zkrácenou verzi. Klasická verze I/t křivky měří prahově motorickou intenzitu pomocí šikmých a pravoúhlých impulzů za standardní délku. Délka impulzu pro měření křivky je 0,01; 0,05; 0,1; 0,5; 1; 5; 10; 50; 100; 500 a nakonec 1000 ms. Měření probíhá tedy jedenáctkrát pomocí šikmých i pravoúhlých impulzů a měří se jak zdravé svaly na jedné končetině, tak denervované na druhé. Tudíž dochází k 44 měřením, což je ale velice náročné jak časově, tak i pro pacienta, jelikož vyšetření není příjemné. Zkrácená I/t křivka se provádí pouze změřením minimální intenzity při délce impulzu 1000, 500 a 100 ms. Měříme opět jak denervovaný, tak zdravý sval, celkově tedy provedeme šest měření. V obou případech je nutné zavádět výsledky do semilogaritmického grafu s odlišným zaznamenáním pro každý sval a typ impulzu (Poděbradský & Poděbradská, 2009).

### **8.10.2 Elektrostimulace**

Dráždění při elektrostimulaci se provádí monopolárně kuličkovou elektrodou v místě motorického bodu daného svalu. Při periferní paréze pod kuličkovou elektrodu dáváme anodu, u zdravého svalu katodu. Motorický bod je místo, ze kterého lze vyvolat kontrakci nejmenší intenzitou při perkutánní stimulaci. Většinou se nachází v proximální části svalu a lze toto místo charakterizovat jako místo největšího nakupení nervosvalových plotének a vstupu nervu. U postižení a denervaci svalu se motorický bod přesouvá distálněji a to obvykle do místa, kde je sval uložen nejvíce pod povrchem. K nalezení motorického bodu používáme pravoúhlé impulzy s dobou trvání asi 1-5 ms a frekvencí 0,3 až 0,15 Hz. Nesmíme zapomínat pracovat v režimu CV – constant voltage, jelikož se pohybujeme po suché kůži. Elektrostimulaci periferních paréz

nejčastěji provádíme monopolárně s malou diferentní anodou a indiferentní katodou, která má větší plochu a je uložena distálně nebo proximálně na daném segmentu. Je-li obtížné nalézt motorický bod, či má stimulace trvat déle, je možné využít bipolární uložení a dráždění dvěma stejně velkými elektrodami. Délka stimulace je u každého pacienta rozdílná a je nutné předejít vyčerpání svalu, což se může projevit změnou kvality kontrakce či nutností neustále zvyšovat intenzitu. Z důvodu prevence přetížení svalu provádíme stimulaci svalů kratší dobu několikrát denně 1-3 minuty. Elektrostimulaci je nezbytné zahájit co nejdříve po poranění, či stanovení diagnózy a je nutné ji provádět po dobu trvání regenerace axonu, kdy axon dorůstá rychlostí asi 3 mm/den. Během návštěv pacienta je nutné po asi třech týdnech provádět kontrolní I/t křivky a jakmile dojde k obnovení dráždivosti o délce 1-10 ms pravouhlými impulzy, lze přejít na elektrogymnastiku. Dalším důvodem pro přerušení elektrostimulace je dosažení svalové síly stupně 4 a to se přechází také na elektrogymnastiku, při které jde o vyvolání kontrakce svalů pomocí elektrického dráždění (Poděbradský & Poděbradská, 2009).

