

Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta tělesné kultury

**ÚLOHA FYZIOTERAPEUTA V LÉČBĚ KOMPARTMENT  
SYNDROMU BÉRCE**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

(BAKALÁŘSKÁ)

Autor: Kateřina Procházková, fyzioterapie

Vedoucí práce: doc. MUDr. Pavel Maňák, CSc.

Olomouc 2016

**Jméno a příjmení autorky:** Kateřina Procházková

**Název diplomové práce:** Úloha fyzioterapeuta v léčbě kompartment syndromu bérce

**Pracoviště:** Katedra fyzioterapie, Fakulta tělesné kultury, Univerzita Palackého v Olomouci

**Vedoucí diplomové práce:** doc. MUDr. Pavel Maňák, CSc.

**Rok obhajoby diplomové práce:** 2016

**Abstrakt:** Práce se zabývá problematikou kompartment syndromu. Zahrnuje obecnou část, kde vysvětluje a popisuje anatomii nejčastějšího místa postižení, tedy bérce, dále historii kompartment syndromu, příčiny vzniku a patofyziologii onemocnění. V neposlední řadě také diagnostiku a měření intrakompartmentálního tlaku. Vzhledem k názvu bakalářské práce je zde zařazena i velká kapitola věnující se rehabilitační léčbě onemocnění, především metodám proprioceptivní neuromuskulární facilitace a senzomotoriky. Součástí je i kazuistika pacienta po kompartment syndromu.

**Klíčová slova:** kompartment syndrom, bérce, rehabilitace, dermofasciotomie, porucha mikrocirkulace

Souhlasím s půjčováním bakalářské práce v rámci knihovních služeb

**Author's first name and surname:** Kateřina Procházková

**Title of the bachelor's thesis:** The role of the physiotherapist in the treatment of lower leg compartment syndrome

**Department:** Department of physiotherapy, Faculty of Physical Culture, Palacký University Olomouc

**Supervisor:** doc. MUDr. Pavel Maňák, CSc.

**Year of defence:** 2016

**Abstract:** This thesis deals with compartment syndrome, and it includes a general section which explains and describes the anatomy of the most frequent lesions, crura, and further compartment syndrome history, etiology and pathophysiology of the disease. Last but not least, I also look at diagnosis and intra-compartmental pressure measurement. Given the title of the thesis, there is a large section dedicated to the rehabilitation treatment of diseases, especially proprioceptive neuromuscular facilitation techniques and sensomotrics. It also includes the case of a patient after compartment syndrome.

**Keywords:** compartment syndrome, lower leg, rehabilitation, dermofasciotomy, failure of microcirculation.

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

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracovala samostatně pod vedením doc. MUDr. Pavla Maňáka, CSc., uvedla všechny použité literární a odborné zdroje a řídila se zásadami vědecké etiky.

V Olomouci dne 27. dubna 2016

.....

Děkuji především doc.MUDr. Pavlu Maňákovi, CSc. za odborné vedení mé bakalářské práce, za cenné rady a připomínky k jejímu zpracování, rovněž za trpělivost a také pomoc při hledání pacienta pro kazuistiku. Taktéž bych ráda poděkovala své rodině, že mi byla oporou. V neposlední řadě děkuji svému pacientovi, že byl ochoten se stát součástí mé závěrečné práce.

# OBSAH

1 ÚVOD .....	9
2 VYMEZENÍ POJMU KOMPARTMENT SYNDROM .....	10
3 HISTORIE.....	11
4 ETIOLOGIE.....	13
5 ANATOMIE BÉRCE.....	14
5.1 Přední kompartment .....	14
5.2 Laterální kompartment .....	14
5.3 Povrchový zadní kompartment .....	14
5.4 Hluboký zadní kompartment .....	14
6 KOMPARTMENT SYNDROM .....	16
6.1 Akutní kompartment syndrom.....	16
6.2 Chronický námahový (únavový) kompartment syndrom.....	16
6.3 Patofyziologie .....	17
6.4 Diagnóza.....	19
6.5 Měření tlaku uvnitř kompartmentu.....	20
6.6 Terapie .....	21
6.6.1 Konzervativní terapie.....	21
6.6.2 Operační terapie .....	22
6.6.2.1 Rizika dermofasciotomie.....	23
6.6.2.2 Pooperační rána .....	24
6.6.2.3 Systém V.A.C.....	26
7 REHABILITAČNÍ LÉČBA .....	27
7.1 Cíle rehabilitační léčby u kompartment syndromu.....	27
7.2 Měkké a mobilizační techniky.....	28
7.2.1. Ošetření jizvy .....	28
7.2.1.1 Pressura, masáž jizvy do „C“ a „S“ .....	29
7.2.2 Vyšetření a ošetření tkání na bérce.....	30
7.2.3 Vyšetření a ošetření kloubních blokády.....	30
7.3 Vyšetření a ošetření zkrácených svalů bérce .....	32
7.4 Vyšetření a ošetření oslabených svalů bérce .....	34

7.5 Proprioceptivní neuromuskulární facilitace (PNF).....	38
7.5.1 Pohybové vzory .....	39
7.5.1.1 První diagonála – flekční vzorec .....	40
7.5.1.2 První diagonála – extenční vzorec.....	41
7.5.1.3 Druhá diagonála – flekční vzorec.....	41
7.5.1.4 Druhá diagonála – extenční vzorec .....	42
7.5.2 Relaxační techniky .....	43
7.5.2.1 Technika kontrakce – relaxace .....	43
7.5.2.2 Technika výdrž – relaxace.....	43
7.5.3 Facilitační (posilovací) techniky .....	44
7.5.3.1 Rytmická iniciace .....	44
7.5.3.2 Zvrat agonistů (kombinace izotonických kontrakcí).....	44
7.5.3.3 Dynamický zvrat .....	44
7.5.3.4 Stabilizační zvrat .....	45
7.5.3.5 Rytmická stabilizace .....	45
7.6 Senzomotorická stimulace .....	45
7.7 Kondiční cvičení.....	49
7.8 Fyzikální terapie .....	50
7.8.1 Ovlivnění jizvy.....	50
7.8.2 Ovlivnění svalové síly.....	51
7.8.3 Ovlivnění bolesti.....	52
7.8.4 Ovlivnění poruch prokrvení a otoku .....	52
8 KAZUISTIKA PACIENTA .....	54
8.1 Kineziologický rozbor .....	56
8.2 Vyšetření stoje .....	58
8.3 Vyšetření chůze .....	58
8.4 Obvody .....	59
8.5 Délky končetin.....	59
8.6 Svalový test.....	59
8.7 Goniometrie .....	61
8.8 Neurologické vyšetření.....	62
8.8.1 Čítí.....	62

8.8.1.1 Povrchové.....	62
8.8.1.2. Hluboké .....	62
8.8.2 Paretické jevy.....	62
8.8.3 Spastické jevy .....	62
8.8.4 Reflexy.....	63
8.8.5 Napínací manévry .....	63
8.8.6 Testy na jednotlivé nervy.....	63
8.9 Krátkodobý rehabilitační plán .....	63
8.10 Dlouhodobý rehabilitační plán .....	64
9 DISKUZE.....	65
10 ZÁVĚR.....	68
11 SOUHRN .....	70
12 SUMMARY .....	71
13 REFERENČNÍ SEZNAM.....	72



## 1 ÚVOD

Kompartment syndrom je určitou komplikací léčby, nejčastěji po zlomeninách nebo jiných poraněních. Jedná se o poruchu (zpomalení nebo zástavu) mikrocirkulace v důsledku zvýšení tlaku ve strukturách daného segmentu, a o následnou ischemizaci v takzvaných kompartmentech, neboli oddílech, které jsou ohraničeny fasciemi.

Jestliže budeme mít na mysli traumatické příčiny, pak převažuje kompartment syndrom v důsledku příliš těsně přiloženého obvazu primární rány (zlomeniny, apod...). Dalšími příčinami může být revaskularizační syndrom, kompartment syndrom po kousnutí hadem, popáleninový kompartment syndrom, aj. Místa výskytu jsou různá, prakticky kdekoli jsou struktury ohraničeny fasciemi a kostmi. Bércový kompartment syndrom patří mezi nejčastější, nicméně není vyloučen ani kompartment abdominální, na předloktí, stehně, atd...

Určitý typ kompartment syndromu je i tzv. Volkmannova kontraktura, vyskytující se především u dětí na předloktí. Výsledkem pak bývá flekční kontraktura ruky, a to vede k omezenějšímu pohybu. Nutno tento pojem zmínit, neboť právě z Volkmannovy kontraktury historicky vzešlo objevení kompartment syndromu jako takového.

Primární léčbou tohoto syndromu je, kromě odejmutí těsnící sádky, provedení tzv. dermofasciotomie, kdy dojde k uvolnění struktur, především fascií, a tím se uvolní tlak uvnitř bérce.

O tuto problematiku, ačkoli incidence kompartment syndromu není tak příliš častá, nicméně zase nelze říci, že se jedná o naprosto výjimečnou záležitost, je vhodné se zajímat i z důvodu, že často poté pacienti trpí motorickým nebo senzitivním deficitem. Často také zůstává poměrně velká jizva, která ne vždy se hojí čistě a per primam. Špatně zhojená jizva s komplikacemi může do budoucna pro pacienta znamenat poměrně velké problémy, jako je retrakce tkání, svalové dysbalance, bolestivost, aj. Proto je tato problematika velmi zajímavá i z pohledu fyzioterapie.

## **2 VYMEZENÍ POJMU KOMPARTMENT SYNDROM**

Význam slova kompartment označuje určitou ohraničenou část struktury. Je to tedy součást celku, částečně nebo úplně oddělená. V našem případě se jedná především o svalový kompartment, tedy část, označující skupinu svalů, které mají vlastní cévní a nervové zásobení a jsou od ostatních částí odděleny fascií. Původ slova pochází z italského „compartimento“. Z latiny by se slovo dalo rozebrat jako com- (cum), spolu, a part nebo partis, část. Doslovně tedy „součást“. (Anonymous, 2015)

Jako kompartment syndrom označujeme stav, kdy dochází k ischemizaci končetiny v důsledku zvýšeného interfasciálního tlaku. Jinými slovy, jestliže dojde ke zvýšení tlaku v těsně uzavřeném anatomickém prostoru, nastane zpomalení až zastavení mikrocirkulace a tím dojde k lokální ischemii. (Gál & Tecl, 1999)

K tomuto syndromu, jako komplikaci v traumatologii a chirurgii, nejčastěji dochází v oblasti bérce. (Gál & Tecl, 1999)

### 3 HISTORIE

Z historického hlediska je kompartment syndrom znám již mnoho let. Nelze si nevšimnout jisté podobnosti mezi kompartment syndromem a například Volkmannovou ischemickou kontrakturou.

Volkmannova ischemická kontraktura byla popsána již roku 1881, kdy si Volkmann všimnul kontraktur a ochrnutí při zranění části horní končetiny. Tyto dva znaky se totiž objevovaly často společně. Volkmann však našel příčinu. Tou byla ischemie svalů končetiny, vzniká působením příliš těsně přiloženého obvazu. Zaznamenal však, že něco takového se odehrává nejen na horních, ale také na dolních končetinách. (Klenerman, 2007)

Diagnostika a léčba ať už Volkmannovy ischemické kontraktury nebo kompartment syndromu, prošla během 20. století mnoha proměnami. Objevila se například myšlenka, jež popisovala vznik kompartment syndromu jako arteriální spasmus, který byl způsoben autonomním reflexem poškozené arterie. Jako léčba byla navržena sympatektomie. (Klenerman, 2007)

Však již v roce 1911 Bardenheuer popsal etiologii akutního kompartment syndromu velmi podobně, jak ji známe dnes. (Dalmau-Coll, 2011)

Kolem roku 1911 - 1912 byly poprvé klinicky popsány příznaky kompartment syndromu m.tibialis anterior, a to díky Dr. Edwardu Wilsonovi, anglickému lékaři a průzkumníkovi, jenž se účastnil Antarktické expedice. Právě při této výpravě Wilson popisuje bolestivost a otok končetiny s edematózní a zarudlou kůží. (Klenerman, 2007)

Fasciotomie pro léčbu raněných se však začala provádět teprve od roku 1940, kdy se během druhé světové války množily úrazy z bitev. (Dalmau-Coll, 2011)

Teprve v roce 1975, kdy byl znám přesný mechanismus vzniku toho syndromu, se zavedlo měření tlaku uvnitř kompartmentu. Mubarak byl první, kdo tuto metodu použil pro diagnostiku. V témže roce Matsen definoval kompartment syndrom jako zvýšení tlaku v uzavřeném osteofasciálním prostoru, který redukuje tok krve a vede až k ischemizaci a poškození tkání uvnitř kompartmentu (Klenerman, 2007; Dalmau-Coll, 2011).

Roku 1984 Rorabeck popsal několik pacientů s daným syndromem. Právě díky výše zmíněnému měření přišel na to, že pokud je tlak vyšší než 40 mmHg, je to indikace

k provedení dermofasciotomie, jako léčby kompartment syndromu. Takto vysoký tlak však může být maximálně 6 hodin, aby následná operace byla účinná. (Klenerman, 2007)

## 4 ETIOLOGIE

Kompartment syndrom vzniká především jako komplikace po traumatických poškozeních nebo zlomeninách bérce, vlivem zastavení mikrocirkulace například příliš těsným sádrovým obvazem.

Nicméně existují i jiné příčiny vzniku, jako je například kompartment syndrom vzniklý po popáleninách. Dále ve formě revaskularizačního syndromu, kdy se v srdci může vytvořit sraženina, která putuje organismem až do dolní končetiny, kde po čase začne unikat plazma z poškození stěn kapilár. Další, méně častou etiologií, je kompartment syndrom v důsledku kousnutí hadem. Tento případ pak najdeme většinou v Africe, kdy dojde po kousnutí k vytvoření edému končetiny, který následně utlačuje dané struktury. Může se objevit i u narkomanů, kdy si komprimují končetinu vlastní vahou (Gál & Tecl, 1999; Maňák, 1995).

Lokalizace kompartment syndromů jsou taktéž různé. Objevují se ve formě Volkmannovy ischemické kontrantury na horních končetinách, dále jako abdominální kompartment, kompartment bérce nebo chodidla, m. iliopsoas,... Lze tedy říci, že se tento syndrom může vyskytnout prakticky kdekoli, kde jsou tkáně zasazeny do fascií. (Dunzl, 2014; McLaughlin, 2014)

Jako fyzioterapeuti se však nejčastěji budeme setkávat s kompartment syndromem bérce.

## **5 ANATOMIE BÉRCE**

Bérec lze rozdělit do čtyř kompartmentů, jimiž jsou: přední, boční, povrchový zadní a hluboký zadní kompartment.

### **5.1 Přední kompartment**

Přední kompartment obsahuje tyto svalové struktury: m. tibialis anterior, m. extensor hallucis longus, m. extensor digitorum longus. Z nervů zde prochází n. peroneus profundus. Z cév pak arteria tibialis anterior a vena tibialis anterior. Hraniční struktury, které označují přední kompartment, jsou: tibia, fibula, membrana interossea a septum intermusculare anterior (Frink 2010; Rasul & Lorenzo, 2015).

### **5.2 Laterální kompartment**

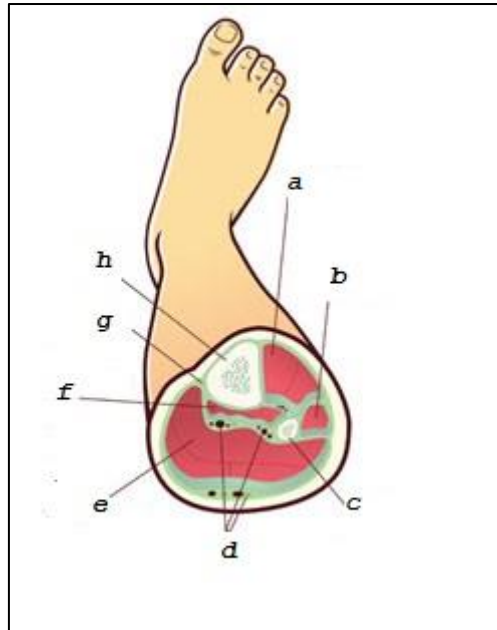
V bočním kompartmentu nalezneme m. peroneus longus et brevis a n. peroneus superficialis. Ohraničení tohoto kompartmentu tvoří: přední intermuskulární septum (septum intermusculare anterior), fibula, zadní intermuskulární septum (septum intermusculare posterior) a hluboká fascie (Frink 2010; Rasul & Lorenzo, 2015).

### **5.3 Povrchový zadní kompartment**

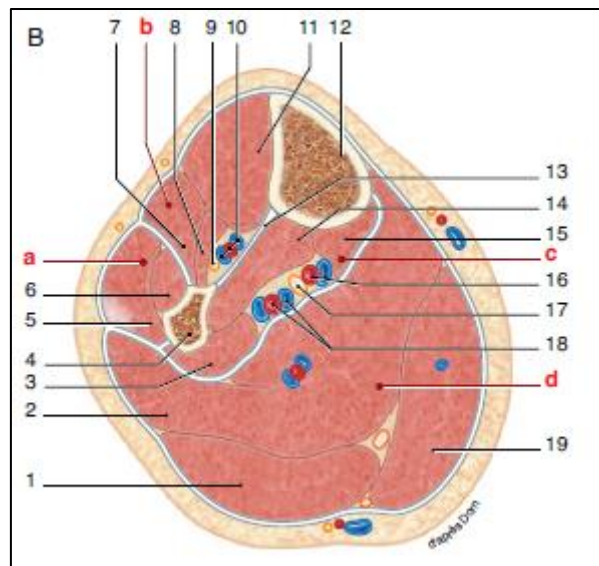
V povrchovém zadním kompartmentu se nachází m. gastrocnemius, m. soleus, m. plantaris. Je obklopen hlubokou fascií. (Rasul & Lorenzo, 2015)

### **5.4 Hluboký zadní kompartment**

Hluboký zadní kompartment obsahuje nejvíce struktur ze všech kompartmentů. Těmi strukturami jsou: m. tibialis posterior, m. flexor hallucis longus, m. flexor digitorum longus a m. popliteus. Jsou přítomny peroneální arterie a arteria tibialis posterior. Dále vena tibialis posterior a peroneální vena. Nerv, který zde prochází, se jmenuje n. tibialis. Ohraničení tohoto kompartmentu je složeno z tibie, fibuly, hluboké transversální fascie a membrana interossea (Frink 2010; Rasul & Lorenzo, 2015).



