

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

Fakulta tělesné výchovy a sportu

Katedra fyzioterapie

**VLIV MANUÁLNÍ LYMFODRENÁŽE NA HOJENÍ SVALU**

**Diplomová práce**

Vedoucí diplomové práce:

Mgr. Agnieszka Kaczmarská, PhD.

Vypracovala:

Bc. Barbora Krajsová

Praha, srpen 2009

## **SOUHRN**

**Název práce:** Vliv manuální lymfodrenáže na hojení svalu

**Title of work:** Effect of manual lymph drainage on the healing of muscle

**Cíl práce:** Cílem mé diplomové práce je posoudit vliv a účinek manuální lymfodrenáže na hojení ruptury svalu.

**Metoda:** Vypracování a porovnání šesti kazuistik pacientů s diagnózou svalové ruptury. Tři pacienti byli léčeni manuální lymfodrenáží, zbylí tři pacienti byli léčeni klidovou terapií. Účinek léčby byl dokumentován pomocí diagnostického ultrazvuku. U všech pacientů byl proveden jeden snímek svalové ruptury hned po prodělaném svalovém zranění a druhý, kontrolní, po třech týdnech dané léčby. Velikost ruptury byla porovnávána před a po terapii.

**Výsledky:** Po srovnání šesti kazuistik pacientů s diagnózou svalové ruptury bylo zjištěno, že u první skupiny, která byla léčena manuální lymfodrenáží došlo k snížení otoku, hematomu a tím pádem i svalové ruptury.

**Závěr:** Účinek manuální lymfodrenáže u první skupiny probandů byl znatelný, nelze však výsledky brát jako obecně platné vzhledem k malému počtu probandů.

**Klíčová slova:** hojení svalu, svalová ruptura, manuální lymfodrenáž

**Key words:** healing of muscle, muscle tear, manual lymph drainage

Touto cestou bych chtěla poděkovat Mgr. Agnieszce Kaczmarské za odborné vedení práce, za praktické rady a za možnost využít jejích zkušeností v této problematice. Bez této spolupráce a vstřícného jednání Mgr. Kaczmarské by tato práce určitě nevznikla. Také bych ráda poděkovala MUDr. Miloši Barnovi, za vytvoření snímků svalových ruptur a pomoc s vypracováním teoretické části, MUDr. Petru Holubovi, za odbornou konzultaci a možnosti použití jeho odborných materiálů z oblasti svalových ruptur, Mgr. Plocovi za mnohonásobnou opravu a záchranu mého počítače a v neposlední řadě Janě Buřilové, odborné lymfoterapeutce, za provedení manuální lymfodrenáže u mnou zkoumaných pacientů.

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracovala samostatně a použila jsem pouze literaturu uvedenou v seznamu použité literatury.

-----  
Barbora Krajsová

Svoluji k zapůjčení své diplomové práce ke studijním účelům. Prosím, aby byla vedena přesná evidence vypůjčovateli, kteří musejí pramen převzaté literatury řádně citovat.

---

**Jméno a příjmení**

**Datum vypůjčení**

**Poznámka**

---

# OBSAH

1 ÚVOD .....	7
2 TEORETICKÁ ČÁST .....	9
2.1. Obecná myologie .....	9
2.1.1. Svalová vlákna .....	13
2.1.2. Cévní zásobení svalu a svalové cévy .....	14
2.1.3 Nervosvalový systém .....	15
2.1.4. Svalový tonus a svalová kontrakce .....	16
2.1.5. Energetika činnosti svalu .....	17
2.1.7. Růst a regenerační schopnost svalu .....	19
2.2. Svalová poranění a jejich klasifikace .....	21
2.2.1. Klinický projev poranění svalu .....	23
2.2.3. Zobrazovací metody .....	24
2.3. Léčba svalových poranění .....	28
2.3.1. Konzervativní léčba .....	29
2.3.2. Chirurgická léčba .....	31
2.3.3. Farmakoterapie .....	32
2.4. Povolení sportovní zátěže a prevence poranění svalů .....	35
2.5. Mízní systém .....	35
2.5.1. Lymfatický cévní systém .....	36
2.5.4. Lymfedém .....	39
2.6. Manuální lymfodrenáž .....	41
3 CÍLE PRÁCE, HYPOTÉZY .....	43
3.1 Cíle práce .....	43
3.2. Hypotézy .....	43
4. METODIKA .....	43
4.1. Charakteristika souboru .....	43
4.2. Měření a sběr dat .....	44
4.3. Analýza dat a výsledky .....	44
4.3.1. Hodnocení svalových ruptur .....	57
4.3.2. Hodnocení kasuistik .....	57
5 DISKUZE : .....	59
6 ZÁVĚR .....	65
7 SEZNAM ZKRATEK .....	66
8 SEZNAM LITERATURY : .....	67
9 PŘÍLOHY .....	75

# 1 ÚVOD

Svalová zranění jsou běžná v oblasti sportu, kde opakovanými drobnými úrazy často i klinicky němými vznikají ve svalu drobné ruptury, které se hojí jizvou (Orchard and Best, 2002; Orchard and Seward, 2002; Woods et al. 2004).