## 9 ERGOTERAPIE

Ergoterapie je zaměřena především na funkci postižené končetiny a její využití při běžných denních aktivitách. Zabývá se také soběstačností a nácvikem kompenzačních strategií pro postiženou končetinu. Ergoterapie u periferní parézy napomáhá ke zdokonalení motoriky pacienta a jejím cílem je zlepšit pacientovu sebeobsluhu a soběstačnost. Ergoterapii lze dělit dle stádia onemocnění, kdy první je fáze denervace. Zde dochází k obnově pacientově soběstačnosti a zde prioritní jsou zde všechna opatření pro rozvoj sekundárních změn. Provádí se stimulace vjemů hmatem, podporuje se trofika, provádí se pasivní pohyby a mobilizace ruky. Fáze postupné inervace nastává, jakmile se objeví u pacienta jakýkoliv aktivní pohyb. Zde by se ergoterapie měla zaměřit na schopnost využít tyto aktivní pohyby ve vykonávání běžných denních činností. Jakmile dosáhne pacient svalové síly vyšší než 2, jsou indikovány nenáročné činnosti s postupnou zátěží na svalové funkce. Když pacient zvládá alespoň částečně dorzální flexi v zápěstí, je schopen extenze a abdukce prstů, včetně palce, začínají se trénovat úchopové funkce. Dále pokračujeme s podporou hmatových vjemů, kdy už přidáváme náročnější úkoly, jako rozlišování tvarů, povrchů a teplot. Třetí fáze zahrnuje zdokonalování pohybu, při kterém se vyžaduje už plné zapojení končetiny do denních činností. Zaměřujeme se na trénink denních, pracovních i volnočasových činností. V této fázi je stupňovaná náročnost, jak ve smyslu rozpoznávání předmětů menší velikosti, či vyšší nároky na přesnost pohybu a jemnou motoriku. Pacient by se měl nyní už zvládnout podepsat, nebo napsat krátký text. Jako další fázi lze považovat trvalé následky, ke kterým dochází při nepříznivé prognóze a následné radikální změně kvality života pacienta. Nutná je náhrada ztracených funkcí. Má-li pacient alespoň částečně funkční horní končetinu, je vhodné ji zapojovat do denních aktivit různými kompenzačními strategiemi. V ergoterapii nesmíme zapomínat doporučovat pacientům kompenzační strategie a technické pomůcky pro usnadnění sebeobsluhy a soběstačnosti pacienta (Kaiser et al., 2016; Kolář et al. 2012).



## 10 KAZUISTIKA PACIENTA

Pacient: muž, L.A.

Věk: 33 let

Výška: 175 cm

Váha: 90 kg

Dg.: Kompletní léze brachiálního plexu PHK po rekonstrukci s cílem obnovení nervové činnosti.

### 10.1 Anamnéza

Nynější onemocnění: Pacient po nehodě na motorce, kdy byl sražen autem (10/2016). U pacienta bylo provedeno CT a perimyelografické a elektromyografické vyšetření, kdy byla zjištěna léze C7-Th1 a těžká postgangliová léze C5-C6. Měl polytraumatické zranění, obsahující frakturu pravého humeru s avulzí brachiálního plexu, dále bylo přítomno subarachnoideální krvácení, subdurální hematom, kontuze plic, fraktura calanea PDK a fraktura metatarzálních kostí PDK. 17.2.2017 byla v Ústí nad Labem provedena operace brachiálního plexu s přístupem přes pravou klavikulu (operatér MUDr. Ivan Humhej). Pacient nosí pravou horní končetinu v závěsu.

Osobní anamnéza: Pacient si prošel normálním psychomotorickým vývojem bez komplikací. V dětství neprodělal žádné úrazy či operace, pouze běžné dětské nemoci a infekční choroby. Pacient prodělal operaci pravého kolenního kloubu, kdy mu byla prováděna plastika předního zkříženého vazů. Pacient je pravák.

Rodinná anamnéza: Matka pacienta trpí Diabetes mellitus II. typu, otec je po smrti, zemřel na IM ve 48 letech. Bratr zdravý.

Pracovní anamnéza: Pacient byl po 13 let dělníkem, nyní je v invalidním důchodu z důvodu plegie pravé horní končetiny.

Sportovní anamnéza: Dříve v oblíbené jízdě na kole, na motorce, práce na rodinném domě. Nyní pouze menší práce, které lze zvládnout pomocí zdravé horní končetiny.

Sociální anamnéza: Žije s přítelkyní v rodinném domě

Alergická anamnéza: Pacient udává alergie pouze na coldrex.

Farmakologická anamnéza: Pacient užívá neurontin, lyricu a zaldiar při bolestech.

Abusus: alkohol příležitostně, dříve byl kuřák, avšak od nehody nekouří

## **10.2 Kineziologický rozbor**

### Pohled zezadu:

Hyperaddukce pravé lopatky z důvodu poškození nervus thoracicus longus l.dx. a následné atonie musculus serratus anterior. Hypotonus m. levator scapulae a horních vláken m. trapezius na pravé straně, na levé straně hypertonus zmíněných svalů. Pravý ramenní kloub výše, současně s elevací pravé lopatky. Hypertonus mm. scaleni, což částečně omezuje lateroflexi doleva. Přítomna hypotonie nedenergovaných svalů na pravé horní končetině, jelikož pacient nosí horní končetinu v závěsu.