**Obrázek 1:** Pohled na uspořádání kompartmentů bérce: a) přední kompartment, b) laterální kompartment, c) fibula, d) cévy a nervy, e) povrchový zadní kompartment, f) hluboký zadní kompartment, g) periost, h) tibia (Pierce, 2012)



**Obrázek 2:** Detailní popis průběhů jednotlivých struktur mezi sebou: 1) m.gastrocnemius medialis, 2) m.soleus, 3) m.flexor hallucis longus, 4) fibula, 5) m.peroneus longus, 6) m.peroneus brevis, 7) m.extensor digitorum longus, 8) m.extensor hallucis longus, 9) n.tibialis anterior, 10) vena a arterie tibialis anterior, 11) m.tibialis anterior, 12) tibia, 13) membrana interossea, 14) m.tibialis posterior, 15) m.flexor digitorum longus, 16) vena et arteria tibialis posterior, 17) n.tibialis posterior, 18) vena et arteria fibularis, 19) m.gastrocnemius lateralis (Masquelet, 2010)

## **6 KOMPARTMENT SYNDROM**

Mubarak definoval kompartment syndrom jako zvýšení intersticiálního tlaku v uzavřeném osteofasciálním prostoru, který bez včasné diagnostiky a léčby vede k ischemii, nekróze anebo v konečném stadiu k nevratnému poškození dané krajiny. (Campbell, 2008)

### **6.1 Akutní kompartment syndrom**

Kompartment syndrom může být klasifikován jako akutní, nebo chronický. Toto rozdělení závisí na příčině změny tlaků v místě poškození i na době trvání symptomů. (Campbell, 2008)

Nejčastějšími příčinami akutního kompartment syndromu jsou zlomeniny, poranění měkkých tkání, poranění cév, komprese končetin během ztráty (změny) vědomí (v současné době nejvíce u narkomanů) a popáleniny. (Maňák, 1995)

### **6.2 Chronický námahový (únavový) kompartment syndrom**

Za zmínku zajisté stojí i tzv. chronický námahový (únavový) kompartment syndrom. Je naopak způsoben recidivující zátěží provázející zvýšený tlak, nejčastěji v anteriorní nebo hluboké posteriorní části nohy. (Campbell, 2008)

CNCS (chronický námahový kompartment syndrom) je běžně spojován s fyzickou aktivitou a sportovci. (Dalmau-Coll, 2011)

Klinicky lze tento syndrom rozlišit dle bolesti, lokalizované přímo v postiženém svalu, která se může spojovat (nebo se podobat) s neurogenní bolestí nebo neurologickým deficitem v zóně probíhajících nervů. (Dalmau-Coll, 2011)

Taktéž bylo zjištěno, že tento druh kompartment syndromu může nastat kdekoli na těle, včetně paží u silových vzpěračů. Nejvíce jej však tento typ diagnostikován u běžců na dlouhé vzdálenosti a vojáků, překračujících běžné limity funkční tolerance. Patofyziologie tohoto typu kompartment syndromu je o něco rozdílná než u typického akutního kompartment syndromu, neboť námahový kompartment není tak zcela spojen s ischemií, jako akutní. (Campbell, 2008)



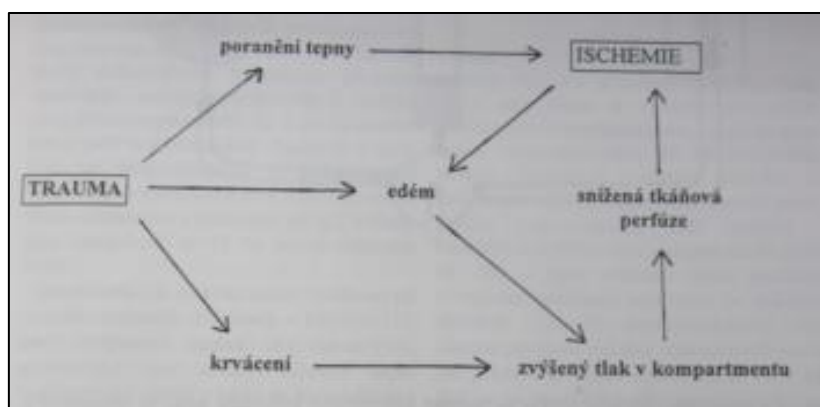
Patofyziologický proces CNCS se vysvětluje několika teoriemi. Jedna z nich ukazuje, že svalová hypertrofie v kompartmentu a zvýšení objemu kvůli zvětšenému krevnímu průtoku ze cvičení, zabraňují zvýšenému žilnímu návratu, a jako důsledek, krevní objem v kompartmentu tak způsobí intrakompartmentální zvýšení tlaku. Tento tlak se může zvyšovat, až překročí tlak perfuze arterií, čímž zabrání správnému prokrvení a zásobení kyslíkem dané oblasti a nastane tkáňová hypoxie. (Dalmau-Coll, 2011)

### **6.3 Patofyziologie**

Akutní kompartment syndrom nastane v případě, že intrakompartmentální tlak převýší tlak v kapilárách vén. Zvýšený tlak uvnitř kompartmentu tak vede ke zvýšenému tlaku na konci žil, který se pohybuje až kolem 45 mmHg, dále ke zvýšení hydrostatického tlaku, až k arteriální kompresi. (Raza & Mahapatra, 2015)

Jakmile intersticiální tlak převýší tlak perfuze krevních kapilár, dojde ke změně arteriolo-venózního gradientu, nastane kolaps kapilár, které nejsou schopny zásobit sval krví, tím i tkáňová hypoxie a následně svalová ischemie. Kosterní sval, který je ischemizovaný, uvolňuje histamin, jako substanci, která zvyšuje vaskulární permeabilitu kapilár se ztrátou další tekutiny v prostoru, čímž dojde ke zhoršení ischemie. Tento stav rozjede zhoršující se kaskádu poranění, jako je nekróza svalů, zhoršená vodivost nervů a anaerobní metabolismus se snižujícím se pH (McLaughlin 2014; Zamborský 2012).

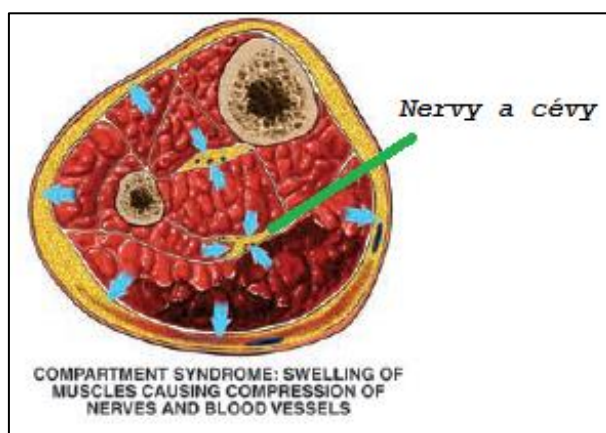
Neadekvátní krevní perfuze nejvíce postihne kosterní svaly, které jsou v tomto případě nejzranitelnější. Tolerance tohoto stavu se pohybuje kolem 4 - 6 hodin. Rozsah svalové ischemie, případně odumření tkáně závisí nejen na délce nedokrvení a teplotě tkáně, ale také na dostupnosti zbytkové mikrocirkulace ve svaly. (Raza & Mahapatra, 2015)



**Obrázek 3:** Schéma možného patofyziologického procesu (Maňák, 1995)

Bohužel je i velká šance, že dojde k poškození nervů. V případě ischemie některého nervu dojde k parestéziím, někdy až k totálním anesteziím, které mohou vést až k paralýze. Pacient pak může mít **poruchy čítí** nebo i **oslabení motorické funkce**. Při svalové nekróze dojde k degeneraci svalových vláken, jež jsou poté nahrazeny fibrózními vlákny, a časem tak nastávají až **kontraktury**. Kromě těchto dvou lokalizovaných efektů dochází i k celkovým škodám. Během svalové ischemie může nastat to, že poškozené svalové buňky začnou vyplavovat do organismu myoglobin a další metabolické a toxické látky. Myoglobin putuje krví do ledvin, kde se kumuluje. Tato reakce může způsobit až filtrační poruchy ledvin a tím ohrozit život pacienta. Vývoj a rozsah těchto systémových následků však závisí na intenzitě, délce poruchy prokrvení tkání a množství zasažených buněk (Dalmau-Coll, 2011; Maňák, 1995).

Tlak, který je ve zdravé končetině běžný, se pohybuje kolem 0-10 mmHg. Avšak po zranění se může zvýšit až na 30 – 40 mmHg.



**Obrázek 4:** Směr útlaku struktur při kompartment syndromu (McLaughlin, 2014)

## 6.4 Diagnóza

V roce 1948 byly popsány první, jasně zřetelné symptomy, jež ukazovaly na vznik kompartment syndromu: bolest (pain), parestezie (paresthesia), paréza (paresis) a bolest v protažení ischemizovaného svalu (pain with stretch). Takzvané 4P, které byly později doplněny o další symptomy, jimiž jsou pulzace (puls examination) a narůžovělá barva pokožky (pink skin color). Celkem máme tedy základních 6P symptomů, které nám poměrně jasně ukazují na diagnózu kompartment syndromu. Z těchto příznaků je pak nejvýraznější obrovská až nesnesitelná bolest, která se navíc zhoršuje pasivním protažením svalu. Nicméně by lékař při diagnostice neměl čekat, až se objeví všechny příznaky, neboť se může jednat již o pozdní rozlišení nemoci i s nevratnými následky. (Frink, 2010)

Bolest je primárním symptomem kompartment syndromu, pacienti ji často popisují jako spalující (pálivou). Je tedy nesmírně důležité, aby pacienti komunikovali a byli schopni vyjádřit nezvyklé a nepříjemné pocity. Nicméně bolest je považována za poměrně nespolehlivý zdroj diagnostiky, neboť je subjektivní a při traumatické lézi může absentovat. Proto diagnostika stojí na kombinaci měření intrakompartmentálního tlaku a klinických příznacích (Donaldson, Haddad & Khan, 2014; Duckworth, 2011; Zamborský, 2012).

Otok je velmi častý příznak akutního kompartment syndromu. Avšak je velmi subjektivní. Také se může stát, že kvůli nutnosti imobilizace maskuje ohrožený prostor, hlavně tedy v případě hlouběji postižených struktur. (Duckworth, 2011)

Parestezie může být příznakem ischemie nervu, spojená s tvorbou kompartment syndromu, ale také se zraněním nervu jako takovým. Duckworth (2011) uvádí, že určitou dobu se tento příznak považoval za více prokazatelný, než byla bolest. Později se však zjistilo, že je až pozdním příznakem. (Duckworth, 2011)

Při diagnostice je nejdůležitější včasné rozpoznání a rychlá a efektivní chirurgická intervence. (Donaldson et al., 2014)

Dungl (2014) uvádí, že periferní pulz jen zřídka vymizí, neboť kritický tlak je vždy menší, než arteriální. Proto vyšetření pulzu je poměrně nespolehlivá metoda k určení vzniku kompartment syndromu, neboť tento syndrom, jak bylo výše uvedeno, je především porucha mikrocirkulace, a proto tlak uvnitř kompartmentu nedosahuje systolického tlaku krve (Dungl, 2014; Frink, 2010).

Při diferenciální diagnostice je potřeba si dát pozor na zaměnění symptomů kompartment syndromu se symptomy arteriální okluze. Těmi jsou bolest, bledost, vymizení pulzace. (Dungl, 2014)

## **6.5 Měření tlaku uvnitř kompartmentu**

Měření probíhá v případě, že klinická symptomatologie není zcela jasná, nebo se jedná o rizikové pacienty, například se sníženou citlivostí, s vícečetnými poraněními, v bezvědomí, s poraněními periferních nervů nebo pak i u dětských pacientů. (Mendoza, 2003)

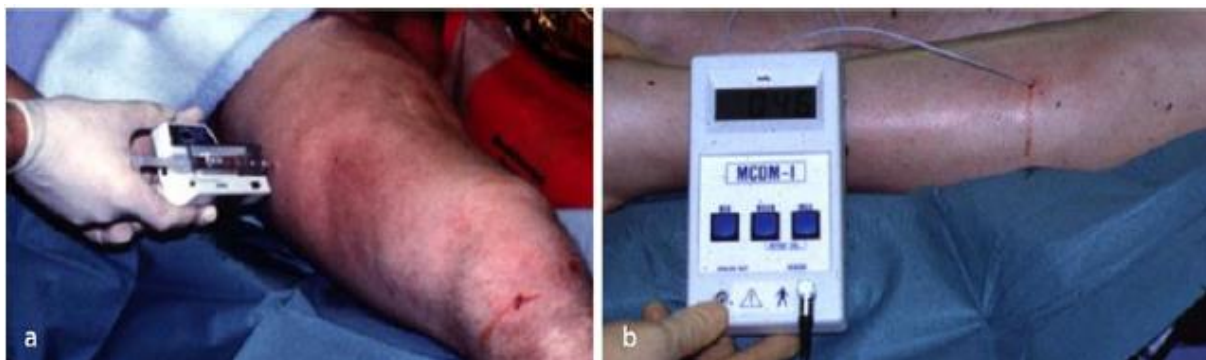
Zjištění tlaku uvnitř kompartmentu se provede odečtením tlaku uvnitř tkání od diastolického tlaku pacienta. Tlak, který bychom měli běžně naměřit ve zdravé končetině, se pohybuje v hodnotách 0 – 5 mmHg. V případě, že se tlak zvětší až na hodnoty 30 – 45 mmHg, jedná se o horní hranici, která je současně i indikací k chirurgickému zákroku, tedy k provedení dermofasciotomie (Dungl, 2014; Masquelet, 2010).

Tlak uvnitř kompartmentu lze změřit několika způsoby. Prvním z nich je měření jehlou zavedenou přímo do kompartmentu. Ta je napojená trojcestným ventilem na hadičku infuzního roztoku a rtuťový manometr. Vstříkne se malé množství tekutiny do kompartmentu, a tlak, pod kterým se tekutina dostala dovnitř, je intrakompartmentální tlak. Nevýhoda je, že touto metodou nelze měřit tlak kontinuálně. Dalším způsobem je zavést jehlu nebo perforovaný katetr dovnitř kompartmentu a měřit tlak přímo. Takto lze měřit tlak po delší dobu. Ovšem tuto metodu udává Dungl (2014) jako méně přesnou. Je zde riziko obstrukce a výsledky se mohou lišit až o 15 – 20 mmHg, směrem k horní hranici. Autor taktéž zdůrazňuje umístění jehly ve vztahu k lokalizaci zlomeniny, poněvadž nejvyšší tlaky byly naměřeny v blízkosti zlomeniny v předním a hlubokém zadním kompartmentu (Dungl, 2014; Zamborský, 2012).

Na trhu v současné době existuje více vyráběných manometrů, jako jsou například ruční měřiče STIC – Stryker. Většinou se na tyto přístroje lze spolehnout, nevýhodou je však vyšší cena. Jiná metoda, tzv. neinvazivní měření hladiny oxyhemoglobinu (NIRS), se jeví jako poměrně perspektivní. (Zamborský, 2012)



**Obrázek 5:** Stryker (Raza & Mahapatra, 2015)



**Obrázek 6:** Měření intrakompartmentálního tlaku (Sellei, Hildebrand & Pape, 2014)

## 6.6 Terapie

Správná terapie by měla začínat již prevencí. Pacient by měl být monitorovaný a hydratovaný. Hypovolémie by ischemické změny mohla ještě více zhoršit. V případě, že zpozorujeme nastávající kompartment syndrom, je nutné uvolnit všechny těsnící obvazy v daném místě. Je důležitá i poloha, ve které se končetina nachází. Je třeba zajistit ideální krevní perfuzi, která je nejlepší v poloze neutrální. V případě, že napolohujeme končetinu nad nebo do úrovně srdce, vystavujeme pacienta riziku, že krevní perfuze, bude nedostatečná (Mendoza, 2003; Zamborský, 2012).

### 6.6.1 Konzervativní terapie

Konzervativní terapie v tomto případě není příliš vhodná. Někdy se může doporučovat podávání 10% Manitolu třikrát denně. Tento přípravek je schopen ovlivnit otok tkání v intrafasciálním prostoru. (Zamborský, 2012)

Kolář (2010) doporučuje v případě konzervativní terapie využít zvýšené polohy končetiny, ledování a nesteroidních antiflogistik.

## 6.6.2 Operační terapie

V případě nalezení zvýšeného tlaku a symptomů výše popsaných, je jednoznačná volba ošetření tzv. chirurgická dekomprese, nebo-li dermofasciotomie. Častým problémem chirurgů může být správné načasování této operace. Někteří jsou zastánci toho, aby byl zákrok proveden již při vzestupu tlaku na 30 mmHg, jiní naopak až při horní hranici, tedy 45 mmHg. Další lékaři preferují operaci provést jako prevenci jen na základě klinických příznaků, bez ohledu na naměřený tlak. Kontraindikací k operačnímu výkonu může být stav, kdy diagnostika kompartment syndromu proběhla příliš pozdě. Fasciotomie provedená 3 – 4 dny po vypuknutí akutní fáze může vést k infekci, selhání ledvin v důsledku devaskularizované a nekrotické tkáně (Zamborský, 2012; Rasul, 2015).

Otevřená dermofasciotomie protíná kůži, podkoží a fascii. U menších nálezů lze použít uzavřenou dermofasciotomii, kdy se pomocí dlouhých nůžek malým kožním řezem protne pouze fascie a kůže nad ní zůstane intaktní (Dungl 2014; Vodička, 2014).