Při zranění dochází k velkému poškození svalových vláken, což má za následek proces degenerace a vznik otoku a hematomu. Hematom vzniká natržením cév ve svalu a tudíž dochází k vniknutí a infiltraci neutrofilů, které následně iniciují vznik zánětlivého procesu. Neutrofilové signalizací na místo poškozené tkáně přitahují makrofágy. Touto infiltrací mononukleárních buněk a uvolňováním různých růstových faktorů, dochází k stimulaci satelitních buněk a procesu regenerace. Ta je téměř vždy doprovázena přemnožením fibroblastických buněk v pojivové tkáni a vede k fibróze. Dochází k nedostatečnému uzdravení svalu a ztrátě komplexního funkčního využití svalu (Charge, Rudnicki, 2004).

Tím, že otok vzniká na základě zvýšené permeability cév a přítomností substancí blokuje lymfatické cévy, jednou z terapií u které se předpokládá výraznější vliv na hojení je manuální lymfodrenáž (Bechyně, 1997).

Doporučený léčebný režim se značně liší v závislosti na závažnosti poranění. Aktuálně však není známa terapie, která by docílila 100% regenerace. Cílem je však zahojení malou elastickou jizvou, nebolestivé provádění pohybu a prevence recidivy zranění (Brukner, 2007).

U léčby svalových poranění byla doposud na většině rehabilitačních klinikách a nemocnicích doporučována léčba klidem, která trvá převážně 4 týdny a déle, podle velikosti svalového zranění. Proto jsem se zaměřila na léčbu manuální lymfodrenáží, která v posledních letech začala být doporučována vrcholovým sportovcům k urychlení léčby svalového poranění.

Původně jsem chtěla zpracovat tuto problematiku jako kontrolní studii. Kdy by pacienti se svalovou rupturou byli rozděleni do dvou stejně početných skupin, kdy první skupina by byla léčena manuální lymfodrenáží a druhá skupina by byla léčena běžně užívanou terapií svalových ruptur a to léčbou klidem. Všechny probandy bych sledovala po dobu čtyř týdnů, kdy by jim byl každý týden proveden jeden snímek diagnostickým ultrazvukem k porovnání a sledování hojení svalové ruptury.

Bohužel pro nedostatek vhodných probandů v krátkém časovém úseku a neoptimální spolupráci s pracovištěm jsem musela změnit zpracování diplomové práce a dané téma zpracovala jako kazuistickou studii.



## 2 TEORETICKÁ ČÁST

### 2.1. Obecná myologie

Kosterní svalovina tvoří 36 - 40 % tělesné hmotnosti. Hlavním jejím úkolem je působit silou na kostru. Je ovládána vůlí a má schopnost kontrakce a relaxace (Ambler, 2002, Grim 2001).

Základní stavební jednotka příčně pruhovaného svalstva je svalové vlákno. Vlákna příčně pruhovaného svalu obsahují více jader, která jsou umístěna periferně pod sarkomerou. Jádra jsou přibližně 10-100 m široká a až 20 cm dlouhá (Jarkovská, 2000).

Počet svalových vláken ve svalu závisí na jeho velikosti, u člověka to může být 10 000 až 1 milion. Největší průměr 150  $\mu\text{m}$  mají vlákna horních končetin a svaly gluteální, nejmenší průměr 17,5  $\mu\text{m}$  je u vláken očního svalu. Tloušťka vláken může být různá také uvnitř jednoho svalu. V krátkých a středně dlouhých svalech se vlákna táhnou bez přerušování od začátku až k úponu. U dlouhých svalů jsou zařazena za sebou dvě až tři vlákna. Rovněž délka vláken je uvnitř jednoho svalu rozlišná (Grim, 2001).

Za vývoje vznikají svalová vlákna splýváním podlouhlých jednojaderných buněk – myoblastů. Splynutím myoblastů ještě během embryonálního vývoje vznikají myotuby s jádry uvnitř a s myofibrilami blíže povrchu. Myotuby se pak přemění na svalová vlákna, kde jádra jsou při povrchu a myofibrily uvnitř vláken (Grim, 2001, Jarkovská 2000).

Základní funkční jednotkou svalového vlákna je sarkomera ohraničená na obou koncích Z-disky, které jsou v příčném pruhování patrné jako Z-linie. V jejich struktuře jsou kolmo ukotvena tenká aktinová filamenta. Středem sarkomery jsou paralelně s osou buňky a tenkými filamenty umístěna silná myozinová filamenta. **Myozin** je bílkovina, jejíž molekuly mají charakteristický tvar - kulovitou hlavu, ohebný krk a tyčinkovité tělo. Pro hlavu s vláknitým krčkem se také užívá označení - příčný můstek. Prostřednictvím hlavy reaguje myozin s aktinem. Molekuly myozinu tvoří základ A úseků myofibril, tj. A úseky sarkomér. Anizotropní úsek sarkoméry je dále rozdělen proužkem H - mezofragmou. Proužek je místem, které tvoří již zmíněné příčné můstky myozinu. **Aktin** je opět bílkovina tvořící v sarkoměře tenčí a početnější vlákna. (Poměr aktinových a myozinových vláken je ve vláknech kosterních svalů asi 4:1 až 6:1.)