### Pohled zepředu:

Při pohledu zepředu je na první pohled viditelné postižení pravé horní končetiny. Znamky poranění brachiálního plexu se projevují hypotrofií a atonií svalů. Pravé rameno je typicky kostnaté z důvodu avulze brachiálního plexu, horní končetina v pronačním postavení a v semiflekčním držení. Pravá klavikula a prsní bradavka výše.

### Pohled z boku:

Pravé rameno a celá horní končetina v pronačním postavení.

Subjektivně pacient udává bolestivé dorzum ruky, předloktí na flexorové straně a loketní kloub. Od lokte distálně udává pacient anestézii.

### Vyšetření jizvy:

Jizva volná, růžová, avšak hypersenzitivní. Vede od axily, k SC skloubení, přes processus xiphoideus sterni, dále na přední plochu ramenního kloubu a po vnitřní straně na loket.

## **10.3 Neurologické vyšetření**

Pacient orientován allopsychicky, somatopsychicky i autopsychicky. Spolupracuje.

### **10.3.1 Reflexy na horních končetinách**

U pacienta je na pravé horní končetině areflexie, na levé hyporeflexie. Testovány reflexy bicipitový, tricipitový, pronační, stylo radiální, flexorů prstů. Následně vyzkoušen i zesilovací manévr, avšak beze změny.

### 10.3.2 Čítí

Povrchové čítí na PHK porušené, proximálně od LOK cítí pouze tlak, distálně od LOK anestézie, LHK v normě. Hluboké čítí nebylo na PHK možné otestovat, na LHK bylo v pořádku.

### 10.3.3 Postižení periferních nervů

Při testování n. axillaris bylo nemožné provést abdukci paže, aspekčně přítomné typické “kostnaté rameno“. N. musculocutaneus otestován neschopností provést flexi v loketním kloubu. Léze nervus medianus byla ozřejmena typickou hypotrofií thenaru a současně pacient nebyl schopen udělat zkoušky na tento nerv, jako jsou: zkouška mlýnku, abdukce palce, kružítko, láhve, zkouška kolečka, přivolání, izolované flexe prostředního a distálního článku prstu a zkouška sepnutých rukou. U pacienta je přítomen příznak labutí šije a tzv. kapkovitá ruka, což vypovídá o poškození n. radialis. Dále pacient nezvládl provést zkoušky, jako je špetka, kormidlo, lusknutí, zkouška dle Fromenta, nebo zkoušku misky, tudíž bylo průkazné postižení i n. ulnaris.

### 10.4 Svalový test

Testování svalové síly bylo provedeno pomocí funkčních svalových testů dle Jandy.

Na levé horní končetině nebylo žádné oslabení, pacient má zde stupeň 5 dle svalového testu.

Testování pravé horní končetiny bude rozepsáno nyní.

#### LOPATKA

**Addukce:** svalová síla oboustranně 4+. Testován: m. trapezius-střední vlákna, m. rhomboideus major a m. rhomboideus minor.

**Kaudální posun s addukcí:** svalová síla na PHK stupeň 3. Testován: m. trapezius-dolní vlákna.

**Elevace:** svalová síla oboustranně stupeň 5. Testován: m. trapezius-horní část a m. levator scapulae.

**Abdukce s rotací:** m. serratus anterior – nemožné otestovat

Ramenní a loketní kloub, předloktí, zápěstí, metakarpofalangové a interfalangeální klouby prstů, karpometakarpový kloub palce ruky, palec, malík, metakarpofalangový a interfalangeální kloub palce nebylo nutné testovat z důvodu plegické celé horní končetiny a zároveň zde nebyl vyvinut žádný aktivní pohyb. Tudíž dle svalového testu lze horní končetině přiřadit stupeň 0.