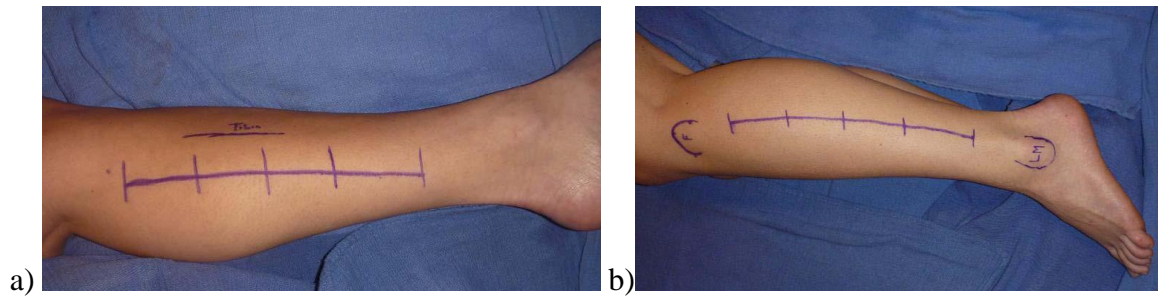
Jako u každé otevřené rány, i dermofasciotomie skýtá určité riziko, především bavíme-li se o infekci. (Zamborský, 2012)

Dermoasciotomii je možno provést třemi způsoby, a těmi jsou: fibulektomie, jednoduchá perifibulární dermofasciotomie a dvojitá dermofasciotomie. Poslední metoda je pokládána za bezpečnější a efektivnější, nicméně pro snížení rizika dalšího poranění měkkých tkání, zejména v okolí zlomeniny, někteří chirurgové mohou preferovat jednoduchou dermofasciotomii, kdy stačí provést pouze jeden řez (Mendoza, 2002; Rasul, 2015).

Dvojitou dermofasciotomií rozumíme techniku, kdy se použijí dvě incize. První incizi chirurg vede anterolaterálně, v polovině mezi hranou tibie a hlavičkou fibuly, asi 5 cm distálně od hlavičky fibuly, až téměř k malleolus lateralis, kde řez končí 5cm proximálně. Řez je dlouhý asi 20 – 25 cm. Během této incize by mělo dojít k uvolnění fascie v anterolaterální části bérce. Každý chirurg by měl během tohoto řezu dát pozor na nervus peroneus superficialis, který prochází asi 10 - 12 cm od laterálního kotníku. Druhý řez lékař povede asi 2 cm posteriorně směrem k margo medialis kosti holenní. Antelolaterální incizí dosáhneme dekomprese předního a bočního kompartmentu. Posteromediální incizí je možno uvolnit zadní povrchový a zadní hluboký kompartment. Po této dermofasciotomii by se měla zhodnotit životaschopnost svalů. Narůžovělá nebo červená barva a přítomnost kontrakce na stimulaci znamenají funkční sval. Za 3 – 5 dní od operace by mělo dojít k prohlídce rány,

odumřelé svaly by pak měly být excidovány (Wood, Walsh & Genova, 2015; Maňák, 1995; Raza & Mahapatra, 2014).

Jednoduchá dermofasciotomie, tedy dekomprese provedená jedním řezem, může být sice oblíbená pro svoji jednoduchost, oproti dvojité incizi, nicméně není zde taková záruka toho, že dojde opravdu k uvolnění potřebných kompartmentů, především u závažně poraněných končetin. (Wood et al. 2015)



**Obrázek 7:** Incize při dermofasciotomii: a) Posteromediální incize, b) Anterolaterální incize (Wood et al. 2015)



**Obrázek 8:** Stav po dermofasciotomii (Sellei et al., 2014)

#### 6.6.2.1 Rizika dermofasciotomie

Největším rizikem provedení dermofasciotomie při kompartment syndromu je především infekce. Při zpětném výzkumu studie její autor Matsen et al. zjistil, že až 11 z 24 jeho pacientů po chirurgické dekompresi trpělo infekcemi. Přičemž 5 z nich díky této infekci

muselo podstoupit až amputaci končetiny. Někdy se může i stát, že infekce se stane chronickou. Je tedy možné, že pacienti s polytraumaty nebo multiorgánovým selháním mohou zemřít na infekci nebo metabolické komplikace. (Rasul & Lorenzo, 2015)

### **6.6.2.2 Pooperační rána**

Po dermofasciotomii, jako chirurgickém zákroku, vzniká rána, tu je nutno hlídat asi 3 - 5 dní. Tato rána může být ošetřena buď primárně sešitím (suturou), anebo v případě komplikací, kdy sutura nebyla možná (podezření na infekci), se rána hojí prodlouženě tzv. per secundam intentionem. Jakmile byl jednou kožní kryt porušen, při hojení rány vzniká jizva, což je změněná vazivová tkáň, která nahradila dříve poškozenou tkáň. Jestliže je rána zhojená, odstranění stehů lze provést po asi 10 – 14 dnech. Je však možné, že pacientovo zranění je natolik vážné, že bude potřebovat kožní štěp nebo dermoplastiku (Rasul, 2015; Wald, 2002).

Hojení rány má několik fází. V první, exsudativní fázi, dochází k procesu koagulace, adheze, agregace a degranulace. Nazývá se taktéž zánětlivou fází. Následně přichází na řadu proliferační fáze, kdy při vysoké koncentraci fibroblastů se produkuje kolagen a proteoglykany, jež následně slepují okraje rány, a tím se zajistí její pevnost. Důležitá je i angiogeneze, tedy novotvorba poškozených cév. Finální fáze se jmenuje epitelizační nebo reparační. K této fázi dochází asi kolem 10. dne od poranění. Provizorní fibrózní tkáň je nahrazena kolagenovými vlákny, produkovanými fibroblasty. Postupně tak vzniká jizva. (Lewit, 2003; Wald, 2002)

Popsaný průběh tvorby jizvy je za podmínek, kdy je vše bez komplikací. Během tvorby jizvy však může dojít k poruše hojení rány a tím ke zpomalení celého procesu. Je mnoho faktorů, které mohou hojení omezit, například lokálně infekce v ráně, ischemie, nedostatek klidu, nevhodný způsob ošetření, dříve poškozená tkáň (jizevnatá, fibrotizovaná,...). Systémově pak mohou do hojení vstoupit cévní poruchy, hematologické poruchy (anémie, poruchy hemokoagulace,...), vysoký věk, atd... (Wald, 2002)

Jizva se taktéž ne vždy může zhojit zcela a bez komplikací. Pak mluvíme o tzv. jizvě patologické, kdy rozlišujeme atrofickou, hypertrofickou a keloidní jizvu. (Litvik & Vantuchová, 2011)

Atrofická jizva má měkkou kůži a je mechanicky neodolná. Utváří se vkleslina ve tkáni. Hypertrofická jizva je běžně vzniklá např. po popálení. V důsledku nadprodukce



vaziva v dermis pak vystupuje nad povrch kůže. Keloidní jizva zasáhne i nepostíženou kůži a nemusí reagovat na rehabilitační cvičení. K této jizvě může mít pacient vrozené predispozice. (fyzioterapeutka Mgr. M. Bednaříková, ústní sdělení, 19. 2. 2015)

Někdy se může stát, že jako následek zhoršeného hojení začne vznikat tzv. aktivní jizva. Ta se projevuje především zvýšenou citlivostí, nebo až bolestivostí při dotyku nebo protažení kůže. Zároveň si lze povšimnout snížené pohyblivosti měkkých tkání, nebo také patologické bariéry, která se vyznačuje rigiditou a nepružností. Dalším symptomem je změna prokrvení jizvy, kdy nacházíme především zvýšenou teplotu, potivost a zarudlost. Tento typ jizvy se vyznačuje tzv. přilepením jednotlivých vrstev, což jsou změny mezi kůží a fascií, facií a svalem, někdy i svalů vůči kosti. Čím více vrstev je takto postiženo, tím více jizva omezuje pohyb. Proto je důležité vyšetřit jizvu nejen povrchově, ale i více do hloubky. (Kolář, 2009)

Důležité je i chování jizvy. Během 12. – 15. měsíců dojde k remodelaci jizvy, tedy zrání jizevnaté plochy. V tu chvíli je vhodná rehabilitace. V případě, že se jizva začne retrahovat, má tendence ke stažení směrem do středu, tím pak omezuje i pacientovu hybnost. Někdy jizvy mohou dojít až do stádia jizevnatých kontraktur, kdy omezují aktivní i pasivní rozsah pohybu pacienta. (fyzioterapeutka Mgr. M. Bednaříková, ústní sdělení, 19. 2. 2015)



**Obrázek 9:** Hypertrofická jizva (Klauzová, 2011)



**Obrázek 10:** Keloidní jizva (Klauzová, 2011)

### 6.6.2.3 Systém V.A.C.

Ke zmírnění otoku a odstranění hematomu, lze použít tzv. systém V.A.C., tedy Vacuum Assisted Closure. Je to neinvazivní léčebná metoda, kdy je využíván podtlak a vakuum k odstranění edému a infekčního sekretu z rány. Dále se uplatňuje zvýšení prokrvení rány a přísunu kyslíku, tím se podpoří hojení rány. Zároveň omezuje bakteriální kontaminaci rány.

Z terapeutického hlediska se takto z rány otevřené stane uzavřená, je tedy pod kontrolou. Proto je vhodný k použití například u akutních ran (popáleniny, traumatické rány), subakutních ran (porucha hojení, dehiscence rány) nebo u chronických ran (diabetická gangréna, dekubitus). VAC systém by však neměl být použit u maligních ran, tkáňových nekrotů s píštělemi k orgánům, nebo i u pacientů s antikoagulační terapií a aktivním krvácením. (Stanislavová, 2005)



**Obrázek 11:** Ukázka V.A.C. systému v oblasti hlezenního kloubu (Vinter & Fialová, 2008)

## 7 REHABILITAČNÍ LÉČBA

Rehabilitační léčba by se měla odvíjet od toho, jaké zranění původně člověk utrpěl. Taktéž by se měl zároveň zotavovat z provedené dermofasciotomie. Terapii je nutné stavět na individuálním plánu pacienta. Nelze tedy uvést obecný návod, který by platil pro všechny kompartment syndromy u všech pacientů.

### 7.1 Cíle rehabilitační léčby u kompartment syndromu

Ačkoli neexistuje přesná „kuchařka“, jak kompartment syndrom zrehabilitovat, i tak si lze stanovit cíle rehabilitační léčby, které jsou víceméně společné pro pacienty s tímto onemocněním.

Důležitá bude funkční reinervace a regenerace poškozených nervů. Dále pak snížení otoku, uvolnění jizvy a měkkých tkání, návrat svalové síly s případným vyrovnáním svalových dysbalancí, udržení fyziologického rozsahu pohybu v kloubech, prevence vzniku kontraktur, případná aplikace ortotických nebo protetických pomůcek. Zároveň bychom měli zvyšovat soběstačnost a aktivitu nemocného, stejně tak, jako se snažit o zkrácení hospitalizace pacienta v nemocnici. Ke splnění těchto cílů by mohla posloužit například cvičení na neurofyziologickém podkladě, jako je propioceptivní neuromuskulární facilitace, senzomotorická stimulace, ale i Vojtova metoda. Dále i cvičení analogická, kdy se zaměřujeme na určitý sval (Stanley, 2015; Heřmanová & Novotná, 2011; Kolář, 2009).

Vhodná bude i fyzikální terapie, samozřejmě odvíjející se od aktuálního hlavního problému pacienta. V případě periferních paréz, např. n. tibialis nebo n. peroneus, lze očekávat sníženou svalovou sílu až ke stupni 0 nebo 1. Pak by se indikovala elektrostimulace. V případě svalové síly 2 – 3 lze použít elektrogymnastiku. Dalšími metodami může být např. ultrazvuk, vodoléčba (vířivky, střídavé koupele) nebo fototerapie (laser, bio-lampa). Je vhodné uvážit, ve kterém stádiu se pacient nachází, a neaplikovat tak například vodoléčbu na ránu těsně po operaci. (Kolář, 2009)

Jestliže bude mít pacient obraz periferní parézy n.tibialis, budeme očekávat problém ve svalech m.triceps surae, m.tibialis posterior a ve flexorech prstů, senzitivně bude narušena zadní plocha lýtky, laterální okraj nohy a oblast planty. Pacient zřejmě bude mít problém s chůzovým rytmem, neboť flexory prstů a palce budou taktéž narušeny, konkrétně uvidíme

zhoršenou odrazovou fází kroku. Při fyzioterapii bychom facilitovali postižené svaly, zaměřili bychom se na reedukaci chůzového cyklu, odrazové fáze, a zároveň bychom předcházeli kontraktuře plantární aponeurózy pasivním protahováním.

Obraz periferní parézy n. peroneus vypadá tak, že pacient má oslabené anterolaterální svaly bérce, není schopen dorsální flexe a everze nohy, má tedy značné obtíže při chůzi. Někdy je i riziko rozvinutí kontraktury lýtkových svalů. Ve fyzioterapii bude vhodné se zaměřit na posílení anterolaterálních svalů, prevenci vzniku kontraktury pasivním protahováním, eventuálně užití ortopedických pomůcek (ortéza, peroneální páska, bandáž,...). (Kolář, 2009)

## **7.2 Měkké a mobilizační techniky**

U kompartment syndromu lze očekávat, že dojde k poškození nejen svalů a cévních, či nervových struktur na bérce, ale i kůže, podkoží, eventuálně k funkční poruše kloubů nohy. Je proto dobré, aby fyzioterapie obsahovala například i ošetření jizvy měkkými technikami, nebo manuální terapii blokad tarzometatarzálních a tarzálních skloubení. Podle Lewita (2003) po úrazech totiž právě v těchto místech často dochází ke kloubním blokadám. (Lewit, 2003)

### **7.2.1. Ošetření jizvy**

Ošetření jizvy je velmi důležitou součástí samotné rehabilitace. V brzkém pooperačním období by se měla omezit hybnost v okolí jizvy, aby došlo k jejímu zhojení, neboť 6 – 8 týdnů trvá dohojení tkáně. Proto by měl terapeut i pacient pamatovat na to, že by v tomto období nemělo docházet k umělému natahování jizvy, zejména ve směru od středu sešití. Dále by pak nemělo docházet k hrubému působení tlakové síly.

Vyzrávání jizvy může trvat až 1 rok po zákroku, poté má asi 30 % pevnost, než původní kůže. (Klauzová, 2008)

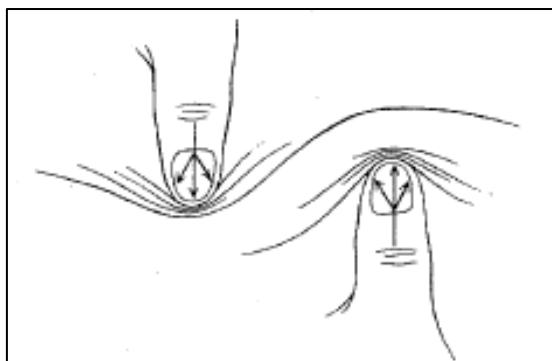
Pacient by měl jizvu udržovat v čistotě. V žádném případě si nestrhávat strup nebo si škrábat ránu. Jizva by měla být chráněna před sluncem alespoň první 3 měsíce po jejím vzniku, tedy by se pacient měl vyhýbat i soláriu nebo sauně. Je vhodné si alespoň 6 týdnů dávat na ránu pozor i během různých aktivit – cvičení, protahování, chůze, ... Pacient by měl volit volnější oblečení kolem jizvy, především z důvodu, aby nedocházelo ke tření. Vhodné je

ránu sprchovat spíše vlažnou vodou. Postupně (ne ihned po operaci) promašťovat jizvu, například kalciovou masťou, měsíčkovou masťou nebo sádlem, aby nedocházelo k vysychání. Obecně jsou vhodné mastné krémy, jako je Indulona, Nivea,... Existují i krémy přímo na jizvy (Cicatridina,...), u nich však nebyla vědecky dokázána jejich přímá účinnost. Empiricky je i dokázáno, že kladně na jizvu působí jemná tlaková masáž. Ta by se měla provádět tak, že se jizva stlačí tak dlouho, dokud nezbledne a v této pozici se ponechá ještě 10 sekund. Jizvu je nutné masírovat nejméně 5x za den. Udává se jako prokazatelně pomáhající i aplikace silikonových gelů. Jsou jimi Silipos, Mepiform, Siltape, Sillkal, atd... Silikon, je-li dobrá tolerance pacientem, může být přiložen až 18 hodin denně. Vyvolávají jemný tlak a jizva se nevysušuje. Další neinvazivní technikou k terapii jizev je fyzikální terapie – ultrazvuk, magnetoterapie, biolampa, laser (Anonymous, 2013; Klauzová, 2011).

#### **7.2.1.1 Pressura, masáž jizvy do „C“ a „S“**

Dle Lewita (2003) je vhodné manuální ošetření pojivové řasy po dosažení předpětí lehkým protažením. Řasa se utváří mezi prsty, nebo mezi dlaněmi (u velkých svalů). To je pak vhodné nejen u zkrácených svalů, ale zejména právě u jizev. Řasa u jizvy (tedy i u jizvy po fasciotomii) se získá, uchopíme-li tkáň mezi palcem a ukazováčkem obou rukou. Tkáň by se měla protahovat, nikoli stlačovat. Tahem o minimální síle se dosáhne lehkého předpětí, poté dojde k fenoménu uvolnění. Metoda nevyvolává napívací reflex, to je její výhoda. Je však nutné, aby prsty směřovaly nikoli proti sobě, nýbrž aby byly umístěny tak, že budou v uchopené tkáni způsobovat pomyslné písmeno „S“.

V případě, že taková technika není možná, lze ji nahradit lehkou pressurou (tlakem). Nalezneme bariéru, tzn. první lehký odpor, prst se jakoby vnoří do tkáně a počkáme na fenomén uvolnění (fenomén tání, release fenomen). Tento způsob je dobře použitelný u jizev, u kterých nejsme schopni uchopit řasu. Proto výsledný tvar tkáně připomíná písmeno „C“. (Lewit, 2003)



**Obrázek 12:** Masáž jizvy (tkáně) do písmene „S“ (Lewit, 2003)

### **7.2.2 Vyšetření a ošetření tkání na bérce**

V případě, že nám stav pacienta dovolí ošetřit měkké tkáně kolem poškozeného kompartmentu, je vhodné protažení měkkých částí kolem dlouhé osy končetin. Takto vhodně poslouží metoda „ždímačku“ či jiné rotační pohyby. (Lewit, 2003) Směr by měl být kaudokraniální, tím se podpoří odtok případného otoku.

### **7.2.3 Vyšetření a ošetření kloubních blokády**

Při vyšetření skloubení se diagnostikuje přítomnost patologické bariéry, tedy místa, kde by klouby měly pružit a z nějakého důvodu nepruží (nebo pruží až příliš). Oběma rukama, vždy palcem a ukazováčkem terapeut uchopí sousedící metatarsy. Provede lehkou distrakci kloubů (oddálení) a zapruží. V případě, že pružení je omezeno, zřejmě se jedná o blokádu skloubení.