Aktinová vlákna jsou zakotvená v Z - liniích. Vlákna jsou složená ze dvou spirálně stočených makromolekul, zasahujících mezi tlustá myozinová vlákna. Jejich středy jsou napříč spojeny bílkovinou, která bývá patrná jako tzv. M-linie. Aktinová a myozinová vlákna se částečně překrývají. Vzniká tak typický mikroskopický obraz příčného pruhování, kdy se střídají izotropní úseky (I) s tenkými aktiniovými vlákny. V tmavých částích anizotropních pásů (A) jsou přítomna tenká vlákna aktinu i tlustá vlákna myozinu. I-proužky jsou mezi sarkomery předěleny Z-liniemi. A-proužky mají ještě vnitřní H-zónu, tj. místo, kde se aktin a myozin vzájemně nepřekrývají. Při kontrakci, která vede ke zkrácení, se tenká a silná filamenta zasunují mezi sebe a tím se zkrátí I-proužek a H-zóna; délka A-proužku se přitom nemění (Trojan, 2003, Ganong 2005).

Současné poznatky ukázaly přítomnost třetího systému filament ve struktuře sarkomery, tvořeného vláknem obrovské molekuly bílkoviny, která je příhodně pojmenována titin (odhad: 3 megadaltony). Molekula titinu je zakotvena do Z a M linie sarkomery a v relaxovaném svalu zabezpečuje anatomickou kontinuitu sarkomery. Zároveň fixuje myozinová vlákna v anizotropním úseku sarkomery proti bočnímu posunu při kontrakci. Přitom nijak neomezuje vzájemné zasouvání aktinu a myozinu. Pro tuto stabilizační roli bývá molekula titinu považována za "molekulárního hráče" svalové kontrakce (Silbernagl, 1993).

Nebulin je protein s poněkud kratší molekulou než titin. Je lokalizován především v izotropním úseku sarkomery, kde stabilizuje polohu aktinových myofilament. I nebulin klade při protažení elastický odpor, ale jeho podíl na celkové elasticitě sarkomery je zřejmě menší (Witt, 2006).

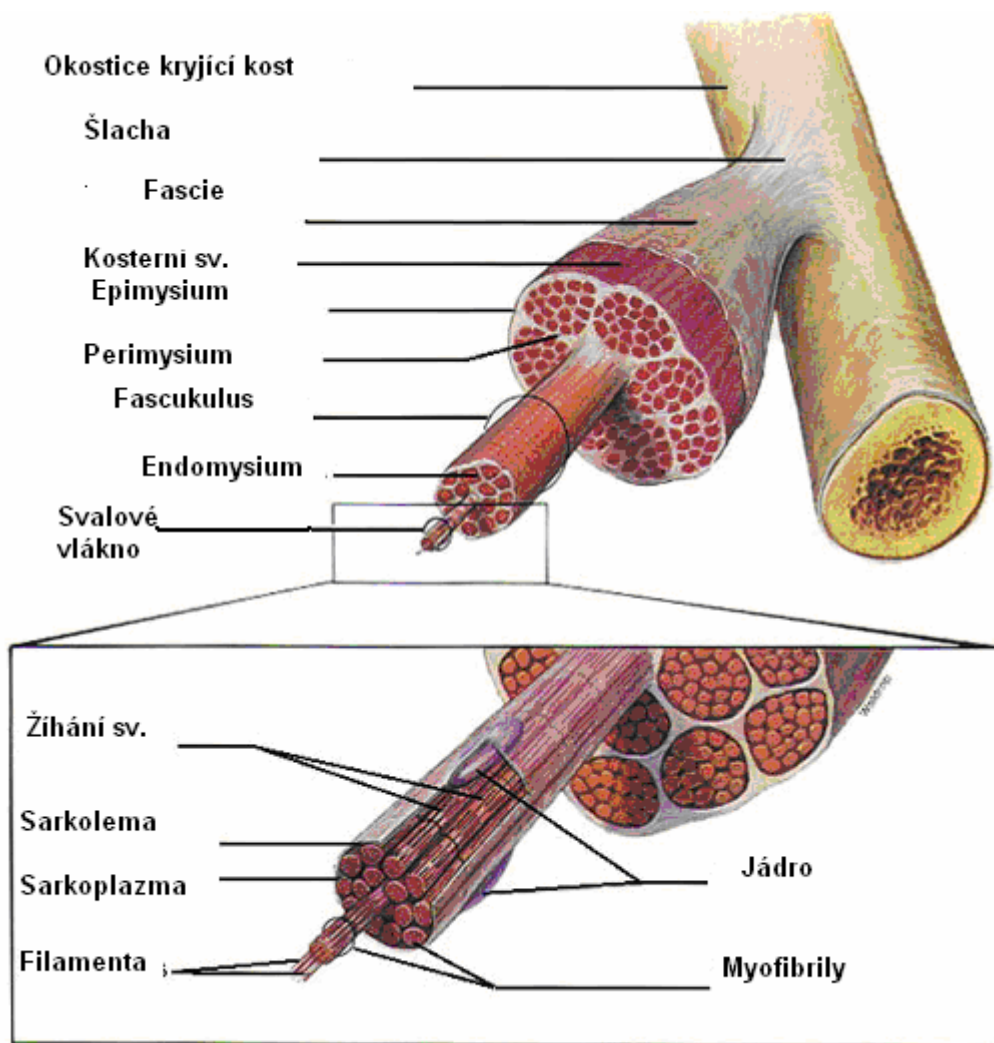
Pružnost (elasticita) svalu je samozřejmě značně komplexní jev. Na molekulární úrovni jsou ve hře především dvě citované bílkoviny sarkomery, ale i řada dalších proteinů (desmin, vimetin, syndesmin atd.), o jejichž roli při kontrakci, relaxaci a elasticitě, se zatím u lidských svalů mnoho neví. Ojedinělé jsou i údaje o patologii titinu. U jedné ze vzácných forem myasthenia gravis byla prokázána tvorba protilátek proti titinu, provázená poruchou svalové elasticity. Je velmi pravděpodobné, že v patologii svalu hraje titin dost významnou a dosud nedoceněnou roli. Jeho mezní odolnost na protažení (3,5 - 5 pN) je v průměru nepatrně menší než u myozinu (2 - 7 pN), ale závažnější je zjištění, že jednotlivé svaly mají různé kritické meze pružnosti "svého" titinu. Byly dokonce zjištěny i rozdíly v rámci vícesložkových svalů. Například