Pro úplnost zde uvádím přehled svalů, provádějících pohyby v jednotlivých kloubech pro případ, že by pacient nebyl plegický a bylo u něj možné vyvolat alespoň malou motorickou odpověď:

### RAMENNÍ KLOUB

Flexe: m. deltoideus-klavikulární část; m. coracobrachialis

Extenze: m. latissimus dorsi; m. teres major; m. deltoideus-lopátková část

Abdukce: m. deltoideus-akromiální část; m. supraspinatus

Extenze v abdukci: m. deltoideus-lopátková část

Addukce: m. pectoralis major-pars clavicularis, sternocostalis, abdominalis

Zevní rotace: m. infraspinatus, m. teres minor

Vnitřní rotace: m. subscapularis, m. pectoralis major, m. latissimus dorsi, m. teres major

### LOKETNÍ KLOUB

Flexe: m. biceps brachii, m. brachialis, m. brachioradialis

Extenze: m. triceps brachii, m. anconeus

### PŘEDLOKTÍ

Supinace: m. biceps brachii, m. supinator

Pronace: m. pronator teres, m. pronator quadratus

### ZÁPĚSTÍ

Flexe s addukcí: m. flexor carpi ulnaris

Flexe s abdukcí: m. flexor carpi radialis

Extenze s addukcí: m. extensor carpi ulnaris

Extenze s abdukcí: m. extensor carpi radialis longus et brevis

### METAKARPOFALANGEOVÉ KLOUBY PRSTŮ

Flexe: mm. lumbricales, mm. interossei dorsales, mm. interossei palmares

Extenze: m. extensor digitorum, m. extensor indicis, m. extensor digiti minimi

Addukce: mm. interossei palmares

Abdukce: m. interossei dorsales, m. abduktor digiti minimi

### INTERFALANGEÁLNÍ KLOUBY PRSTŮ (IP)

Flexe v proximálním IP: m. flexor digitorum superficialis

Flexe v distálním IP: m. flexor digitorum profundus

### KARPOMETAKARPOVÝ KLOUB PALCE RUKY

Addukce: m. adduktor pollicis

Abdukce: m. adduktor pollicis longus, m. abduktor pollicis brevis

## PALEC A MALÍK

Opozice: m. opponens pollicis, m. opponens digiti minimi

## METAKARPOFALANGOVÝ KLOUB PALCE (MP)

Flexe: m. flexor pollicis brevis

Extenze: m. extensor pollicis brevis

## INTERFALANGEÁLNÍ KLOUB PALCE (IP)

Flexe: m. flexor pollicis longus

Extenze: m. extensor pollicis longus

### **10.5 Antropometrie**

Délky horních končetin jsou u pacienta symetrické, měření obvodů se lišilo, tudíž uvádím výsledky v tabulce.

Tabulka 1

*Antropometrie*

MÍSTO MĚŘENÍ	PRAVÁ HORNÍ KONČETINA	LEVÁ HORNÍ KONČETINA
Obvod relaxované paže	29 cm	35 cm
Obvod paže v kontrakci	X	38 cm
Obvod lokte	28 cm	29 cm
Obvod předloktí	25 cm	31 cm
Obvod zápěstí	18 cm	18 cm
Obvod hrudníku	115 cm	

### **10.6 Goniometrie**

Měření rozsahu pohybu na levé horní končetině jak pasivní, tak aktivní vyšlo ve fyziologických hodnotách. Na pravé horní končetině aktivní rozsah pohybu nebylo možné vyšetřit. Pasivní vyšetření flexe, extenze, horizontální addukce a vnitřní rotace vyšlo též ve fyziologických hodnotách, avšak abdukce byla omezena do 110° z důvodu bolesti, současně zevní rotace také omezena z důvodu bolesti do 30°.

## 11 DISKUZE

Problematika brachiálního plexu je velmi široká a nabízí mnoho podnětů pro vedení diskuze. Brachiální plexus patří mezi nejsložitější pleteně a v praxi nelze udávat jednotnou léčbu pro každého pacienta s touto diagnózou, jelikož každé poranění je individuální a liší se jak operativní, tak i konzervativní léčbou, fyzioterapií a fyzikální terapií.

Poškození pažní pleteně patří mezi nejzávažnější a nejčastější nervová poranění, která vedou k výraznému poškození funkce. Při poškození dochází nejen ke ztrátě motorické funkce končetiny, ale i k ovlivnění pacientů z psychosociálního a ekonomického pohledu (Prasad et al., 2013), což u mnoha pacientů může vyvolat pocit beznaděje se ztrátou motivace.