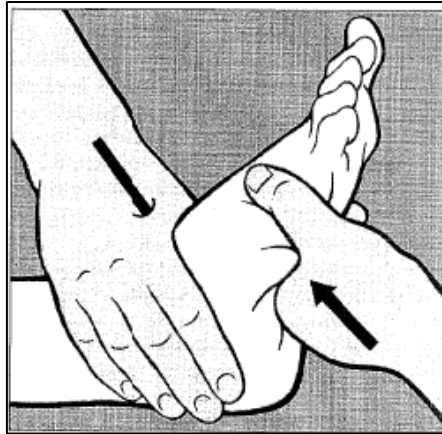
Ošetření takové blokády probíhá obdobně jako diagnostika. Tedy terapeut uchopí sousední klouby, provede distrakci, najde bariéru, a buď počká na fenomén uvolnění, nebo provede repetitivně jemné pružení. (Lewit, 2003)

Pacientům je velmi příjemná a taktéž velmi účinná mobilizace chodidla pomocí tzv. vějíře. Zde se roztlačí hlavičky od sebe, především směrem dorsálním. Končetina je flektovaná v kolenu, noha je opřená o patu. Terapeut rukama uchopí ossa metatarsalia pacienta z obou stran. Dojde k vytvoření pomyslného vějíře z nohy.



**Obrázek 13:** Mobilizace do vějíře (Lewit, 2003)

Při kompartment syndromu může lehce dojít k blokádě v tarsometatarzálním a tarzálním skloubení, tedy v Lisfrancově a Chopartově kloubu. Lewit (2003) popisuje několik způsobů pro diagnostiku a mobilizaci těchto kůstek. První z nich je vleže na zádech, s nataženou DK, stejnojmenná ruka chytne oba kotníky tak, že dojde k fixaci shora mezi palcem a ukazováčkem ossa cuneiformia s os cuboides, nebo talus shora. Ukazováček druhé ruky pak zatlačí v úrovni baze metatarzálních kostí, nebo os cuboidem a os naviculare na plantu, získá se tím předpětí a dalším zatlačením dojde k pružení Lisfrancova nebo Chopartova kloubu. Tato metoda je dle Sachseho. O něco přesnější v diagnostice i léčbě se jeví pozice, kdy pacient leží na zádech, má pokrčené koleno, patu opřenou o podložku. Terapeut jednou rukou (palcem a ukazováčkem) fixuje proximální kůstku a druhou rukou uchopí distálnější kůstku, co nejbližší danému skloubení. Tou následně dojde do předpětí a zapruží směrem dorsálním nebo plantárním. Posledním způsobem je užití tzv. nůžkového hmatu, kdy se položí oba palce (přes sebe) na plantární plochu a ukazováčky (taktéž přes sebe) na dorsální plochu dvou sousedících kůstek. Tlak palců proti ukazováčku způsobí předpětí do jednoho směru a následně by mělo dojít i k zapružení. Pro mobilizaci do opačného směru terapeut prsty vymění. (Lewit, 2003)



**Obrázek 14:** Mobilizace Lisfrancova, případně Chopartova kloubu (Lewit, 2003)

Může se stát, že pacient bude mít blokádu v tibiofibulárním kloubu. Diagnostika probíhá vleže na zádech s pokrčeným a relaxovaným kolenním kloubem. Terapeut zafixuje zasednutím pacientovu špičku nohy, uchopí hlavičku fibuly mezi palec a ukazováček a pokusí se provést předozadní nebo ventrolaterální pohyb. Pro mobilizaci hlavičky fibuly je obdobná výchozí pozice jako u diagnostiky, ale se zvýšenou silou a repetitivním pružením. Případně je možnost provést pružení ve směru rotace okolo tibie. (Lewit, 2003)



**Obrázek 15:** Mobilizace hlavičky fibuly (tibiofibulární skloubení) (Lewit, 2003)

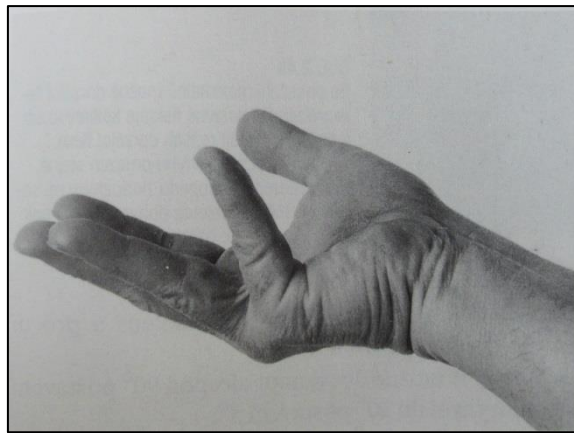
### **7.3 Vyšetření a ošetření zkrácených svalů bérce**

K vyšetření zkrácených a oslabených svalů (a obecně svalové síly) se využívá v dnešní době nejčastěji svalový test dle prof. Jandy. U pacientů s dlouho imobilizací a nedostatečným aktivním svalovým pohybem se očekává, že určité svalové skupiny se pomalu začnou zkracovat, a jiné naopak oslabovat. To vede k častým svalovým dysbalancím. U bérce části



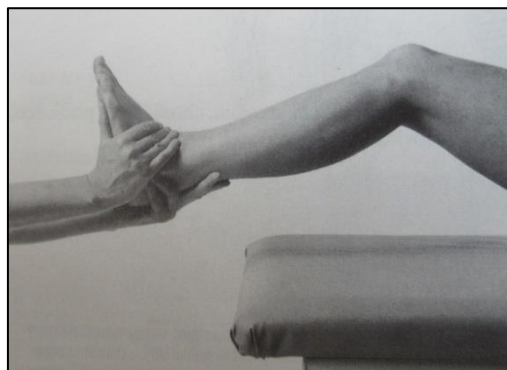
se očekává zkrácení především m.triceps surae, provádějící flexi hlezenního kloubu, dále je možné i zkrácení m.tibialis anterior.

Vyšetření např. m.triceps surae probíhá tak, že pacient je v poloze vleže na zádech. Končetina, která není testována, je flektována s chodidlem na podložce. Testovaná končetina je v extenzi, dolní polovina bérce je mimo lůžko. Terapeut uchopí testovanému patu speciálním úchopem, znázorněným na obrázku 16, druhou ruku přiloží shora nártu. Následně provede pohyb tahem do distálního směru, palec druhé ruky působí souměrným tlakem a brání vybočení nohy.



**Obrázek 16:** Úchop terapeutovy ruky při vyšetření zkráceného svalu m.triceps surae (Janda, 2004)

Jestliže budeme chtít specifikovat, zda se jedná o svalové zkrácení m.soleus nebo m.gastrocnemius, poloha pacienta a držení terapeuta zůstává stejné, jen terapeut provede maximální pasivní dorsální flexi, následně flektuje kolenní kloub a snaží je ještě zvětšit dorsální flexi. Pokud se rozsah nezvětší, jedná se o zkrácení svalu m.soleus, jestliže se dorsální flexe ještě o něco zvětší, víme, že je zkrácený m.gastrocnemius. (Janda, 2004)



**Obrázek 17:** Specifikace vyšetření zkráceného svalu m.soleus/m.gastrocnemius (Janda, 2004)

Při tomto vyšetření se hodnotí velikost dorsální flexe, které pacient dosáhl. Janda (2004) uvádí, že jestliže hlezno dosáhne alespoň 90° postavení, nejde o zkrácení (0 stupeň). Hlezno je v postavení asi 85°, jde tedy o malé zkrácení (1 stupeň). Nakonec, jestliže hleznu do 90° chybí více jak 5°, jedná se o velké zkrácení (2 stupeň). (Janda, 2004)

Pro ošetření takto změněných svalů lze užít například metodu **postfacilitační inhibice (PFI)**, která vede k protažení celého svalu. Pro protažení právě m.triceps surae pacient leží na zádech, hlezno má ve středním postavení. Terapeut jednou rukou uchopí akrum a druhou fixuje oblast nad kolenem. Pacient provede maximální izometrickou kontrakci m. triceps surae směrem do plantární flexe. Vydrží tak asi 7 sekund, provede nádech, a s výdechem sval uvolní. Terapeut ihned protahuje směrem do dorsální flexe (protahuje tedy zkrácený sval). Terapeut podrží získané maximální postavení asi 10-20 sekund. Pro zkrácený m. soleus je postup naprosto identický, jen výchozí postavení je vleže na břiše s flexí kolene, nebo vleže na zádech, taktéž s flexí kolene. To se dělá pro vyloučení m.gastrocnemius. V rámci jedné terapie se postup opakuje asi 3-5x. (Dvořák, 2007)

Další metodou, kterou lze užít je stretching, buď aktivně, aktivně asistovaně, pasivně, pasivně-aktivně. Protahovaný sval se vede do krajní polohy, kde setrvá 20 sekund.

#### **7.4 Vyšetření a ošetření oslabených svalů bérce**

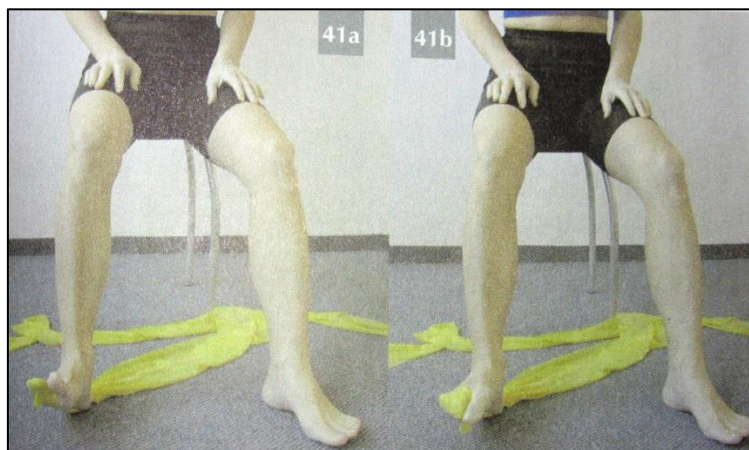
Vyšetření oslabených svalů probíhá opět dle svalového testu dle Jandy. Jakmile terapeut zjistí oslabený sval, lze využít cvičení, které vychází z polohy a směru pohybu, používaného již právě při diagnostice. Jedná se tedy o analogické cviky, zaměřené na jednotlivé svaly zvlášť. Cvičení probíhá do svalové síly stupně 3, následně je vhodné jej začlenit již do složitějších pohybových řetězců. Jakmile se objeví kontrakce, začne se cvičit pohyb s dopomocí terapeuta.

Jestliže je pacient již více schopný, svalová síla je o něco větší a pacient překoná gravitaci i odpor terapeuta, nahradíme analogické cvičení dle Jandy s odporem fyzioterapeuta, za odpor činek, posilovacího zařízení, Thera-bandu, či různých pružin, atd...

Příklady posilovacích cviků s therabandem:

**Cvik 1.** Posílení extenzorů prstců, protažení flexorů prstců:

Pacient si zafixuje Thera-band pod patu a překryje jím 2.-5. prstec. Thera-band vede pod ploskou a opět zafixuje o patu tak, aby došlo k jemnému tahu do flexe. Pohyb pacient provede směrem do extenze, proti odporu Thera-bandu. Následně zpět do flexe, kdy naopak pohyb musí brzdit. (Obrázek 18) (Pavlů, 2004)



**Obrázek 18:** Posílení extenzorů prstců (Pavlů, 2004)

**Cvik 2:** Posílení flexorů prstců a protažení extenzorů:

Pacient zafixuje Thera-band pod 2.-5. prstcem z plantární strany, dále jej vede až k zevní straně hýždě, kde si jej zafixuje (například přisednutím). Thera-band vykonává tah směrem do extenze. Pacient provede pohyb směrem do plantární flexe. Následně se vrací do extenze opět bržděním pohybu. (Obrázek 19) (Pavlů, 2004)



**Obrázek 19:** Posílení flexorů prstců (Pavlů, 2004)

**Cvik 3:** Posílení a zvětšení rozsahu pohybu do dorsální flexe spolu s protažením plantárních flexorů nohy:

Pacient si ovine Thera-band za hřbet kolem protahované nohy a oba konce si zafixuje patou druhostranné končetiny. Provede pomalou dorsální flexi proti odporu Thera-bandu, následně při pohybu zpět do plantární flexe brzdí tah Thera-bandu. (Obrázek 20) (Pavlů, 2004)



**Obrázek 20:** Posílení do dorsální flexe (Pavlů, 2004)

**Cvik 4:** Posílení dorsálních flexorů a pronátorů nohy spolu s protažením plantárních flexorů a supinátorů nohy:

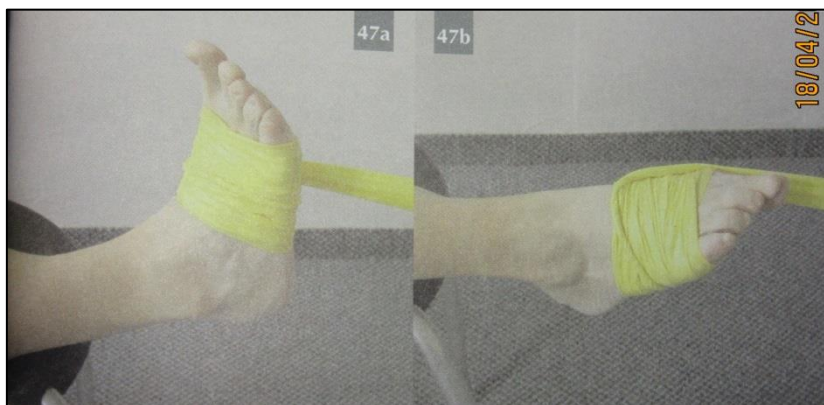
Pacient si ovine Thera-band kolem prstců a hřbetu obou chodidel, pokračuje přes zevní hranu na plantární stranu jedné nohy, odkud jej vede k druhostranné patě a pak obráceně. Vytvoří si tak mezi patami kříž. Thera-band se zafixuje patami. Tah působí do plantární flexe a supinace nohou. Pacient provede pohyb do dorsální flexe a pronace. Zpět pohyb opět brzdí. (Obrázek 21) (Pavlů, 2004)



**Obrázek 21:** Posílení dorsálních flexorů a pronátorů (Pavlů, 2004)

**Cvik 5:** Posílení dorsálních flexorů a supinátorů nohy s protažením plantárních flexorů s pronátory:

Pacient si omotá Thera-band kolem hřbetu nohy tak, aby pruh pomůcky byl na vnitřní hraně a prováděl tah do plantární flexe a pronace. Fixace Thera-bandu je pomocí například židle, terapeuta, atd... Provede se pohyb do dorsální flexe a supinace proti odporu Thera-bandu. Zpětný pohyb pacient opět brzdí. (Obrázek 22) (Pavlů, 2004)



**Obrázek 22:** Posílení dorsálních flexorů a supinátorů nohy (Pavlů, 2004)

**Cvik 6:** Posílení plantárních flexorů a pronátorů nohy spolu s protažením dorsálních flexorů a supinátorů:

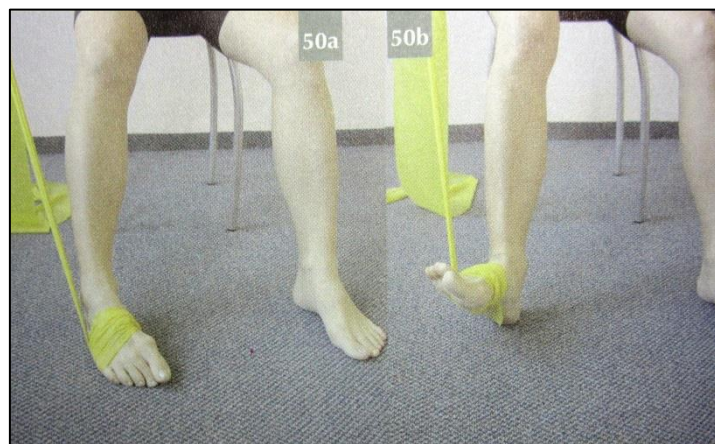
Pacient si omotá Thera-band kolem hřbetu nohy tak, aby tah pruhu byl na vnitřní straně nohy směrem do dorsální flexe a supinace. Fixace zbylé části Thera-bandu je provedena rukou. Pacient vykonává pohyb do plantární flexe a pronace proti odporu Thera-bandu. (Obrázek 23) (Pavlů, 2004)



**Obrázek 23:** Posílení plantárních flexorů a pronátorů nohy (Pavlů, 2004)

**Cvik 7:** Posílení plantárních flexorů a supinátorů nohy spolu s protažením dorsálních flexorů a pronátorů:

Pacient si ovine Thera-band takovým způsobem, aby pruh byl na zevní hraně a působící tah do dorsální flexe a pronace nohy. Fixace Thera-bandu se provádí rukou. Pacient vykoná pohyb do plantární flexe a supinace proti odporu. (Obrázek 24) (Pavlů, 2004)



**Obrázek 24:** Posílení plantárních flexorů a supinátorů nohy (Pavlů, 2004)

## 7.5 Proprioceptivní neuromuskulární facilitace (PNF)

Proprioceptivní neuromuskulární facilitace označuje metodu, koncept, kdy se na základě biomechanických a neurofyzilogických podkladů, využívá manuální dovednost k terapii. Zakladatelem této myšlenky byl Dr. Kabat ve 40. letech 20. století. Tato

myšlenka v sobě obsahuje především to, že při provádění určitých účelných a koordinovaných vzorů s odpovídajícím feedbackem od terapeuta, dojde k optimalizaci porušených pohybových vzorů směrem k normálu a tím je pacient schopen provést reálný úkol. (Bastlová, 2013)

Rozebereme-li název této metody, pak by slovo „proprioceptivní“ znamenalo to, že metoda používá stimulaci receptorů, které nám dávají informaci o poloze a pohybu těla. „Neuromuskulární“ znamená, že metoda využívá svalů a nervů, a aktivitou zlepšuje jejich funkčnost a propojení navzájem. „Facilitací“ se rozumí to, že metoda usnadňuje nebo napomáhá pohybu a podporuje jeho snadnější provedení.