se liší pružnost titinu v jednotlivých hlavách trojhlavého lýtkového svalu. Jde sice zatím o jednotlivá pozorování, která budou vyžadovat další revizi, ale již získané poznatky otevírají zcela nové pohledy na fyziologii svalu (Ganong, 2005.).

Samostatnou problematiku reprezentuje úprava sarkomér v oblasti tupých konců svalových vláken. Otázka stavby marginálních úseků svalového vlákna se obvykle přechází s tím, že i zde se předpokládá stejná úprava myofibril a myofilament jako v ostatních sektorech vlákna. Je prokázáno, že v sarkomérách na koncích vláken chybí titin a myozin. Je zde ale lokalizován aktin zakotvený do Z linií a spojovací nebulin.

Z imunohistochemických pozorování je zřejmé, že konce vláken se nezkracují, ale díky přítomnosti aktinu a nebulinu jsou velmi pružné. Tato skutečnost není zatím plně zhodnocena. Stejně tak chybí i biomechanická analýza významu šikmé prostorové orientace myofilament v blízkosti sarkolemy a mechanismus jejich vazby na sarkolemu. Akutní natažení kosterních svalů vede k rupturám v sarkolemě a ve stažitelných sarkomérách přímo sousedící s myotendinózním spojením. (Frontanera, 2003)

Na kosterním svalu se rozlišují funkční části: začátek (origo), který odstupuje od skeletu a je méně pohyblivý. Opačná část svalu se připevňuje ke kosti jako úpon (insertio musculi). Hlava svalu (caput musculi), svalové břicho (venter musculi), je nejširší, kontraktilní část svalu (se schopností stahu) . Na začátku a v místě úponu svalu je obvykle vytvořena šlacha (tendo musculi), která má tvar provazce nebo široké blány, aponeurózy, u plochých svalů (Grim, 2001).



Obr.č.1 Vazivové obaly svalu a svalové vlákno (Převzato z <http://www.sci.sdsu.edu/class/bio590/pictures/lect1/structureofskelmus1.html> )

Základem svalu jsou svazky svalových vláken, ve kterých jednotlivá svalová vlákna vzájemně odděluje vnitřní vazivový obal - endomysium. Určitá seskupení svalových vláken (tvořících svazky) vymezuje střední vazivový obal - perimysium. Na povrchu celého svalu je vnější vazivový obal - epimysium = svalová fascie. Významným úkolem vaziva je mechanický přenos síly stahu. Ve vazivových obalech probíhají podél vláken krevní cévy, dále je přítomna bohatá kapilární síť, lymfatické cévy, nervy svalu (Dylevský, 2004).

### 2.1.1. Svalová vlákna

#### Rozdělení svalových vláken:

**Typ I – SO** (slow oxidative) pomalá oxidační „červená“ vlákna s vysokým obsahem myoglobinu. Jsou typická velkým množstvím krevních kapilár. Enzymaticky jsou červená vlákna vybavena k pomalejší kontrakci, ale vhodná pro protrahovanou, vytrvalostní činnost. Jsou ekonomičtější a vhodnější pro stavbu svalů zajišťujících spíše statické, polohové funkce a pomalý pohyb. Jsou málo unavitelná. Nazývají se také "tonická vlákna" (slow fibres).

**Typ II A – FOG** (fast oxidative glycolytic) rychlá oxidační glykolytická vlákna se střední oxidační kapacitou, vysokou glykolytickou kapacitou, rychlou kontrakcí se uplatňují při zátěžích střední až submaximální intenzity. Tento typ vláken provází aerobní i anaerobní způsob úhrady energie. Jsou objemnější, mají více myofibril a méně mitochondrií. Jsou velmi odolná proti únavě. Používá se pro ně také název "fázická vlákna" (twitch fibres).