Jak uvádí Rizdoň (2008), pro stanovení přesné diagnózy je nutná kombinace klinického a neurofyziologického vyšetření. Zpočátku je třeba určit rozsah léze a typ poranění. Dle poměru postižení nervových vláken dělíme poranění na mononeuropatie a polyneuropatie, kdy znalost přesného poranění u vyšetřovaného pacienta je nedílnou součástí, stejně jako šíře poranění nervů. Seddon (1972) a Sunderland (1972) se ve svých tvrzeních liší a každý uvádí možnosti poranění nervů jinak. Seddon (1972) rozděluje poranění nervů pouze do tří skupin, kam patří neurapraxe, axonotmese a neurotmese, zatímco Sunderland (1972) uvádí rozsáhlejší klasifikaci a neurotmézu dělí na další tři podskupiny. Klasifikace dle Sunderlanda se používá více a dle mého názoru je to správné, jelikož dochází k detailnějšímu popisu poranění nervu, což může pomoci k indikaci správné léčby.

Celý plexus je protažen do délky, protože jde od krčního úseku páteře, vystupuje mezi m. scalenus anterior a medius, běží šikmo laterálně a dolů za klíční kost, odkud směřuje až do axily. Z takového anatomického uspořádání rozdělujeme plexus na část supraclavikulární a infraclavikulární. U pars supraclavicularis se Pára, Matulová & Schreiber (1998) shodli s autorem Kolář et al. (2012), že horní trunkus vzniká z kořenů C5 a C6, střední z kořenu C7 a dolní z C8 a Th1. S těmito dvěma autory se shodli i zahraniční autoři Scott, Ahmed, Scott & Kothari (2013), kteří uvádějí stejné segmentální uspořádání.

Nejvíce odlišností mezi autory jsem nacházela při uvádění segmentů, kdy Kolář et al. (2012) uvádí segmenty u brachiálního plexu C5-Th1, stejně jako Amber (2013). Zatímco Pára, Matulová & Schreiber (1998) uvádějí kořeny C4-Th2. Při popisu jednotlivých nervů se plno autorů také neshodlo. Například u n. radialis Kolář et al.

(2012) a Amber (2013) uvádějí, že se jedná o segmenty C5-C7, avšak Opavský (2003), Druga et al. (2013) a Pára, Matulová & Schreiber (1998) zmiňují kořeny C5-Th1. Jeden z mála nervů, kdy se autoři shodli, byl n. thoracicus longus, kdy Ambler (2013), Kolář et al. (2012) a Pfeiffer (2007) a uvedli kořeny C5-C7.

Nejvíce se mi líbilo zpracování přehledu nervů od Ehler & Ambler (2002), kteří například u n. medianus hezky a přehledně uvedli lézi nervu jak v axile, na paži, tak i na zápěstí, kde dochází k syndromu karpálního tunelu.

Pro otestování motorické funkce nervů se používají testy, které jsou individuální pro každý nerv a které jsou přehledně sepsány a vzájemně bez významných odlišností v publikacích od Opavského (2003) a Kaisera et al. (2016).

Všichni autoři se shodli na nutnosti včasné a dobře provedené sutuře, což je základ pro regeneraci nervu. Jedlička & Keller, et al. (2005) udávají, že je optimální provádět operaci do tří týdnů, ale Kaiser et al. (2016) uvádí pravidlo 3x3, kdy načasování operačního výkonu závisí na typu a míře poškození. Dungal et al. (2014) upozornil na možné chybné postupy, kam patří nerozeznání přesného poranění nervů a pozdní indikace k zákroku. Líbí se mi tvrzení, které ve své knize uvádějí Millesi a Schmidhammer (2007), že operátor by neměl věnovat pozornost pouze nápravě poškozených nervů, ale měl by také cítit zodpovědnost za obnovení funkce horní končetiny. Tím by se podle mého názoru měl řídit každý operátor.

Při psaní fyzikální terapie, konkrétně elektrostimulace jsem narazila na další odlišnosti. Jako první bylo uvedeno, že dráždění se provádí nejčastěji kuličkovou elektrodou – katodou, avšak jelikož máme periferní parézu, je nutné použít anodu. Druhá odlišnost byla uvedena při přechodu z elektrostimulace na elektrogymnastiku. Poděbradský & Poděbradská (2009) uvádějí, že při dosažení svalové síly stupně 3 přecházíme na elektrogymnastiku, avšak Mgr. Josef Urban uvedl, že při stupni 3 stále pokračujeme ve stimulaci a teprve až při dosažení svalové síly stupně 4 přecházíme na elektrogymnastiku (osobní sdělení, 7. listopadu, 2017).