PNF pracuje na bázi několika hlavních principů. Těmi jsou:

- ucelený přístup, kdy každé použité cvičení je zaměřeno na konkrétního pacienta, především je pak zacílení na jeho celek, nikoli jen postižený segment
- terapie by měla být mířena pozitivně, to znamená využití i funkcí co pacient zvládne na jeho psychické i fyzické úrovni
- při terapii by měl být cíl pomoci dovést pacienta k maximální možné hranici ovlivňované funkce

V metodě PNF se využívá především facilitačních mechanismů, které mají za úkol zlepšit koordinaci, pohyblivost či stabilitu v daném segmentu, případně zvýšit efektivitu a výkonnost pohybové funkce. Využívá se manuálního kontaktu, verbální stimulace, zrakové stimulace, optimálního odporu, správného timingu (načasování), iradiace a zesílení, trakce (ve smyslu protažení), aproximace, stretch a pohybových vzorů.

V proprioceptivní neuromuskulární facilitaci je možné použít techniky posilovací a relaxační. Právě tyto techniky lze využít v kombinaci s diagonálami a docílit tak vyššího účinku. (Bastlová, 2013)

### **7.5.1 Pohybové vzory**

Pohybové vzory, jiným slovem diagonály, jsou důležitou cvičební metodou PNF. Pohybový vzor (diagonála) kombinuje spirální a diagonální možnosti svalových vláken. Byly nahrazeny analytické pohyby jednotlivých svalů syntetickými vzorci, kdy se pracuje ve více kloubech. Spirální složka je rotací (vnitřní, vnější) a diagonální složka se utváří díky extenzi,

flexi, abdukci a addukci. Pracuje se vždy ve všech rovinách (sagitální, frontální i transverzální). (Bastlová, 2013)

Diagonálu lze provést jak aktivně, tedy pacient zvládne pohyb sám, aktivně s dopomocí (pacient je schopen provést pohyb téměř sám, ale potřebuje k tomu ještě dopomocí terapeuta), případně pasivně (pacient pohyb sám neprovede, pohyb vede terapeut). Vzory lze kombinovat s odporem, můžeme je také provést v celém rozsahu nebo zaměřit se jen na určitou část, kde má pacient největší deficit. Pohybový vzor začíná vždy od akra a postupuje směrem proximálním. (Bastlová, 2013)

Existují tyto typy diagonál:

- první diagonála – flekční vzorec
- první diagonála – extenční vzorec
- druhá diagonála – flekční vzorec
- druhá diagonála – extenční vzorec
- všechny diagonály lze provést ve variantě s extenzí nebo flexí kolene. Vždy je výchozí postavení stejné, jako základní vzor, liší se však tím, že v prvním případě bérce končí v extenzi kolenní a v druhé variantě ve flexi.

Pro pacienta po kompartment syndromu je vždy nutno zvolit správný vzor dle rozsahu a místa poškození (které struktury byly zasaženy).

#### **7.5.1.1 První diagonála – flekční vzorec**

- V této diagonále dochází k pohybu: flexe – addukce – zevní rotace
- Výchozí pozice: Pacient leží na zádech, dolní končetina je v protažení umístěna v extenzi, abdukci, vnitřní rotaci a v plantární flexi s everzí v hlezni. Nastavení pacienta probíhá proximo-distálně.
- Úchop terapeuta: Stejnostrannou rukou, jako je pacientova končetina, uchopí nohu dorzálně takzvaným lumbrikálním úchopem u metakarpofalangeálních kloubů. Prsty jsou mediálně, palec laterálně, nesmí se dotknout planty. Proximální úchop je kontralaterální rukou, než je ošetřovaná končetina pacienta, položen na anteromediální ploše stehna nad kolenním kloubem.



- Pohyb je zahájen rotací nohy za palcem (dorsální flexe s inverzí), abdukci prstů, extendovaným kolenem a jde až ke kyčli do flexe, addukce přes střední čáru a zevní rotace.
- Pokyn pro pacienta: přitáhněte špičku i s prsty, pomalu zvedejte nohu kolenem směrem k pupku a patu vtáčejte dovnitř.

Tato diagonála je pro výpadek svalů nohy: m.extensor digitorum longus et brevis, m.extensor hallucis longus et brevis, m. abductor hallucis, mm. interossei dorsales, mm. lumbricales a m.tibialis anterior. Proto tento pohybový vzor lze použít u postižení anteriorního kompartmentu bérce. (Bastlová, 2013)

#### **7.5.1.2 První diagonála – extenční vzorec**

- Vykonávaný pohyb: extenze – abdukce – vnitřní rotace
- Výchozí pozice: flexe, addukce a zevní rotace kyčle, extenze kolene, dorsální flexe s inverzí nohy a extenze s abdukci prstů.
- Terapeutův úchop: stejnostrannou rukou na plantě, palec na distálních článcích prstů, prsty na mediální hraně. Nedotýkat se dorsa nohy. Kontralaterální rukou na posterolaterální ploše stehna u kolenního kloubu.
- Pohyb je veden do flexe a addukce prstů, plantární flexe s everzí nohy, kolene v extenzi, a nakonec kyčle do extenze, abdukce a vnitřní rotace.
- Pokyn pro pacienta: propněte špičku a prsty „jako baletka“, pomalu pokládejte nohu patou ven a koleno tlačte do strany.

Tato diagonála se týká svalů nohy: m. flexor digitorum longus et brevis, m.adductor hallucis, m. flexor hallucis brevis, m. flexor digiti minimi, mm. lumbricales, mm. interossei plantares, m. quadratus plantae, m. gastrocnemius (laterální hlava), m. soleus a m. peroneus longus. Je tedy vhodná pro poškození v hlubokém zadním, povrchovém zadním a laterálním kompartmentu. (Bastlová, 2013)

#### **7.5.1.3 Druhá diagonála – flekční vzorec**

- Prováděný pohyb: flexe – abdukce – vnitřní rotace
- Výchozí poloha: extenze, addukce a zevní rotace kyčle, extenze kolene, plantární flexe s inverzí nohy, flexe a addukce prstů.

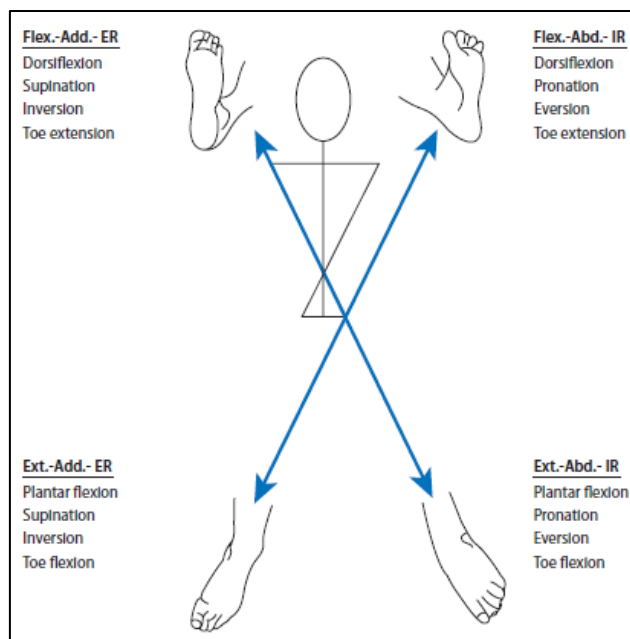
- Terapeut: úchop je na dorsu nohy, palec na mediální hraně, prsty na laterální hraně nohy. Nekontaktovat plantu. Druhá ruka je umístěna na anterolaterální ploše stehna nad kolenním kloubem.
- Pohyb je veden: extenze a abdukce prstů spolu s dorsální flexí a everzí nohy, koleno do extenze, a nakonec do flexe, abdukce a vnitřní rotace kyčle.
- Pokyn pro pacienta: přitáhnout špičku, zvedat končetinu nahoru a do strany, patu vytáčet ven.

Diagonála je vhodná pro svaly nohy: m. extensor digitorum longus et brevis, m. extensor hallucis longus, mm. interossei dorsales, mm. lumbricales, m. abduktor digiti minimi, m. peroneus brevis. Lze tedy použít u předního nebo laterálního kompartmentu.

#### **7.5.1.4 Druhá diagonála – extenční vzorec**

- Prováděný pohyb: extenze – addukce – zevní rotace
- Výchozí poloha: kyčel ve flexi, abdukci a vnitřní rotaci, koleno v extenzi, noha v dorsální flexi s everzí, prsty v extenzi a abdukci.
- Terapeut: stejnostranná ruka umístěna na plantě, prsty na mediální hraně, patka dlaně na laterální hraně. Nekontaktovat dorsum nohy. Kontralaterální ruka umístěna na posteromediální straně stehna u kolenního kloubu.
- Prováděný pohyb: od prstů do flexe a addukce, plantární flexe s inverzí nohy, koleno v extenzi, kyčle v extenzi, addukci a zevní rotaci
- Pokyn pacientovi: špičku propnout „jako baletka“, pokládat nohu patou směrem k druhé noze.

Diagonála je vhodná pro tyto svaly: m. flexor digitorum longus et brevis, m. flexor hallucis longus et brevis, mm. lumbricales, m. quadratus plantae, mm. interossei plantares, m. plantaris, m. gastrocnemius (mediální hlava), m. soleus a m. tibialis posterior. Tento vzor tedy jde použít u povrchového a hlubokého zadního kompartmentu.



**Obrázek 25:** Diagonály PNF (Adler, Beckers & Buck, 2008)

## 7.5.2 Relaxační techniky

Relaxační techniky vycházejí z myšlenky, že při facilitaci jedné skupiny dojde k útlumu skupiny jiné. Holubářová (2011) mluví o znalosti reciproční inervace a následné indukce. (Holubářová & Pavlů, 2011)

### 7.5.2.1 Technika kontrakce – relaxace

Tuto stretchingovou techniku lze použít tam, kde je omezený rozsah pohybu. Daný segment pasivně vedeme do svalové bariéry, pacient následně provede izometrickou kontrakci zkrácených svalů v délce 7 – 15s, následně zrelaxuje nejlépe 2x déle než byla doba kontrakce. Techniku opakujeme v novém rozsahu. (Holubářová & Pavlů, 2011)

### 7.5.2.2 Technika výdrž – relaxace

Tato metoda je myorelaxační a cílem je zvýšení pasivního rozsahu pohybu, snížení bolesti a svalová relaxace. Danou část vedeme do svalové bariéry, pacient provede izometrickou kontrakci hypertonických svalů, terapeut současně pomalu zvyšuje odpor. Délka kontrakce je 7 - 15s, poté terapeut pomalu odpor snižuje. Pacient zrelaxuje. Při této metodě je vhodné využít vliv dýchání. (Holubářová & Pavlů, 2011)

### **7.5.3 Facilitační (posilovací) techniky**

#### **7.5.3.1 Rytmičká iniciace**

Tato technika se využívá tam, kde pacient není schopen nastartovat pohyb. Začíná pasivním pohybem. Terapeut pacientovi pasivně předvede pohyb a popíše načasování. Pacient následně zkouší cvik sám. Cvik lze provést aktivně, aktivně s dopomocí, pasivně nebo i proti odporu. (Bastlová, 2013)

#### **7.5.3.2 Zvrat agonistů (kombinace izotonických kontrakcí)**

Cvik probíhá koncentricky i excentricky. Pacient provede pohyb koncentricky, na konci tohoto pohybu je malá stabilizační výdrž (izometrická kontrakce) a následně je pacient přetlačován terapeutem, čili musí pohyb brzdit (excentrická kontrakce). Cílem je posílení svalů, zvětšení rozsahu pohybu, koordinace a aktivní kontrola při pohybu. (Bastlová, 2013)

V případě stavu po kompartment syndromu, kdy by byl postižen například m.tibialis anterior, by cvičení vypadalo následovně: pacient provede proti odporu terapeuta dorsální flexi nohy, na konci pohybu chvíli setrvá (izometrie), následně terapeut přetlačuje pacienta do plantární flexe nohy. Úchop terapeuta by byl na dorsu nohy.

#### **7.5.3.3 Dynamický zvrat**

Tato technika je vhodná pro zvětšení rozsahu pohybu, posilování a zlepšení koordinace. Pohyb začíná do silnějšího směru proti odporu, následně dojde ke změně směru bez relaxace, aby nedošlo ke ztrátě svalového napětí. Jedná se tedy o střídavé dynamické kontrakce agonistů a antagonistů. (Bastlová, 2013)

Jako příklad si lze uvést dynamický zvrat na diagonále z flexe-addukce s flexí kolene do extenze-abdukce s extenzí kolene. Terapeut dává prvně odpor do flexe-addukce, úchop je na dorsu nohy. Poloha ruky se následně změní na plantu nohy a pacient může provést extenzi s abdukci, přičemž se klade odpor do abdukce. (Adler, Beckers & Buck, 2008)



**Obrázek 26:** Ukázka postupu dynamického zvratu (Adler, Beckers & Buck, 2008)

#### **7.5.3.4 Stabilizační zvrát**

Pacient izotonicky kontrahuje, ale terapeut klade tak velký odpor, že se pohyb téměř neděje. Cvik probíhá excentricky i koncentricky. Cílem je zvýšení svalové síly a zlepšení stability. (Bastlová, 2013)

#### **7.5.3.5 Rytmická stabilizace**

Aktivace a kontrakce všech svalových skupin proti odporu kladeným terapeutem ve všech směrech. Segment, uvedený do požadované pozice, aktivuje svaly, přičemž terapeut odporuje těmto svalům a snaží se je pomocí „šňouchání“ z dané pozice vychýlit. Pacient drží pozici tak, aby se právě naopak vychýlit nenechal. Kontrakce svalů by měla být izometrická. Rytmická stabilizace je vhodná pro zvýšení stability a svalové síly, zlepšení koordinace, snížení bolesti a zlepšení percepce. (Bastlová, 2013)

### **7.6 Senzomotorická stimulace**

Název senzomotorické stimulace plyne ze vzájemného propojení aferentní a eferentní informace při řízení pohybu. Tato metoda byla rozpracována prof. Jandou a jeho spolupracovnicí M. Vávrovou v 70. letech. Původně sloužila k upravení nestability poruch kolenního kloubu a kotníku. V současné době je využitelná pro jakékoli funkční poruchy pohybového systému. Cílem této techniky je stabilizovat daný segment, zlepšit svalovou koordinaci, ovlivnit poruchy propriocepce při neurologických onemocněních, zrychlit nástup svalové kontrakce, kdy sval musí aktivně reagovat na změnu pozice, a úprava poruch rovnováhy. Proto se využívá soustava balančních cviků, které se provádí v různých polohách. Tato metoda, je kromě jiného, i velmi vhodná pro svalové dysbalance, doléčování poúrazových a pooperačních stavů pohybového aparátu, sensorické poruchy při neurologických onemocnění, i pro poruchy rovnováhy. (Kolář, 2009)

Správná senzomotorická řada by měla vždy začínat protažením tkání, odstraněním kloubních blokády a obecně uvolnění struktur v daném segmentu. Postup je distoproximální, čili nejdříve se začíná od chodidla, tzv. malou nohou. Jedná se o zkrácení a zúžení chodidla v příčné i podélné ose, ideálně při natažených (nezatnutých) prstech. Mělo by dojít k vykreslení klenby nohy. Tento cvik se provádí prvně pasivně, kdy terapeut vede pohyb nohy, následuje aktivně asistovaný pohyb, při němž pacient provádí pohyb s dopomocí, a nakonec pacient aktivně zkouší malou nohu sám. Malá noha se cvičí v různých pozicích. Začíná se vsedě, následuje stoj, variace stoje, nakonec nestabilní plošiny a podložky. (Janda & Vávrová, 1992)

Dalším bodem v senzomotorice je výuka tzv. korigovaného stoje. Pacient stojí asi na šířku pánve, špičky směřují vpřed, kolena v lehké semiflexi a vytočená mírně zevně, pánev je podsazená, ramena uvolněná, směřující dolů, hlava je držena vzorně. Tento cvik lze opět po zvládnutí tohoto základního držení zkoušet ve stoji na jedné končetině, případně labilních plošinách. Terapeut taktéž může zkusit pacienta vychylovat v různých směrech (tlak na pánev, kyčle, ramena, případně jejich variace). Pacient se však nenechá vyvést z rovnováhy a danou pozici udrží. Součástí senzomotoriky jsou jednoznačně také cviky v nárocích. Dále se pacient může naučit přivíjení a odvíjení chodidla od podložky, výpady, výskoky a jiné další variace. (Janda & Vávrová, 1992)

Na pacienta po kompartment syndromu lze aplikovat celou výše uvedenou řadu senzomotoriky. Vždy však platí, aby cviky šly logicky za sebou, tedy od nejjednoduššího po nejtěžší, od stabilního po labilní, od otevřených očí po zavřené oči ve stoji na jedné noze, atd... Nutno je samozřejmě uvážit pacientův zdravotní stav!

### **Cvik 1. Zvýšení náročnosti při korigovaném stoji na obou dolních končetinách (DK)**

Pacient zaujme pozici korigovaného stoje. Terapeut se jej snaží z této pozice pomocí tlaků ruky („šťouchání“) vychýlit. Body, kam terapeut působí jsou: kyčle, pánev, ramena, případně kombinace. Postrky jsou buď rychlé, nebo pomalé, trvající až 10 sekund. Odpor terapeut musí zvolit tak, aby byl přiměřený a pacient neztrácel rovnováhu až příliš. Tento cvik lze zacílit na různé svalové skupiny.

## **Cvik 2. Korigovaný stoj na jedné (levé) DK**

Jestliže má pacient zvládnout korigovaný stoj na obou DK, lze přejít k variantě: Korigovaný stoj na jedné DK. Pacient stojí s rovnoběžně položenými chodidly mírně od sebe, špičky jsou přímo vpřed. Přenesení váhu na levou DK, pravé chodidlo je lehce opřené o podložku. Levé koleno se mírně pokrčí a vytočí nad zevní hranu chodidla. Dále se pacient mírně nakloní s přenesením těžiště vpřed, zatlačí levé chodidlo do podložky a dojde k protažení ve směru dlouhé osy. Nakonec pacient zvedne pravé chodidlo od podložky, ohne kyčel asi do 20 – 25° a koleno do 90°. Pravé koleno se tedy dostane před osu těla a chodidlo naopak zůstane za osou těla. (Janda & Vávrová, 1992)



**Obrázek 27:** Korigovaný stoj na labilní ploše (stoj na pravé noze) - kulová úseč (Flusserová, 2008)

## **Cvik 3. Cviky na labilních plochách**

Mezi labilní plochy řadíme válcové a kulové úseče, čocky, bosu, pěnové podložky, atd...