**Typ II B – FG** (fast glykolytic) rychlá glykolytická vlákna s nízkou oxidační kapacitou, nejvyšší glykolytickou kapacitou, rychle se kontrahující. Díky silně vyvinutému sarkoplazmatickému retikulu a vysoké aktivitě Ca a Mg iontů, dochází u těchto vláken k rychlému stahu prováděnému maximální silou, ale vlákna jsou málo odolná. Převažuje anaerobní energetický metabolismus. Tyto vlákna mají velký objem a málo kapilár (Placheta, 1999). Tato vlákna převažují u svalů s tendencí k svalovým poraněním (Kripner, 2006).

Při svalové práci se aktivují jednotlivé typy svalových vláken podle intenzity svalové kontrakce. Při nízkých intenzitách jsou aktivována téměř výlučně pomalá vlákna. Se vzrůstající intenzitou kontrakce se postupně aktivují i rychlá oxidační vlákna a nakonec i vlákna rychlá glykolytická. Většina senzitivních vláken vede informace o stupni kontrakce a napětí svalových vláken a snopců šlachy. To jsou vlákna ze specializovaných receptorů zvaných svalová vřetenka a šlachová vřetenka. Jiná senzitivní vlákna vedou bolest. Tato vlákna se zpravidla sbírají z volných nervových zakončení, rozložených porůznu v endomysiu a kolem svalových vláken. Svalové

vřetenko je specializovaný orgán čítí ve svalu. Obsahuje několik (4-6) svalových vláken o délce 2-10 mm, obklopených vazivovým pouzdem vřetenovitého tvaru. Svalová vlákna vřetenka se nazývají intrafusální vlákna, na rozdíl od ostatních, extrafusálních vláken svalu (lat. fusus, vřetenno). Intrafusální vlákna jsou v perifernějších úsecích vřetenka inervována prostřednictvím typických motorických plotének vlákní y-neuronů. Ze středu délky intrafusálních vláken, kde je nakupení jader (tzv. jaderný vak čili jaderný řetězec), začíná ze spirálních zakončení tlusté nervové vlákno až okolí jaderného vaku přídatná, tenčí sensitivní vlákna; všechna vedou podněty z intrafusálních vláken do míchy, čímž informují o změně délky intrafusálních vláken. Protože je vřetenko (popřípadě intrafusální vlákno z vřetenka vyčnívající) zabudováno mezi ostatní extrafusální vlákna svalu, paralelně s nimi tak, že jedním koncem je připojeno do endomysia extrafusálních vláken a druhým koncem ke šlaše (nebo opět do endomysia), reaguje i na změnu délky extrafusálních vláken jako detektor rozdílu stupně stahu extrafusálních a intrafusálních vláken (Seliger, Vinařický a Trefný, 1983).

### **2.1.2. Cévní zásobení svalu a svalové cévy**

U zdravého svalu vede delší izometrická kontrakce svalu ke zvýšení napětí ve svalu, které postihuje především kapilární síť a venózní a lymfatický odvodný systém, kde je tlak nízký. Zásobení svalu arteriální krví s vyšším tlakem je ve středu svalu a odvod venózní krve s nízkým tlakem je pod povrchovou fascií. Proto delší izometrická kontrakce zhoršuje podmínky venózního a lymfatického odvodu, a to se projeví nejprve únavou, poklesem síly, pocitem tlaku a nakonec bolestí až úplným selháním svalu. Pro plynulé zásobení svalu je nutná rytmická kontrakce a relaxace, která podporuje periferní oběh. Kardiologové mluví dokonce o motorickém systému jako o druhém periferním srdci. Oběhová insuficience se může v nervosvalové soustavě projevit různě. Chronická insuficience může vést k ischemickým změnám ve svalu a tím ke zhoršení jeho funkce (Sting, 1994)

Zajímavé je i to, že denervovaný sval, který ztrácí strukturu, nemá zhoršenou cirkulaci, ale naopak zvýšenou, ale vážne v něm utilizace látek z oběhu. Tam kde je požadován dlouhodobý výkon, musí být zajištěna dokonalá cirkulace. U těchto sportovců nejsou příliš zvětšeny objemy valů, ale svaly mají bohatou kapilární síť, která umožňuje intenzivní prokrvení a tím větší přísun a odsun látek, který umožní podávat dlouhodobě vyšší výkon. Důležitou úlohu ve svalové funkci má i lymfatický oběh ve svalu, který odstraňuje různé tkáňové zbytky, které se vytváří během pohybu. Poruchy tohoto oběhu mohou vést k místně omezeným městnáním v části svalu, která lze pohmatem vnímat jako zduřelé a bolestivé útvary, která se označují různými názvy, jako myogelózy, myofascitidy, hyperalgické body apod. Bolestivá místa, palpačně hmatná a citlivá, ve svalu jsou dobře známa, ale jejich fyziologický výklad je velmi nesnadný a je obtížné určit, zda jde o městnání či infiltraci. (Véle, 1997)

Pomalá svalová vlákna jsou obklopena větším počtem kapilár než rychlá vlákna.