V ergoterapii jsem nenalezla žádné odlišnosti mezi autory, avšak bych ráda poukázala na tuto problematiku, jelikož si myslím, že není v podvědomí každého terapeuta, i když je pro soběstačnost a sebeobsluhu nenahraditelná.

## 12 ZÁVĚR

Poranění brachiálního plexu a následná možná paréza či plegie velice omezuje život pacientů, jak v osobním, tak i společenském životě. Přináší s sebou omezení pohybu a určitých funkcí potřebných k samostatnosti a soběstačnosti. Horní končetinu využíváme dennodenně, bez toho aniž bychom si to uvědomovali. Znovunabytí těchto funkcí je sice zdlouhavý proces, avšak pro pacienty je to jejich největší cíl, tudíž díky jejich snaze a motivaci bývá prognóza často dobrá. S postupem času a se zlepšujícím se stavem je možné využívat více a více terapeutických postupů, kdy je ale nutné připravit pacienta na skutečnost, že výsledky léčby nejsou vidět ihned, avšak až s odstupem času.

Fyzioterapeut zastává u pacienta s poraněním brachiálního plexu nezastupitelnou roli. Je zodpovědný za průběh rehabilitace, kdy musí zabránit vzniku sekundárních komplikací, jako rozvoji svalových atrofií a kontraktur. Musí nastavit správný léčebný plán, kdy je nutné zaměřovat se na udržení rozsahu pohybu a pohyblivosti postižených kloubů a zvolení správné elektrostimulace příslušného úseku pro co nejlepší podporu reinervace a co nejrychlejší obnovení funkce.

Problematika periferní nervové soustavy a periferních nervů mě zaujala již v počátcích mého studia, tudíž psaní mé bakalářské práce mě bavilo a pomohlo mi zorientovat se více v této problematice.



### **13 SOUHRN**

V první části své bakalářské práce shrnuji anatomické poznatky o periferním nervovém systému, brachiálním plexu a jeho paréze. Uvádím druhy poranění a všechny klinické příznaky a vyšetření jednotlivých nervů. V další části jsem se zaměřila na diagnostiku, možnosti léčby poranění brachiálního plexu, kam spadá jak operační, tak i konzervativní léčba a jaké jsou možnosti rehabilitační a fyzikální terapie po rekonstrukčních výkonech. Dále zmiňuji možnosti pacientů v rámci ergoterapie.

Poslední část mé bakalářské práce se věnuje kazuistice, kdy jsem vyšetřovala pana L.A. s kompletní lézí brachiálního plexu a následnou rekonstrukční operací.

## **14 SUMMARY**

In the first part of my bachelor thesis, I summarize the anatomical findings about the peripheral nervous system, the brachial plexus and its paresis. I introduce the injury types and all clinical symptoms and examination of individual nerves. In the next part, I focused on diagnostics, possibilities of treatment of brachial plexus injury, where both surgical and conservative treatment belongs, and what are the possibilities of rehabilitation and physical therapy after reconstruction. I also mention the possibilities of patients in the field of ergotherapy.

The last part of my bachelor thesis is devoted to casuistry, where I was investigating Mr. L.A. with a complete lesion of the brachial plexus and subsequent reconstructive surgery.