Pacient se postaví na vybranou labilní plochu a opět se pokusí provést korigovaný stoj. Snaží se o výdrž v daném postavení 5 – 10 sekund. Lze tento cvik provádět samostatně, ale i v kombinaci opět s postrky, malou nohou, souhyby horních končetin nebo pomalými podřepy 5 – 10 minut. (Janda & Vávrová, 1992)



**Obrázek 28:** Korigovaný stoj na čočce: a) Pohled zepředu, b) Pohled z boku (Flusserová, 2008)

#### **Cvik 4.** Nácvik předního a zadního půlkroku

Pacient vykročí pravou nohou vpřed. Vytvoří malou nohu, zároveň lehce flektuje pravé koleno a dojde k přenášení váhy od levého hlezna směrem dopředu. Trup je s levou dolní končetinou stále v jedné ose. Těžiště se posouvá dále dopředu a dochází tak ke zvednutí paty. V případě, že pacient má omezenou dorsální flexi v levém hlezenním kloubu, je potřeba zvedat patu od země již od začátku výcviku.

Při zadním půlkroku pacient vykročí pravou nohu vzad, chodidla však směřují přímo vpřed. Těžiště je uprostřed mezi chodidly. Pacient opět zformuje malou nohu na pravé noze a přesouvá těžiště vzad. Současně dochází k ohybu pravého kolene.

Oba způsoby je možné přenést i na nestabilní plochy. (Janda & Vávrová, 1992)

#### **Cvik 5.** Prívíjení a odvíjení chodidla v předním půlkroku

Pacient vykročí např. levou nohu vpřed, aby se opírala pouze patou. Dojde k přenášení váhy na tuto končetinu tak, že první půjde váha na patu, poté přes zevní hranu chodidla (malíková hrana) a nakonec přilne k podložce hlavička prvního metatarsu s prsty. Zároveň pacient udržuje malou nohu. Taktéž dochází i k mírné flexi v koleni. Následně pacient provede pohyb zpět do výchozí polohy od prstů, metatarsu, zevního okraje chodidla až k patě. (Janda & Vávrová, 1992)



Za součást senzomotorické stimulace lze pokládat i tzv. **Propriofoot koncept**, původem z Francie, rozpracovaný terapeuty Loïc Paris a Jerome Baicry. Jedná se o užití 4 malých destiček, s různým stupněm stability. Spodní část je provedena tak, aby byly buď zcela stabilní, mírně nestabilní, nebo nestabilní všemi směry. Destičky je možno kombinovat. Naskýtá se nám tedy velká škála kombinací, které lze použít.

Slouží k prevenci a obnovu stabilizační funkce DK. Účinně se posílí a aktivují svaly DK, dojde ke stabilizaci klenby, ale velmi významným účinkem je prevence, nebo i léčba, instability hlezenního kloubu. Cviky podporují zvýšenou mobilitu kloubů, proto může pomoci i při odstranění kloubních blokády v oblasti nohy.

Cvičí se vždy naboso a jen jedna noha. Využije se kombinace dvou destiček, přičemž jedna se položí pod patu, druhá pod předonoží. Kombinace se zvolí dle účinku, kterého chceme dosáhnout. Pacient by měl vyvažovat tak, aby nedošlo k dotyku hrany o zem. (Hnátová, 2012)



**Obrázek 29:** Typy a použití propriofoot destiček (Hnátová, 2012)

## 7.7 Kondiční cvičení

Kondiční cvičení při imobilizaci a hospitalizaci v nemocnici má své podstatné místo v rehabilitačním plánu. Dvořák (2007) klade ve své knize důraz především na aktivní cvičení nepostižených částí, kdy může být mnohdy důležitější jako cvičení části postižené. Takové cvičení by mělo předejít hypotrofii až atrofií z nečinnosti. Dvořák uvádí, že pouze jeden den stačí k tomu, aby se odbouralo až 300g aktivní tělesné hmoty a došlo i na začátek katabolických pochodů s negativní dusíkovou bilancí. Při velmi dlouhodobé imobilizaci (až 2 měsíce) může dojít ke ztrátám až 50% svalové hmoty. Tyto pochody se mohou týkat nejen

svalů, ale i skeletu. Jestliže je pacient dlouhodobě inaktivní, odbourává se z kostí vápník a tím se zvyšuje riziko fraktur. Autor taktéž udává, že se stěží daří zastavit ztráty vápníku cvičením na lůžku, nicméně o to lépe je to možné, v případě že je pacient vertikalizován, byť jen na několik minut, několikrát denně.

Kondiční cvičení by mělo být aplikováno i jako prevence ztuhlosti volných kloubů. Zlepší se tak nitrokloubní výživa, rozetře se synoviální tekutina a někdy dojde ke spontánní úpravě fyziologicky vzniklých blokády. (Dvořák, 2007)

## 7.8 Fyzikální terapie

### 7.8.1 Ovlivnění jizvy

K ovlivnění jizvy po dermofasciotomii lze použít **laser**. Ten podpoří hojení jizvy. Indikací jsou právě posttraumatické stavy, neuralgie či funkční poruchy pohybového systému. Dávka laseru je závislá na výkonu hlavičky, ploše ozařování. Jednotkou je  $J/cm^2$ . V akutním stádiu je, dle Koláře (2009) doporučován v dávce  $1 J/cm^2$ , v subakutním stádiu  $1 - 3 J/cm^2$  a u chronických stavů  $3 - 6 J/cm^2$ . Avšak Poděbradský (2013) uvádí, že pro akutní jizvy je vhodná dávka  $2 - 4 J/cm^2$  a chronické jizvy se dávkují až  $10 - 15 J/cm^2$ . Doba a frekvence aplikace je dle Vařky a Poděbradského (1998) u akutního stádia denně, celkem 3x a sonda by měla být od tkáně vzdálena asi 0,5 cm. U subakutního stádia je dle Koláře (2009) aplikace kolem 2 – 6 minut, při výkonu hlavičky 30mW a ploše  $3 cm^2$ , a dle Vařky a Poděbradského (1998) se aplikuje taktéž denně, celkem 6x. Vzdálenost sondy od tkáně není tentokrát žádná, čili je přiložena přímo na jizvě. Pacient může cítit v závěru aplikace mírné teplo, z důvodu zahřátí hlavičky (Kolář, 2009; Poděbradská & Poděbradský, 2013; Poděbradský & Vařka, 1998)

Vařka a Poděbradský (1998) se zmiňují, že pro subakutní a chronickou fázi jizvy může mít dobrý účinek i pulzní ultrazvuk. Parametry pro subakutní fázi jsou: frekvence - 3 MHz, PIP - 1 : 8, ERA –  $1 cm^2$ , intenzita –  $0,8 - 1,2 W/cm^2$ , step  $0,1 W/cm^2$ , aplikace semistaticky, 3 minuty, denně, celkem 5x. Pro chronickou fázi se liší parametrem PIP, kdy je 1:2, intenzitou –  $2,0 - 3,0 W/cm^2$ , časem – 5 minut, ob den a celkem 16x. Step a ERA zůstávají stejné jako u subakutní fáze.

### 7.8.2 Ovlivnění svalové síly

**Elektrostimulace** je metoda, kdy dochází k dráždění denervovaných svalů. Provádí se monopólně bodovou elektrodou (katodou) v oblasti motorického bodu svalu, který se vyhledá pomocí pravoúhlých impulzů s délkou trvání 1-5 ms, frekvencí 0,3-0,15 Hz a v režimu constant voltage (CV). Pro hledání motorického bodu denervovaného svalu se použije šikmých impulzů. Délka elektrostimulace je individuální, nesmí totiž dojít k energetickému vyčerpání svalu. Proto je lepší proceduru provádět kratší dobu, 1-3 minuty, tedy 5-15 kontrakcí na jeden motorický bod, několikrát denně, anebo střídat během jedné aplikace svaly. Délka terapií je přímo úměrná délce regenerace axonu, ten regeneruje maximálně 3mm/den. Každé 2-3 týdny je dobré provést kontrolní vyšetření Hoorveg-Weissovou I/t křivkou pro pravoúhlé impulzy. Jakmile se na ně objeví dráždivost o délce 1-10 ms, přechází se na elektrogymnastiku. (Poděbradská & Poděbradský, 2013)

**Elektrogymnastika** je naproti tomu metoda, kdy se posilují oslabené, ale nikoli denervované svaly. Před vlastní terapií je vhodné ještě zdiagnostikovat svalové oslabení pomocí Hoorveg-Weissovy I/t křivky. Dráždění probíhá pravoúhlými impulzy. K elektrogymnastice jsou vhodné například **TENS surge proudy**, které nemají galvanické účinky a obecně jsou pacienti lépe tolerovány, protože se podobají fyziologické kontrakci svalu. Délka impulzu je 1 – 60 s. Dle Poděbradského (2013), délka musí být dostatečná k vyvolání svalové kontrakce, 100 – 500 mikrosekund s ohledem na levou část Hoorveg-Weissovy I/t křivky. Ideálně se pak použije nejmenší hodnota, která ještě dokázala kontrakci vyvolat. Pauza mezi impulzy 1 – 99 s, ale pro fázické svaly musí být 2 – 3x delší než vlastní kontrakce, která je 3-6 sekund, u extrémního oslabení 1 sekunda s postupně se zvyšující délkou o 1 sekundu (tzv. pozitivní step). Pro tonické svaly je pauza alespoň stejně dlouhá, jako kontrakce, která je 10-40 sekund. Optimální frekvence je 50 Hz. Intenzita vždy nadprahově motorická. Doba trvání procedury pro fázické svaly je 1-3 minuty každý sval, pro tonické svaly 5-15 minut. Frekvence terapie pro extrémně oslabené svaly je 3x denně, pro fázické svaly denně, a pro tonické svaly 3-5x týdně. K elektrogymnastice TENS surge proudy se volí malá kuličková diferentní elektroda, která zastupuje katodu a aplikuje se v místě motorického bodu, a větší indiferentní elektroda, uložená na témže svalu, ale distálně. (Poděbradská & Poděbradský, 2013; Poděbradský & Vařeka, 1998; Urban, ústní sdělení, 2014)

Dalším způsobem elektrogymnastiky je využití nízkofrekvenčních proudů (DD proudy typu RS, faradický proud, Träbertův proud,...), ruské stimulační, středofrekvenčních

bipolárních proudů, tzv. Kotzových proudů. Zde je nosná frekvence je 2 500 – 12 000 Hz, frekvenční modulace je 50 Hz konstantních, nebo lépe 30-60 Hz (prevence adaptace svalových vláken). (Poděbradská & Poděbradský, 2013)

### 7.8.3 Ovlivnění bolesti

K ovlivnění bolesti lze využít například diadynamický proud (DD) ve variantě LP, Amosovy proudy a například TENS proudy. **DD – LP proud** pro analgetický účinek se využívá v intenzitě prahově či nadprahově senzitivní (pacient cítí lehké mravenčení). **Amosovy proudy** je speciální aplikace DD-CP proudů v intenzitě nadprahově senzitivní. Od klasických DD se liší místem uložení elektrod, kdy velká desková elektroda (anoda) je uložena transvertebrálně v oblasti L2-S1. Menší elektroda (nejméně 8x20 cm), která je katodou, je uložena na lýtku. Je nutné použít ochranné roztoky. Aplikuje se po dobu asi 20-25 minut, se stepem 1 minuta, frekvencí asi 3x/týden. Počet procedur by měl být kolem 7-9. TENS proudy, nebo-li transkutánní elektrostimulace se u kompartment syndromu může použít ve variantě kontinuální nebo randomizovaná. **Kontinuální TENS** je bez frekvenční modulace, pro analgetický účinek se aplikuje neurálně. Optimální frekvence je kolem 140 Hz v intenzitě nadprahově senzitivní (pacient cítí mravenčení), asi na 30-60 minut. Na tento typ proudu postupně vzniká adaptace, čili je nutno zvyšovat intenzitu. Zároveň má však bohužel spíše krátkodobější účinek. Dále lze použít například **randomizovanou transkutánní elektrostimulaci**, kdy se bude jednat o náhodou frekvenční modulaci, často  $\pm 30\%$  od nastavené hodnoty frekvence. Aplikuje se transregionálně, s intenzitou prahově nebo nadprahově senzitivní. Doba aplikace je asi 6-10 minut. (Poděbradská & Poděbradský, 2013)

### 7.8.4 Ovlivnění poruch prokrvení a otoku

Jako velmi vhodná, pro zmírnění otoku, zlepšení prokrvení a odtoku lymfy (lymfatická drenáž), se jeví **vakuum-kompresivní terapie**. Princip je střídání podtlaku a přetlaku ve skleněném válci, kde je pomocí nafukovací manžety dolní končetina vzduchotěsně upevněna. Obvyklý přetlak pro udržení končetiny je 10 kPa, tedy 0,1 bar. Ve fázi přetlaku je pokožka bledá, zmenšuje svůj objem a dochází ke stimulaci centripetálního toku žilní krve a lymfy (krev je vytlačována). Ve fázi podtlaku končetina zvětšuje svůj objem, nasává arteriální krev, je tedy naopak červená, neboť nastává pasivní hyperémie. Dochází ke zlepšení přítoku krve. Pro umocnění účinku lze využít polohování

končetiny – ischemickou končetinu, kterou potřebujeme prokrvit, napolohujeme šikmo dolů, kdežto pro zlepšení lymfy ji položíme šikmo nahoru.

Parametry metody jsou částečně limitovány subjektivním vnímáním pacienta, kdy pacient například nemusí snášet zaškrcení těsnicí manžetou, nebo změny barvy končetiny. Hodnoty se předepisují vždy v určitém rozsahu, například 3 – 6 kPa. Užívá se minimálních hodnot, které požadované změny barvy ještě vyvolávají. Aby účinek byl správný, je důležité vzít v úvahu rychlost změny přetlaku/podtlaku, ale také i dobu jednotlivých fází. Hodnoty závisí na požadovaném účinku, například pro zvýšení žilního odtoku a lymfy je vhodné zvolit vyšší hodnotu přetlaku, než podtlaku. Pro přítok krve zase naopak. V případě, že otok a porucha prokrvení jsou již v chronickém stádiu, hodnota přetlaku a podtlaku je stejná. U posttraumatického stavu je přetlak 6 kPa na 30 s, podtlak -6 kPa také na 30 s. Při arteriální poruše prokrvení je přetlak 4 kPa na 30 s, a podtlak -8 kPa taktéž na 30 s. Doba aplikace většinou zpočátku 25 minut, ale v některých případech i jen 10 minut (komplexní regionální bolestivý syndrom). Step je 5 minut, dosahujeme tedy postupného prodlužování terapie až 45 – 60 minutám. Aplikace probíhá denně, od druhého týdne 3x/týden. Dobré je vždy terapii přizpůsobit a upravit podle potřeb a subjektivních reakcí pacienta. Kontraindikací je především akutní otevřená rána a lokální hnisavá infekce! (Poděbradský & Poděbradská 2013; Poděbradský & Vařeka, 1998)

Po výše zmíněné mechanoterapii lze pro terapii kompartment syndromu využít i **vodoléčebné procedury**. Jimi jsou například sestupná koupel bérců, koupel bérců střídavá a šlapací střídavá koupel. **Sestupná koupel bérců** poslouží ke snížení lokálního patologického prokrvení nebo u probíhajícího zánětlivého procesu. Pacient je posazen, bérce má až po kolena ponořeny ve vodě, přičemž teplota vody je zpočátku indiferentní (36 °C) a během 15-20 minut poklesne až na 25-23 °C. Pacient takto setrvá zhruba 5 minut. **Střídavá koupel bérců** probíhá tak, že pacient má 3-6 minut nohy až po lýtka ponořeny do teplé vody (36-38°C), následně je přesune do studené, asi 20°C vody na 10-15 sekund. Tento proces opakuje asi 2-3x, celkem 10-20 minut. Poté se osuší. Indikací jsou poruchy oběhu (studené nohy). Kontraindikací je sklon ke spazmům cév. **Šlapací střídavá koupel** probíhá tak, že v jedné vaničce je voda asi o 40-46°C a v druhé asi o 10-16°C. Na dně obou jsou položeny oblázky nebo masážní (akupresivní) rohožka. Pacient zhruba 1 minutu šlape v teplé vodě, následně se přemístí do studené vody, kde si asi 15 sekund tře chodidla. Procedura se opakuje asi 6-10x, přičemž končí ve studené vodě. Indikací jsou opět poruchy prokrvení. (Poděbradský & Vařeka, 1998)

## 8 KAZUISTIKA PACIENTA

**Jméno pacienta:** D.K.

**Rok narození:** 1986 (30 let)

**Datum a místo vyšetření:** RRR Centrum, Olomouc, 6. 4. 2016

**Diagnóza:** Stav po kompartment syndromu cruris I.dx (kompartment syndrom bérce)

**Nynější onemocnění:** Úraz se stal při fotbale. Pacient chtěl kopnout do míče, cestu zkřížil protihráč, přičemž zakopl o jeho nohu a upadl. Tímto byla způsobena fraktura střední části pravé tibie s dislokací 7mm laterodorsálně a dvojitá fraktura fibuly. Úraz byl způsoben 20. 4. 2014. Primární ošetření proběhlo v nemocnici v Opavě. Následně byl převezen na traumatologii do FNOL, kde byla provedena osteosyntéza Targon hřebem, bérec byl následně uložen do dlahy. Další den po operaci byla provedena časná vertikalizace, kdy ale došlo k výraznému zhoršení pacientova stavu. Ten byl schopen jen pár kroků, které způsobovaly výrazné otoky, pocit pnutí v noze, pocit pálení a bolest. 22. 4. 2016 byla indikována dermofasciotomie, s nálezem významného krvácení z oblasti interosseálního cévního svazku a s částečným postižením peroneální svalové skupiny a m. soleus. Pacientovi byl aplikován VAC systém, který měl asi 3 týdny. Poté byla provedena kožní plastika, kdy došlo k odběru štetpu ze stehna a následnému překrytí defektu bérce. Pacient byl hospitalizován asi 1 měsíc. Následně byl odeslán na rehabilitaci. Ta byla přerušena kvůli nehojícímu se kožnímu defektu na plantě pravé nohy. V listopadu 2015 byl tedy odeslán k sutuře kožního defektu. Při stejné operaci došlo i k prodloužení Achillovy šlachy asi o 20%. Pacient má doposud poruchy cití. Udává, že po první operaci měl výpadek n.peroneus, nicméně došlo asi do půl roku k úpravě. Nyní udává dysestezie na plantě pravé nohy, tj. stále přetrvává axonální léze n.tibialis. Mediální planta - dotyk hlásí jako píchání jehliček, střed planty údajně téměř vůbec necítí, prsty a palec z plantární strany taktéž téměř necítí. Navíc zde nalezneme motorický výpadek do plantární flexe prstů i palce. Pacient má i výrazně flekční držení prstů a palce podobající se kontraktuře (obrázek 31).