Cévní zásobenění šlach je poměrně chudé. Šlacha má i cévy mízní, část těchto cév souvisí i se svalem a s periostem kostí v místě úponu šlachy. Cévy dlouhých šlach přicházejí též ze šlachových pochev (Sting, 1994).

### **2.1.3 Nervosvalový systém**

Vlákna kosterního svalu jsou přímo řízena nervovým systémem. Axony míšních motoneuronů vytvářejí spolu se sarkolemou nervosvalové ploténky, které se v mnohém podobají chemickým synapsím v CNS. Signálem pro vznik akčního potenciálu na sarkolemě je uvolnění acetylcholinu na ploténce. Aktivací acetylcholinových receptorů nikotinového typu, které přímo řídí kanály pro  $\text{Na}^+$ , vznikne místní depolarizace. Depolarizace sarkoplazmatického retikula, způsobí uvolnění velkého množství iontů vápníku a vyplaví je do sarkoplazmy. Ionty se přiblíží k troponinu a navážou se na něj. Troponin změní svoji prostorovou konfiguraci a umožní tropomyosinu zanořit se mezi vlákna aktinu, a odkryt tak jeho aktivní místa. Po těchto aktivních místech se „natahují“ hlavy myosinu, kloužou po nich a vytvářejí spojení neboli můstky mezi aktinem a myosinem. Myosinové vlákno tak aktivně přitahuje dvě aktinová vlákna zakotvená do protilehlých Z-proužků, a tím k sobě tyto proužky přitahuje. Výsledkem je zkrácení

sarkomery, zkrácení myofibrily, a tím i zkrácení svalu čili svalový stah (Seidl, 2004, Vyskočil, 1991, Amber, 2002).

#### **2.1.4. Svalový tonus a svalová kontrakce**

Svalstvo patří ke vzrušivým tkáním. Jeho charakteristickou funkční vlastností je schopnost kontrakce a relaxace. Kontrakce, která navazuje na excitaci vzrušivé buněčné membrány, je přímou přeměnou chemické energie na mechanickou a projevuje se tenzí a případným zkrácením svalu. Různé typy svalů na různých místech organismu zajišťují veškerou aktivní tenzi a veškerý aktivní pohyb včetně pohybů umožňujících lidskou práci, komunikaci prostřednictvím mimiky, mluveného slova, psaní a ovšem také cirkulaci krve, transport tráveniny GIT, činnost sfinkterů atd (Trojan, 2003).

Pod pojmem svalový tonus chápeme stálý stav napětí svalu, který přímo nesouvisí s pohybem. Svalový tonus zabezpečuje udržení polohy (posturu) jednotlivých částí těla. Neustále se mění při změně polohy jednotlivých částí těla, při každém pohybu končetiny, který vždy zasahuje do posturální rovnováhy ostatních částí těla. Udržení svalového tonu je reflexní, umožňují ho proprioceptivní impulzy, které vznikají ve svalech, šlachách a kloubech. Základním mechanismem při udržování svalového tonu jsou jednoduché spinálně reflexní oblouky. Přerušením aferentní či eferentní části spinálního reflexního oblouku vymizí tonus v oblasti příslušného míšního segmentu. Rozložení svalového tonu ve vyšších oblastech těla a vzájemná koordinace mezi jednotlivými oblastmi se děje prostřednictvím tonoregulačních ústředí v mozkovém kmeni, které dostávají impulz jednak z labyrintu vnitřního ucha, jednak proprioceptivní impulzy z periferie, které jsou spojené s ascendentními dráhami z míchy. Toto ústředí je od kontrolou vyšších částí CNS ke kterým bez podkorových ústředí extrapyramidového systému a mozkové kůry patří i mozeček. Neocerebelum má na svalový tonus budivý vliv ( Trojan, 2003, Pokorný, 2001).

Rozdělení svalové kontrakce: Aktivní činnosti svalu kdy dochází k jeho zkracování (koncentrická kontrakce), vzdálenost úponů se nemění (izometrická kontrakce) nebo břemeno, které je příslušným svalem „neseno“ působí na sval silovou zátěž převyšující schopnost svalu se zkracovat, proto dochází k prodlužování svalu i přes to, že je aktivně „kontrahován“ (excentrická kontrakce). Dalším kritériem může být, jakou rychlostí dochází ke svalové kontrakci. Zvláštní případ, kdy je rychlost



zkracování po celou dobu konání kontrakce stejná, nazýváme izokinetickou kontrakcí. Dalším, spíše teoretickým případem svalové kontrakce, je izotonická kontrakce, kdy je silové působení na úponovou šlachu svalu konstantní v průběhu celé kontrakce.

Přirozená kontrakce svalu má formu tetanického stahu. Při dostatečné frekvenci opakovaného dráždění (salvy akčních potenciálů) nasedá na zbytek kontrakce z předchozího trhnutí další kontrakce a každý následující stah je intenzivnější. Důvodem je skutečnost, že se nestačí znovu uložit všechny vápník do zásobáren a jeho koncentrace postupně narůstá a stah sílí. Pokud další impulz přijde v sestupné fázi záškubu, dochází k superpozici stahů a vzniká tzv. vlnitý tetanus. Pokud podněty přicházejí ještě za vzestupné fáze kontrakce, dochází k sumaci - vzniká hladký tetanus. Síla stahu svalu je u tetanu až tři i vícenásobná (Morii, 2002, Schmidt, 1993).