## 15 REFERENČNÍ SEZNAM

- Alexandre, A., Masini, M., Menchetti, P.M. (2011). *Advances in minimally invasive surgery and therapy for spine and nerves*. Wien, Austria: Springer.
- Ambler, Z. (2011). *Základy neurologie*. Praha, Česká republika: Galén.
- Ambler, Z. (2013). *Poruchy periferních nervů*. Praha, Česká republika: Triton.
- Antoniadis, G., Kretschmer, T., Pedro, M.T., König, R.W., Heinen, Ch,P.G, Richter, H.P. (2014). Iatrogenic Nerve Injuries. *Deutsches Arzteblatt International*, 111(16), 273-279. doi: 10.3238/arztebl.2014.0273
- Bastlová, P. (2013). *Proprioceptivní neuromuskulární facilitace*. Olomouc, Česká republika: Univerzita Palackého v Olomouci.
- Čihák, R. (1997). *Anatomie 3*. Praha, Česká republika: Grada.
- Druga, R., Grim, M., Smetana, K. (2013). *Anatomie periferního nervového systému, smyslových orgánů a kůže*. Praha, Česká republika: Galén.
- Dungl, P., et al. (2014). *Ortopedie*. Praha, Česká republika: Grada.
- Ehler, E., Ambler, Z. (2002). *Mononeuropatie*. Praha, Česká republika: Galén.
- Haninec, P., Houšťava, L., Stejskal, L., Smrčka, V. (1998). Chirurgická léčba poranění pažní pleteně. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 5(2), 61-64.
- Hems, T. (2015). Brachial plexus injuries. *Nerves and nerve injuries*, 2, 681-706. doi: 10.1016/B978-0-12-802653-3.00093-2
- Humhej, I., Sameš, M. (2015). Poranění periferních nervů u dětí a mladistvých. *Česko-slovenská pediatrie*, 70(1), 20-28.
- Chuang, D.C., Epstein, M.D., Yeh, M.C., Wei, F. (1993). Functional restoration of elbow flexion in brachial plexus injuries: Results in 167 patients (excluding obstetric brachial plexus injury). *Journal of hand surgery*, 18(2), 285-291. doi: 10.1016/0363-5023(93)90363-8
- Janda, V., et al. (2004). *Svalové funkční testy*. Praha, Česká republika: Grada.
- Jedlička, P., Keller, O., et al. (2005). *Speciální neurologie*. Praha, Česká republika: Galén.
- Kadaňka, Z. (2010). *Učebnice speciální neurologie*. Brno: Masarykova univerzita.
- Kaiser, R., et al. (2016). *Chirurgie hlavových a periferních nervů s atlasem přístupů*. Praha, Česká republika: Grada.
- Kolář, P., et al. (2012). *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha, Česká republika: Galén.

- Mansukhani, K.A. (2013). Electrodiagnosis in traumatic brachial plexus injury. *Annals of Indian Academy of Neurology*, 16(1), 19-25. doi: 10.4103/0972-2327.107682
- Matulová, H., Pára, F., Vaňásková, E., Schreiber, M. (1998). Traumatické léze plexus brachialis – klinické nálezy a diagnostika. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 5(2), 56-60.
- Millesi, H., Schmidhammer, R. (2007). *How to improve the results of peripheral nerve surgery*. Wien, Austria: Springer.
- Náhlovský, J., et al. (2006). *Neurochirurgie*. Praha, Česká republika: Galén.
- Pára, F., Matulová, H., Schreiber, M. (1998). Traumatické léze plexus brachialis – anatomické poznámky. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 5(2), 47-55.
- Pfeiffer, J. (2007). *Neurologie v rehabilitaci pro studium a praxi*. Praha, Česká republika: Grada.
- Poděbradský, J., Poděbradská, R. (2009). *Fyzikální terapie: manuál a algoritmy*. Praha, Česká republika: Grada.
- Prasad, L., Sinha, S., Kale, S.S., Nehra, S., Mahapatra, A.K., Sharma, B.S. (2013). Traumatic brachial plexopathies – Analysis of postsurgical functional and psychosocial outcome. *The indian journal of neurotrauma*, 10(2), doi: 72-79. 10.1016/j.ijnt.2013.11.002
- Rizdoň, P. (2008). Traumata brachiálního plexu a jeho větví. *Neurologie pro praxi*, 9(1), 9-13.
- Scott, K.R., Ahmed, A., Scott, L., Kothari M.J. (2013). Rehabilitation of brachial plexus and peripheral nerve disorders. *Handbook of clinical neurology*, 110(3), 499-514. doi: 10.1016/B978-0-444-52901-5.00042-3
- Seddon, H. (1972). *Surgical disorders of the peripheral nerves*. Edinburgh, Great Britain: Churchill Livingstone.
- Sunderland, S. (1972). *Nerves and nerve injuries*. Edinburgh: Churchill Livingstone.
- Vaňásková, E., Fabian, M., Kotková, I., Matulová, H. (1998). Zkušenosti s rehabilitací po rekonstrukčních operacích pažní pleteně. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 5(2), 74-76.
- Vaňásková, E., Tošnerová, V. (1998). Rehabilitace nemocných při poranění pažní pleteně u dospělých. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 5(2), 65-67.
- Véle, F. (1997). *Kineziologie pro klinickou praxi*. Praha, Česká republika: Grada.
- Zvěřina E., Stejskal L. (1979). *Poranění periferních nervů*. Praha, Česká republika: Avicenum.