**Obrázek 30:** Běrec pacienta - asi 2 roky od kompartment syndromu a provedené dermofasciotomie



a)



b)

**Obrázek 31:** Flekční držení prstů a palce pacienta a) Pohled shora, b) Pohled z boku z mediální strany

**Osobní anamnéza:** 2000 – výron levého kotníku, parciální ruptura m. quadriceps femoris vpravo 2005, parciální ruptura m.biceps femoris vlevo (2012)

**Rodinná anamnéza:** není relevantní

**Pracovní anamnéza:** Administrativa v autodopravní firmě

**Sociální anamnéza:** Žije s přítelkyní v bytě

**Sportovní anamnéza:** Sportovec, dříve hrával profesionálně fotbal, nyní jen rekreačně kolo, posilovna, plavání, běžecký pás (s omezením).

**Alergie:** neguje

**Farmakologická anamnéza:** pravidelně nebere žádné léky. Předtím Escin, vitamin B, Wobenzym, Fraxiparine

## 8.1 Kineziologický rozbor

### 1) Zezadu

- mírný hypertonus v mm.trapezii bilaterálně
- dolní úhel pravé lopatky o málo výše
- pravá teile hlubší
- bikristální rovina symetrická – pánev v rovině
- zadní spiny v rovině – symetrické
- infraglutální rýhy – symetrické
- mírná hypotrofie stehna vpravo
- popliteální rýhy symetrické
- hypotrofie lýtky vpravo
- mírná valgózita hlezenních kloubů bilaterálně
- zřejmý mírný otok hlezna vpravo
- Achillova šlacha vlevo – lépe vykreslená
- Stereotyp abdukce: rychlejší pohyb v pravé lopatce v úseku 60 – 90°
- Stereotyp flexe: fyziologický

### 2) Zboku

- mírně předsunutě držení hlavy
- lordóza/kyfóza fyziologická
- břišní svalstvo posílené (není ochablé)
- lehce hyperextenční postavení kolen
- výrazné flekční držení prstců a palce na pravé dolní končetině



### 3) Zepředu:

- nadklíčkové jamky symetrické
- klíční kosti symetrické
- umbilicus ve střední rovině
- pravá teile hlubší
- pánev v rovině
- mírná hypotrofie stehenního svalstva
- levá patella o něco výše
- hypotrofie pravého lýtka
- lehká valgozita hlezen bilaterálně
- výrazné flekční postavení prstů a palce pravé nohy
- stoj o široké bázi se zevně rotačním postavením v kyčli (vnitřní rotace bérců)

- Thomayerova zkouška: + 7cm

- Jizva:

- měkká, nebolestivá, klidná - bez známek zánětu, bez zarudnutí nebo změny teploty, bez potivosti
- v kraniální části dobře prohmatná, dobrá posunlivost
- v kaudálnější části – tužší, pacient udává, že hojení v tomto místě se probíhalo hůře a zdlouhavěji
- - horší posunlivost, ale i tak bez bolesti nebo známek zánětu

- Podkoží a fascie bérce:

- posunlivé, měkké

- Svaly:

- spíše hypotrofie především mediální strany bérce, dále pak mediální strana stehna
- vpravo zřejmě i mírná hypotonie, neboť svaly byly na pohmat měkké, oproti zdravému bérce

- Klouby:

- joint play nemocné končetiny – pohyb v Lisfrancově kloubu, tarsometatarsálním skloubení i v tarsálních kloubech byl, nicméně lehce tužší.
- joint play calcaneu – pohyblivý
- joint play zdravé nohy – fyziologická pohyblivost i bariéra

## 8.2 Vyšetření stoje

- Romberg I (normální báze) – bez problému
- Romberg II (stoj o zúžené bázi) – bez problému
- Romberg III (stoj o zúžené bázi se zavřenýma očima) – mírná nestabilita, zvýšená hra šlach
- stoj na měkké podložce – pacient zvládl, ale s obtížemi – zvýrazněna hra šlach
- tandemový stoj: pravá noha vpřed – mírně nestabilní; levá noha vpřed – výrazně nestabilní, pacient cvik téměř neprovedl

## 8.3 Vyšetření chůze

- typ chůze: těžká, napadáva na pravou nohu
- s omezenou extenzí prstů
- horší odrazová fáze – nezapojovala se flexe prstů a palce
- těžší došlap na podložku
- kalkaneotyp chůze
- chůze byla se souhybem horních končetin
- pacient zvládl chůzi se zavřenýma očima
- chůze po patách – zvládl, ale s omezenou dorsální flexí prstů a palce
- chůze po špičkách – výrazně horší, nestabilní, pacient se neudržel na špičkách déle, než 2 kroky

## 8.4 Obvody

OBVODY KONČETINY	PRAVÁ	LEVÁ
Přes bérec (nejšířší místo)	37 cm	40 cm
Přes hlezenní kloub	34 cm	33 cm
Přes Chopartův kloub	25 cm	25 cm

**Tabulka 1:** Obvody končetiny – porovnání pravé a levé strany

Ze změřených obvodů je možnost vidět, že rozdíl mezi bércem pravé a levé končetiny je rozdíl 3 cm. Příčina tak bude již aspekčně nalezená hypotrofie pravého lýtka. Přes hlezenní kloub se jedná o rozdíl 1 cm, což může svědčit o lehkém otoku, který byl také již aspekčně vyzorován.

## 8.5 Délky končetin

MĚŘENÁ DÉLKA	PRAVÁ	LEVÁ
Anatomická délka (Od trochanter maj. k malleolus lateralis)	87 cm	87 cm
Funkční délka (Od spina iliaca anterior superior k malleolus medialis)	88,5 cm	89 cm
Umbilikomaleolární délka (Od umbilicu k malleolus medialis)	104 cm	104 cm

**Tabulka 2:** Naměřené délky končetin – porovnání pravé a levé strany

Rozdíl v měření funkční délky pravé a levé končetiny může být zaviněn například valgozitou hlezen, případně samotným úrazem, který se pacientovi stal.

## 8.6 Svalový test

POHYB	SVAL	PRAVÁ	LEVÁ
Plantární flexe	m. triceps surae	4	5
Plantární flexe	m. soleus	4	5
Supinace s dorsální flexí	m. tibialis anterior	4-	5

<b>Supinace v plantární flexi</b>	m. tibialis posterior	4-	5
<b>Plantární pronace</b>	m. peroneus longus et brevis	4	5
<b>Flexe 2. – 5. prstu (metatarzofalangové klouby)</b>	mm.lumbricales	3-	5
<b>Flexe v základním článku palce</b>	m. flexor hallucis brevis	3-	5
<b>Extenze v metatarsofalangeálních kloubech prstů</b>	m. extensor digitorum longus et brevis, m. extensor hallucis brevis	4-	5
<b>Addukce prstů</b>	mm. interossei palmares, m. adductor hallucis	4	5
<b>Abdukce prstů</b>	m. abductor hallucis, m.abductor digiti minimi, mm.interossei dorsales	2	5
<b>Flexe v proximálních (IP1) kloubech</b>	m. flexor digitorum brevis	1	5
<b>Flexe v distálních (IP2) kloubech</b>	m. flexor digitorum longus	1	5
<b>Flexe v mezičláňkovém kloubu palce</b>	m. flexor hallucis longus	1	5
<b>Extenze v mezičláňkovém kloubu palce</b>	m. extensor hallucis longus	3+	5

**Tabulka 3:** Svalový test v jednotlivých svalech – porovnání pravé a levé strany

Během svalového testu byl zjištěn výrazný deficit v plantární flexi proximálních a distálních kloubech prstů, v plantární flexi v mezičláňkovém kloubu palce a abdukci prstů. Lze však pozorovat, že pravé chodidlo bylo celkově slabší, než levé.

## 8.7 Goniometrie

Aktivně	PRAVÁ	LEVÁ
Plantární flexe hlezna	15°	40°
Dorsální flexe hlezna	10°	20°
Inverze hlezna	15°	40°
Everze hlezna	20°	25°

**Tabulka 4:** Naměřené rozsahy pohybů v hlezenním kloubu – aktivní pohyb provedený pacientem

Pasivně	PRAVÁ	LEVÁ
Plantární flexe hlezna	25°	45°
Dorsální flexe hlezna	15°	20°
Inverze hlezna	20°	40°
Everze hlezna	20°	25°

**Tabulka 5:** Naměřené rozsahy pohybů v hlezenním kloubu – pasivní pohyb provedený terapeutem

Z tabulky lze rozeznat, že pacient měl výrazně omezenou plantární flexi s inverzí pravé nohy, oproti zdravé, levé noze. Tento náález tak může svědčit o stálé přítomnosti lehké parézy n.tibialis, pro kterou jsou tyto pohyby charakteristické. Při pasivním pohybu, tedy vedeném vyšetřujícím, se rozsahy pohybu příliš nezměnily. Během vyšetření bylo cítit značnou tuhost v kloubu, kdy ohyb šel poměrně ztěžka.

## **8.8 Neurologické vyšetření**

### **8.8.1 Čítí**

#### **8.8.1.1 Povrchové**

Čítí bylo vyšetřeno orientačně na obou dolních končetinách. Zkoušky: dvoubodová diskriminace, rozlišení teplého/studeného podnětu, tupého/ostrého, a grafestézie. Nemocná DK: Ve všech zkouškách pacient podněty rozpoznal, jestliže byly provedeny na bérce. V případě provedení zkoušek na plosce nebo prstech z plantární strany, pacient nebyl zcela schopný rozlišit, o jaký podnět se jedná (např. tupý/ostrý,...).

Vyšetřovaný tedy udával, že příliš necítí prsty z plantární strany, na mediální straně se po dotyku objevují dysestézie (pocit píchání jehličkami), stejně jako na středu planty, kdy změnu čítí popisuje, že dané místo má „jako kdyby mrtvé“.

Na zdravé DK je povrchové čítí v pořádku.

#### **8.8.1.2. Hluboké**

Hluboké čítí bylo vyšetřeno bilaterálně pomocí statestézie a kinestézie. Vibrační čítí testováno nebylo z důvodu absence ladičky. Pacient měl na nemocné DK statestézii fyziologickou, tedy správně dokázal určit a napodobit polohu, do které byla končetina nastavena. Kinestézii měl však porušenou. Nedokázal rozeznat, který z prstů je testován, jen udával, že ví, že se „někde děje pohyb“. Zdravá končetina bez poruchy.

### **8.8.2 Paretické jevy**

Mingazziniho test, Barrého test I, II, III i fenomén šikmých bérců byly negativní.

### **8.8.3 Spastické jevy**

Testy na spasticitu flekční (Rossolimo, Žukovský-Kornilov, Mendel-Bechtěrev) i extenční (Babinski, Oppenheim, Chaddock) byly negativní. Provedeno opět bilaterálně.

#### **8.8.4 Reflexy**

Reflexy pacienta byly obecně snižené (hyporeflexie). S pomocí zesilovacího manévru zatnutí zubů se vyvolal poklepáním reflex patelární (L2-L4) bilaterálně. Stejně tak hyporeflexie byla nalezena při vyšetření Achillovy šlachy (L5-S2) vpravo. Normoreflexie u vyšetření Achillovy šlachy vlevo.

#### **8.8.5 Napínací manévry**

Pro vyloučení radikulární symptomatologie byly provedeny i napínací manévry. Zkouška Laséque, obrácený Laséque i Bragardův test byly negativní.

#### **8.8.6 Testy na jednotlivé nervy**

Test na nervus tibialis se provádí tak, že pacient se nechá postavit na špičky, eventuálně se takto nechá projít. Zároveň by měl vyzkoušet i inverzi. Právě při této kombinaci pohybů se nejvíce projeví postižení nervu. Vyšetřovaný pacient cvik sice zvládl, ale s výraznými potížemi a nestabilitou, přičemž velmi si pomáhal odlehčením pravé končetiny a přenesením váhy na zdravou končetinu (levou).

Zkouška peroneálního nervu se provádí dorsální flexí nohy a chůzí po patě. Pacient tuto zkoušku sice provedl daleko lépe než předchozí test, nicméně na nemocné končetině chyběla pomocná extenze prstů a palce, ty byly ve výrazném flekčním postavení. Opět se objevila mírná nestabilita.

### **8.9 Krátkodobý rehabilitační plán**

Do krátkodobého rehabilitačního plánu bych zařadila protahování flekčního držení prstů pravé nohy, eventuálně fyzikální terapii na plantu. Oboje jako prevenci vzniku (zhoršení) kontraktury. Dále by byla na místě senzomotorická cvičení dle Jandy, pro zlepšení propriocepce a reaktibility svalových skupin bérce (svalovou koordinaci). Pacient je sportovně založený, proto bych do senzomotoriky zařadila i těžší cviky, jako jsou dřepy na bosu, posturomed, posturomed se zavřenýma očima, atd... Z vyšetření bylo zjištěno, že má horší pohyblivost jizvy v dolní části bérce, proto lze zařadit i měkké techniky na jizvu.

## **8.10 Dlouhodobý rehabilitační plán**

Do dlouhodobého plánu cvičení lze zařadit reedukaci chůze. Stereotyp chůze a běhu můžeme upravovat i ve spojitosti s volnočasovými a sportovními aktivitami, které pacient provozuje.



## 9 DISKUZE

Dolní končetina, tím neméně bérce a chodidlo, je nejdůležitější nástroj pro lidskou lokomoci. Bez končetiny se nemůžeme volně pohybovat a náš život by byl značně omezen. Před mnoha lety a staletími by dokonce přijít o funkci nohy znamenalo i možnou smrt. V dnešní době je naštěstí medicína již tak pokročilá, že je schopna leckteré onemocnění a poruchy dolní končetiny léčit, a to často bez následků. Plnohodnotný pohyb, možnost se pohybovat kamkoli chceme, provádět sporty, jakékoli chceme, takový je dnešní trend života. Bohužel, tím že dnes člověk vykonává velké množství sportů, je i riziko úrazu o něco vyšší. Mezi nejčastější úrazy, které se stávají právě na dolní končetině, speciálně na bérce, jsou zlomeniny. Často ze sportů, jako je lyžování, fotbal, pády z koní, a mnoho dalších. Největší komplikací těchto poranění může být i kompartment syndrom. Samozřejmě, kompartment syndrom nevzniká jen čistě při komplikovaných frakturách, ale i například po popáleninách nebo při revaskularizačním syndromu, nicméně u fraktur se vyskytuje řekněme nejčastěji.

Bérce je rozdělen na 4 kompartmenty, neboli oddíly. V každém z nich jsou určité svalové nebo i nervové struktury. Kompartment syndrom je porucha mikrocirkulace v některém z oddílů, nejčastěji v důsledku příliš těsně přiloženého sádrového obvazu. Ten zpomalí přívod a odvod krve, následně dojde ke změně tlaků uvnitř kompartmentu, kdy intersticiální tlak převyšuje tlak v kapilárách, což je svým způsobem otok tkání, utlačující kapiláry vedoucí ke svalům a nastane tak svalová ischemie. Včasným zásahem do 6 hodin, lze zabránit nenávratnému poškození struktur nekrózou. Proto je velmi časná diagnostika na místě. Jako nejvhodnější řešení tohoto problému se v současnosti jeví operační. Provádí se dermofasciotomie, což je protěť kůže a fascie. Dojde k uvolnění tlaku uvnitř kompartmentu, kdy je možné, že krev až vyteče ven. Po operaci je možné, že rána zůstane otevřená, přikryje se jen systémem VAC a zakrytí kožním štěpem proběhne později.

Po dermofasciotomii vždy zůstává poměrně velká jizva. Proto zde má, a nejen kvůli tomu, nezastupitelnou část i rehabilitace.

V pooperačním stádiu by se fyzioterapeut měl zaměřit na udržení rozsahu pohybu v kloubech jak zdravé tak i nemocné končetiny. Pacient je částečně imobilizován, takže by do terapie měla být zpočátku zařazena nějaká cévní gymnastika nebo kondiční cvičení nepostížených částí. Samozřejmě s ohledem na ránu. Pokud by pacient byl schopen, lze provést i vertikalizaci o 2 podpažních berlích, kdy by samozřejmě nedošlo k zatěžování

ani našlapování operované končetiny. Nicméně vertikalizace a chůze je to nejlepší, co pacientovi cvičení může dát, vzhledem k tomu, že je nucen udržovat rovnováhu, vykonávat pohyb vpřed, zapojit horní končetiny i s berlemi, atd... Časná vertikalizace je jistě důležitější, než pacienta nechat ležet po několik dnů a týdnů. Pak často dojde k omezování rozsahu pohybů kloubů a ztrátě svalové hmoty a síly. Nedílnou součástí akutní fáze je i polohování končetiny, které by mělo být zvoleno tak, aby nedocházelo k odkrvení, nebo naopak překrvení bérce, stejně tak ke zkracování svalů.

V subakutní fázi lze provádět taktéž vertikalizaci, po domluvě s lékařem a po zhodnocení stavu operované končetiny eventuálně i lehké došlapy na končetiny. Při došlapech, zřejmě bez zatížení, již lze pacienta vést k tomu, aby zkoušel správný stereotyp chůze, jinými slovy, aby pohyb šel od paty přes zevní hranu chodidla až k prstům. Mnoho pacientů vlivem úrazu a berlí pak změní svůj stereotyp chůze na uhýbavý, z obavy o operovanou část. Nemusí se to dít úmyslně, spíše si to tělo tak nastaví automaticky. Proto je nutná korekce terapeutem. Dle stavu jizvy, a opět po domluvě s ošetřujícím lékařem, můžeme provádět například různé měkké techniky a masáže jizvy, promašťování, použití laseru, biolampy, atd. Je možné taktéž zkoušet pomalé rozcvičování hlezenního kloubu, pohyb v prstech. Jako terapeut mohu pomoci i mobilizačními technikami na chodidle. Dále bychom neměli zapomínat ani na rozcvičování kolenního kloubu, jakožto místa, kudy prochází část m.triceps surae.