To, zda se excitovaný sval při tetanické kontrakci zkracuje, jak zkracování probíhá a kolik síly při tom vyvíjí závisí i na zevních podmínkách. Sval se jako celek může stahovat izotonicky, kdy se při stálé zátěži mění jeho délka (působí stále stejnou silou). Délka se mění tím rychleji, čím je zátěž menší. Při malé zátěži je dosahováno i největšího zkrácení. Když je zatížení větší než maximální síla svalu, dojde naopak k jeho protažení (chůze z kopce). Při izometrickém stahu sval vyvíjí sílu a nemůže se zkracovat (pokus o zvednutí příliš těžkého břemene). Největší silou působí, když jsou jeho sarkomery v klidové délce. Narůstá-li síla a sval se současně zkracuje, je kontrakce označována jako auxotonická (typické při balistických pohybech - např. hod).

Někdy bývají uváděny ještě další dva typy stahu: a) podpůrné trhnutí, které je velmi běžné a i sledem izometrické a okamžitě navazující izotonické kontrakce (např. zvedání břemene z podložky) a b) nárazové trhnutí, kdy počáteční izotonické zkrácení je následováno izometrickou kontrakcí (ukousnutí sousta následované stiskem sevřených čelistí) (Pučelík, 2003).

### **2.1.5. Energetika činnosti svalu**

Bezprostředním zdrojem energie pro sval je ATP. Jeho zdrojem pro trvalou svalovou činnost je aerobní oxidativní fosforylace. Krátkodobé (do 40 s) vysoké výkony (např. sprint okolo  $10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ) jsou možné také anaerobně (glykolýza). Zásoba ATP ve svalu je poměrně malá a může být doplněna reakcí ADP s kreatinfosfátem, který je při tom defosforylován. Jeho zásoba je však malá. Při práci je kreatinfosfát doplňován

převážné (ze 3/4) odbouráváním volných mastných kyselin z krve. Při krátkodobých vysokých výkonech je naopak důležitějším zdrojem glukóza. Teprve při extrémních nárocích začíná sval využívat vlastní glykogen.

Při svalové práci vzniká psychická a fyzická únava. Fyzická únava souvisí s nahromaděním metabolitů ve svalových buňkách. Při velmi intenzivních výkonech (běh na 800 m) bývá uváděna i synaptická únava - dochází k dočasnému vyčerpání transmitterů (Kučera, 1999).

U svalových poranění je nebezpečná dlouhá imobilizace, kdy dochází ke snížení ATP, ADP, CP, kreatinu a glykogenu ve svalu. Při zátěži nastává v tomto svalu zvýšená produkce laktátu a tím dochází k snížení oxidativní kapacity svalu. To má za následek rychlejší nástup svalové únavy. U kosterních svalů může nastat akutní únava (mizí do 24 hodin) nebo chronická (až úplná vyčerpanost). Při svalové únavě dochází ke snižování svalové kontrakce. Svalová únava roste úměrně se ztrátou svalového glykogenu. Dochází k hromadění laktátu – snížení pH, nárůst  $K^+$ , dráždění volných nervových zakončení a to způsobuje bolest a otoky. Svalová únava může skončit kontrakturou – kontrakce bez akčních potenciálů, vyčerpání ATP či poruchou integrity svalu (Houglum, 2005).

### **2.1.6. Mechanické vlastnosti kosterního svalu**

Aktivní sval se vyznačuje vyšší tuhostí než sval pasivní (bez nervosvalové stimulace). Tuhost svalu narůstá se stupněm excitace. Nárůst síly, kterou je sval schopen přenášet aktivní kontrakcí, je závislý na míře aktuálního protažení svalu. Schopnost svalu působit aktivní silou pro přenášení břemene totiž závisí na míře zasunutí aktomyozinového komplexu, tedy na délce sarkomery. I neaktivovaný sval je pružný (viskoelastický), tj. klade odpor deformaci při prodlužování nad tzv. klidovou délku. Přestane-li deformující síla působit, sval se rychle vrací do původní (klidové) délky. Při zvětšování síly působící protažení, narůstá s protažením elastická síla stále strměji a při překročení jisté hodnoty se sval trhá. Pevnost není u všech svalů stejná a pohybuje se mezi 4 až 12 kg/cm<sup>2</sup>. Elastická síla, kterou je nutno při protahování svalu překonávat, má nejen statickou, ale také dynamickou složku, která roste s rychlostí protahování. Každý sval má svou hranici elasticity, pokud je hranice překročena