Ve stádiu, kdy už pacient opouští nemocnici a přichází na rehabilitaci ambulantní, je důležité si uvědomit, s jakým problémem k nám přichází. Jestli celkové rozcvičení, nebo nedostatečná svalová síla, případně retrahovaná jizva, instabilita, nemožnost chůze, paréza nervu, zkrácené svaly, atd... Na základě těchto požadavků by měl terapeut indikovat svoje cvičení. Obecně je však možné do terapie zařadit například senzomotorickou stimulaci, která pomůže při instabilitě, zhoršené koordinaci svalů a propriocepce,... Dalším vhodným cvičením je i metoda PNF, kterou lze zacílit na určitý svalový deficit v určité pozici. Je možné, že pacient se bude potýkat se sníženou svalovou silou. V tom případě je možnost použití Thera-bandu, kdy pacient se snaží posílit svaly proti odporu gumy. Taktéž lze zvyšovat zatížení končetiny při chůzi, i v souvislosti reedukace chůze. Po tu můžeme použít například Bobath koncept, cvičení s ručníkem a vytvořením „lodičky“, eventuálně dalších cviků.

Je správné si uvědomit, že neřešíme jenom kompartment syndrom pacienta, ale také i příčinu jeho vzniku (například zlomeninu bércových kostí). Současně bychom měli mít na mysli, že každý pacient je osobnost a nelze aplikovat na pacienta stejný postup, jako na předchozího. Zvláště, když se každý liší svým problémem, proč přišel a co ho nejvíce trápí.

Myslím si, že je nutné, aby k navrácení pacienta do plnohodnotného života probíhala dobrá spolupráce lékařů, fyzioterapeutů, eventuálně ergoterapeutů. Medicína je dnes na poměrně vysoké úrovni, takže se ví, jak takovou komplikaci vyřešit. Nicméně stále je důležitý lidský faktor spolupráce a jakási empatie s pacientem. Pacient postižený kompartment syndromem může mít i doživotní deficit, například v podobě motorických nebo neurologických výpadků jednotlivých nervů a poruch čítí. To ho může značně omezovat jak při vykonávání bazálních činností, tak i ve sportu, který má rád. To se může odrazit i na pacientově psychice. Během terapií je tedy nutné zvolit adekvátní přístup k takovému člověku, a pokud možno ho správně motivovat.

## 10 ZÁVĚR

Kompartment syndrom se nejčastěji projevuje jako komplikace po těžších frakturách kostí. Etiologie tohoto onemocnění je velmi různorodá, od těsného přiložení sádrového obvazu při zraněních, přes revaskularizační syndrom, popáleniny, až po kousnutí hadem. Věková kategorie pacientů, které postihl tento syndrom, je také velmi různorodá, od dětí, až po starší pacienty. Nicméně nejčastěji lze pozorovat kompartment syndrom u adolescentů a lidí středního věku, nejčastěji sportovců, kteří si přivodili poranění.

Místa výskytu kompartment syndromu se velmi liší, nicméně obecně lze říci, že se může rozvinout všude tam, kde je prostor ohraničen fasciemi a kostmi. Nejčastěji ho lze tedy pozorovat například na bérce a předloktí.

Způsob vzniku je poměrně složitý, nicméně v podstatě ho lze popsat jako změnu tlaků uvnitř kompartmentu s následnou poruchou mikrocirkulace svalů a tkání, což způsobí svalovou ischemii, někdy i s poruchou nervových struktur v daném segmentu, a v případě pozdního zásahu i svalovou nekrózu.

Řešením výše zmíněného stavu bývá operační výkon zvaný dermofasciotomie, kdy dochází k přerušení kožního krytu a rozříznutí fascií, aby došlo k uvolnění tlaku uvnitř kompartmentu. Po takové operaci je pak velmi důležitá pooperační péče o ránu, aby se do ní nedostal infekce a nekomplikoval se průběh hojení. V takovém případě se používá tzv. systém VAC, který ránu překryje, ponechává ji sterilní a zároveň odvádí sekret z rány pryč.

Velmi důležitou roli v léčbě kompartment syndromu hraje i fyzioterapie. Pacientovi dermofasciotomií vznikne poměrně velká jizva a je velmi důležité zajistit její ošetření. Dále také podle potřeb pacienta a vzniklého deficitu je vhodné zajistit návrat svalové síly a funkce, aby pacient byl schopný chůze, eventuálně sportu, který předtím dělal.

Je vhodné vždy přihlídnout k aktuálnímu problému pacienta. Neexistuje pacient, který by měl průběh kompartment syndromu anebo následný deficit stejný, jako někdo druhý. Proto nelze říci, že kompartment syndrom se dá zrehabilitovat jedinečně a pouze jedním způsobem. V případě této komplikace se nedá předvídat, jaký deficit ve kterých částech bude pacient mít, případně jestli se upraví a za jak dlouho. Ošetřující terapeut musí vždy reagovat na přítomný nález (ať už neurologický nebo muskulární), který pacientovi zůstal a na tomto základě stavět rehabilitační cvičení, případně fyzikální terapii. Naopak je možné, že někteří pacienti budou mít jediný pozůstatek jizvy po dermofasciotomii a v ostatních strukturách dojde k úpravě.

Jindy pacient může mít parézu n.tibialis, s částečnou parézou n.peroneus v kombinaci s motorickým deficitem. Tato závěrečná práce představuje pouze návrh toho, co by se dalo použít k fyzioterapii, nicméně vždy je potřeba metody zvolit a ušít na míru konkrétnímu pacientovi.

## **11 SOUHRN**

Tato závěrečná práce pojednává o kompartment syndromu, jako komplikaci v traumatologii, nejčastěji po těžkých zlomeninách. Práce je rozdělena do dvou částí a to do části teoretické a speciální, rehabilitační.

V teoretické části se lze dočíst o historii kompartment syndromu, etiologii, patofyziologii, stejně tak o existenci i chronického kompartment syndromu. Dále se zabývá řešením tohoto onemocnění. Věnuje se tedy i způsobu provedení dermofasciotomie, stejně tak jejím komplikacím a ošetření pooperační rány systémem V.A.C.

Rehabilitační část obsahuje výčet metod fyzioterapie, které lze použít pro léčbu a zlepšení stavu pacienta.

Součástí závěrečné práce je i kazuistika pacienta.

## **12 SUMMARY**

This final work deals with compartment syndrome, with regards to complications in traumatology, most often after severe fractures. The work is divided into two parts: into theoretical and special rehabilitation.

In the theoretical part you can read about the history of compartment syndrome, etiology, pathophysiology, as well as the existence and chronic compartment syndrome. Furthermore, one looks at addressing this disease. We can also look at ways of which dermofasciotomy is conducted, as well as its complications and treatment of postoperative wounds system V.A.C.

The rehabilitation section describes methods of physiotherapy which can be used for the treatment and improvement of the patients' condition.

One part of the final thesis looks at casuistry treatment with a patient.

## 13 REFERENČNÍ SEZNAM

- Adler, S., Beckers, D. & Buck, M. (2008). *PNF in Practise: An Illustrated Guide*. Heidelberg: Springer Medizin Verlag.
- Anonymous. (2013). Péče o jizvy a možnost korekce jizev. Retrieved 15. 3. 2016 from the World Wide Web: <http://plchir.lf1.cuni.cz/file/5577/jizvy.pdf>
- Anonymous. (2015). Kompartment. Retrieved 26. 3. 2016 from the World Wide Web: <http://slovník-cizích-slov.abz.cz/web.php/slovo/kompartment>
- Bastlová, P. (2013). *Proprioceptivní neuromuskulární facilitace*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.
- Campbell, W., C. (2008). *Campbell's operative orthopaedics*. 11th ed. Philadelphia, Pa.: Mosby-Elsevier.
- Dalmau-Coll, A., Franco-Gómez, R., Codina-Granó, D. & Vega-García, J. (2011). Síndrome compartimental agudo en el pie. *Revista española de cirugía ortopédica y traumatología*, 2011, 55(3); 235-240. Retrieved 1. 3. 2016 from Revista española de cirugía ortopédica y traumatología from Elsevier database on the World Wide Web: <http://www.elsevier.es/es-revista-revista-espanola-cirurgia-ortopedica-traumatologia-129-linkresolver-sindrome-compartimental-agudo-el-pie-90010551>
- Donaldson, J., Haddad, B., & Khan, W., S. (2014). The pathophysiology, diagnosis and current management of acute compartment syndrome. *The Open Orthopaedics Journal*, 2014, 8(1); 185-193. Retrieved 1. 3. 2016 from The National Centre for Biotechnology Information on PubMed Central database on the World Wide Web: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4110398/>
- Duckworth, A., D., & McQueen, M., M. (2011). Focus on diagnosis of acute compartment syndrome. *The Journal of bone and joint surgery*, (2011). Retrieved 17. 2. 2016 from the World Wide Web: <http://www.boneandjoint.org.uk/sites/default/files/Focus%20On%20Diagnosis%20of%20acute%20compartment%20syndrome.pdf>
- Dungl, P. (2014). *Ortopedie*. 2., přeprac. a dopl. vyd. Praha: Grada Publishing.



- Dvořák, R. (2007). *Základy kinezioterapie*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.
- Flusserová, Š. (2008). Senzomotorika II – úvod, základy. Retrieved 16. 4. 2016 from the World Wide Web: <http://medicina.ronnie.cz/c-3839-senzomotorika-ii-uvod-zaklady.html>
- Frink, M., Hildebrand, F., Krettek, Ch., Brand, J., & Hankemeier, S. (2010). Compartment syndrome of the lower leg and foot. *Clinical orthopaedics and related research*®, 2010, 468(4); 940-950. Retrieved 1. 3. 2016 from The National Centre for Biotechnology Information on PubMed Central database on the World Wide Web: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2835588/>
- Gál, P. & Tecl, F. (1999). *Compartment syndrom - závažná komplikace a traumatologie*. Vyd. 1. Brno: Masarykova univerzita.
- Heřmanová, I. & Novotná, S. (2011). Fyzioterapeutická léčba pacienta s kompartment syndromem po reperfuční léčbě. Retrieved 3. 2. 2016 from the World Wide Web: [http://www.cksonline.cz/19-vyrocní-sjezd-cks/sjezd.php?p=read\\_abstrakt\\_program&idabstrakta=650](http://www.cksonline.cz/19-vyrocní-sjezd-cks/sjezd.php?p=read_abstrakt_program&idabstrakta=650)
- Hnátová, I. (2012). Fyzioterapie: Propriofoot – stabilizační pomůcka z Francie. Retrieved 11.3.2016 from the World Wide Web: <http://www.trenink.com/index.php/medicina-medicina-a-regenerace-265/137-fyzioterapie/2436-propriofoot-stabilizacni-pomucka-z-francie>
- Holubářová, J. & Pavlů, D. (2011). *Proprioceptivní neuromuskulární facilitace*. Praha: Karolinum.
- Janda, V. & Vávrová, M. (1992). Senzomotorická stimulace. *Rehabilitácia*, 1992, 25(3); 14-34.
- Janda, V. (2004). *Svalové funkční testy*. Vyd. 1. Praha: Grada Publishing.
- Klauzová, K. (2008). Jizvy. *Interní medicína*, 2008, 10 (11); 522-525.
- Klauzová, K. (2011). Jak na atypické hojení kožního poranění. Hypertrofická jizva, keloidní jizva. *Referátový výběr z dermatovenerologie*, 2011, 53 (3); 16-28.

- Klenerman, L. (2007). The evolution of the compartment syndrome since 1948 as recorded in the JBJS (B). *Journal of bone and joint surgery - british volume*, 2007, 89-B(10); 1280-1282. Retrieved 1. 3. 2016 from The Bone & Joint Journal on the World Wide Web: <http://www.bjj.boneandjoint.org.uk/content/89-B/10/1280.long>
- Kolář, P. (2010). *Rehabilitace v klinické praxi*. 1. vyd. Praha: Galén.
- Lewit, K. (2003). *Manipulační léčba v myoskeletální medicíně*. Praha: Sdělovací technika.
- Litvik, R. & Vantuchová, Y. (2011). Hypertrofické a keloidní jizvy pohledem dermatologa. *New EU magazine of medicine*, 2011, 5 (1-2); 15-17.
- Maňák, P. (1995). Kompartment syndrom a crush syndrom – přehled literárních poznatků. *Zpravodaj úrazové chirurgie*, 1995, roč. 3, č. 3; 15-22.
- Masquelet, A., C. (2010). Acute compartment syndrome of the leg: pressure measurement and fasciotomy. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*, (2010), 96; 913-917. Retrieved 14. 2. 2016 from Elsevier database on the World Wide Web: <https://www.clinicalkey.com/#!/content/playContent/1-s2.0-S1877056810001738?returnurl=http:%2F%2Flinkinghub.elsevier.com%2Fretrieve%2Fpii%2FS1877056810001738%3Fshowall%3Dtrue&referrer=http:%2F%2Fwww.ncbi.nlm.nih.gov%2Fpubmed%2F20934933>
- McLaughlin, N., Heard, H., & Kelham, S. (2014). Acute and chronic compartment syndromes: Know when to act fast. *Journal of the American Academy of Physician Assistants*, 2014, 27(6); 23-26. Retrieved 1. 3. 2016 from Journal of the American Academy of Physician Assistants on the World Wide Web: [http://journals.lww.com/jaapa/Fulltext/2014/06000/Acute\\_and\\_chronic\\_compartment\\_syndromes\\_Know\\_when.5.aspx](http://journals.lww.com/jaapa/Fulltext/2014/06000/Acute_and_chronic_compartment_syndromes_Know_when.5.aspx)
- Mendoza-Cortés, A., & Manzo-Castrejón, A., H. (2003). Síndrome compartimental en extremidades. Conceptos actuales. *La revista Cirujano general*, 2003, 25(4); 342-348. Retrieved 17. 2. 2016 from the World Wide Web: <http://www.medigraphic.com/pdfs/cirgen/cg-2003/cg0341.pdf>

- Pavlů, D. (2004). *Cvičení s Thera-bandem se zřetelem ke konceptu dle Brüggera*. Brno: Akademické nakladatelství
- Pierce, S.,M. (2012). Acute lower extremity compartment syndrome – avoiding limb loss and long-term complications. Retrieved 16. 4. 2016 from the World Wide Web: <http://nurse-practitioners-and-physician-assistants.advanceweb.com/Continuing-Education/CE-Articles/Acute-Lower-Extremity-Compartment-Syndrome.aspx>.
- Poděbradská, R. & Poděbradský, J. (2013). *Fyzikální terapie: Manuál a algoritmy*. Praha: Grada Publishing, a.s.
- Poděbradský, J. & Vařeka, I. (1998). *Fyzikální terapie I*. Praha: Grada Publishing, a.s.
- Rasul, A., T. (2015). Fasciotomy for acute compartment syndrome. Retrieved 16. 1. 2016 from Medscape on the World Wide Web: <http://emedicine.medscape.com/article/2058838-overview>
- Rasul, A.,T. & Lorenzo, C. T. (2015). Acute compartment syndrome. Retrieved 2. 3. 2016 from Medscape on the World Wide Web: <http://emedicine.medscape.com/article/307668-overview#showall>
- Raza, H. & Mahapatra, A. (2015). Acute compartment syndrome in orthopedics: causes, diagnosis, and management. *Advances in orthopedics, 2015*. Retrieved 17. 12. 2015 from Researchgate on the World Wide Web: [https://www.researchgate.net/publication/272512127Acute\\_Compartment\\_Syndrome\\_in\\_Orthopedics\\_Causes\\_Diagnosis\\_and\\_Management](https://www.researchgate.net/publication/272512127Acute_Compartment_Syndrome_in_Orthopedics_Causes_Diagnosis_and_Management)
- Sellei, R., M., Hildebrand, F. & Pape, C., H. (2014). Das akute Kompartmentsyndrom der Extremitäten. *Der Unfallchirurg, 2014*, 117 (7); 633-649.
- Stanislavová, A. (2005). Léčba ran pomocí systému V.A.C. *Sestra, 2005*, 3. Retrieved 6. 4. 2016 from Sestra on the World Wide Web: <http://zdravi.e15.cz/clanek/sestra/lecba-ran-pomoci-systemu-v-a-c-302966>
- Stanley, L. (2015). Physical therapist's guide to compartment syndrome. Retrieved 15. 12.2015 from American Physical Therapy Association database from the World Wide

Web: <http://www.moveforwardpt.com/symptomsconditionsdetail.aspx?cid=a373249d-d523-4eb7-90b0-b252f164f405>

Vinter, R. & Fialová, J. (2008). V.A.C.<sup>®</sup> Technologie Vacuum assisted closure. Retrieved 16.4.2016 from the World Wide Web: <https://www.fnol.cz/pdf/trauma/technologie.pdf>

Vodička, J. (2014). *Speciální chirurgie*. 2.vyd. Praha: Karolinum.

Wald, M. (2002). Hojení ran za patologických podmínek. *Interní medicína pro praxi*, (2002), 10; 494 – 498. Retrieved 13. 3. 2016 from Interní medicína on the World Wide Web: <http://www.solen.cz/pdfs/int/2002/10/04.pdf>

Wood, J., Walsh, J., J. & Genova, R. (2015). Fasciotomy. Retrieved 14. 2. 2016 from Medscape on the World Wide Web: <http://emedicine.medscape.com/article/1894895-overview#showall>

Zamborský, R., Popelka, V., Šimko, P., Danišovič, L' & Varga, I. (2012). Kompartment syndróm. *Vaskulárna medicína*, 2012, 4(1-2); 21 – 24. Retrieved 2. 3. 2016 from World Wide Web: [http://www.vaskularnamedicina.sk/index.php? page=pdf\\_view&pdf\\_id=5828 &magazine\\_id=16](http://www.vaskularnamedicina.sk/index.php? page=pdf_view&pdf_id=5828 &magazine_id=16)