dochází k trvalé deformaci svalu. Deformace elastická (vratná) - po odstranění působení "silového" účinku zaujme svůj původní tvar, tj. sval se dosti rychle vrátí k původním rozměrům. Deformace plastická (trvalá) - sval po odstranění působení "silového" účinku zůstává ve zdeformovaném stavu. Hodnoty meze pevnosti (tzn. napětí, při kterém sval v kvazistatickém režimu zatěžování praskne) mohou kolísat v rozmezí 0,5 - cca 150 MPa. Průběh odezvy svalu na zatížení a extrémní hodnoty napjatosti, při kterých dochází k porušení struktury, jsou velmi závislé na: rychlosti zatěžování, míře excitace svalu (zapojení aktivní složky), historii zatěžování (vliv únavy a tedy míra zapojení - vlivu - aktivní složky). Je zde silná závislost na rychlosti zatěžování. V případě končetin se poškození týká většinou jednoho svalu, resp. šlachy, přičemž platí že rozsah poranění je přímo úměrný velikosti působící síly a nepřímo úměrný času úrazového děje. (Fung, 1996, Valenta, 1985).

### **2.1.7. Růst a regenerační schopnost svalu**

Kosterní sval je také jedním z nejvíce metabolicky aktivních tkání v těle. Regenerační schopnost svalů za normálních okolností se vůbec neuplatňuje tak, jako například u tkání typu epitel, krev a jiné pojivové tkáně. Zraněné svaly obvykle prochází procesem degenerace a regenerace (Frontanera, 2003). Poškozená svalová vlákna jako první podléhají nekróze, během níž jsou poškozené myofibrily následně odstraněny mikrofágy. Svalová vlákna regenerují v pojivové tkáni v rámci poškozeného svalu. Prvotně v patologických případech dojde po svalovém zranění k vniknutí extracelulárního kalcia a k mechanické destrukci myofibril. Poškozené myofibrily pak podstoupí proces odumírání prostřednictvím samonatrávením inherentních proteáz. Přesto lze za určitých okolností navodit regeneraci svalových vláken.

Regenerace po prodělaném zranění, podporuje tvorbu nových myofibril. Důležitým typem buněk podílejících se na regeneraci svalů jsou satelitní buňky, které se při destrukci svalových vláken rychle dělí. Nacházejí se mezi sarkolemou a bazální laminou. (Zammit et al. 2002). Satelitní buňky obsahují bílkovinu Necdin, která je velmi důležitá při regeneraci svalových vláken (Deponti, Francois, Baesso, 2007)

Necdin se podílí také na vývoji kosterní tkáně, což naznačuje, jak důležitou roli hraje v tomto procesu ( Brunelli et al., 2004; Kuwajima et al., 2004).

Proces regenerace je pomalý a někdy se může stát, že po zranění nevzniknou plnohodnotná svalová vlákna, ale vytvoří se jizva z pojivové tkáně. Její vlákna se uspořádají podél linií působících sil a jsou schopná vydržet tah, jsou však méně pružná a stažitelná než normální svalovina.

Akutní zánět je považován za tělesnou všeobecnou ochrannou reakci na poranění tkání. Obzvláště důležitý a neprozkoumaný aspekt zánětu po úrazu je úloha zánětlivých buněk v prodloužení zranění a možná i řízení svalové obnovy .To může znamenat, že zánětlivá reakce, i když obvykle představuje reakci na poškození a nekrózu, může dokonce způsobit některé místní poškození a zvýšit tak možnost jizvení a fibrózy. Omezení některých aspektů zánětu může teoreticky snížit poškození svalu stejně tak svalové jizvení. U zranění a obnovy zraněných kosterních svalů je důležitá role neutrofilů. Předpokládá se, že neutrofilů usnadňují hojení svalu díky odstranění pozůstatků tkání, jako i aktivaci satelitních buněk ( Hechmi, 2005).

Pro příznivě a rychlé hojení je třeba optimalizovat jednotlivé fáze zánětu a reparace

1. Stádium aktivní hyperémie
2. Stádium pasivního hromadění
3. Stádium konsolidace
4. Stádium fibroelastické přestavby

První dvě fáze trvají od poškození 2-5 dní. Dochází k hemostázi, vasokonstrikci, agregaci destiček a koagulaci. Výsledkem aktivace primární (destičky) a sekundární homeostázy (aktivace koagulačních kaskád) v průběhu procesu hojení ran je tvorba sraženiny v místě poškození. (Schmidt, 1993)

Ve stádiu konsolidace se uplatňují speciální satelitní buňky, které se do poškozené oblasti dostanou podél kapilár ze zdravé tkáně a začínají se spojovat v „řetězce“ z nichž se vyvinou nová svalová vlákna.Postupně více začínají vrůstat kapiláry, které zajišťují dobrou oxygenaci, tvoří se fibronektin. Do 5 dne po úrazu se zvyšuje tvorba kolagenu typu III, poté se až do 3 týdne tvoří kolagenní vlákna I.typu. Často se také stává,

především u závažného poškození svalu, že nakonec nevznikne původní počet svalových vláken, tím sval nedosáhne stejné velikosti jako před zraněním a přestože se dokáže stále stejně rychle kontrahovat a relaxovat svalová síla je stále menší než před zraněním. Ve čtvrté fázi fibroelastické přestavby dochází k obnově svalové síly a další přestavbě postiženého ložiska. Tato fáze trvá od několika dnů po několik týdnů v závislosti na rozsahu postižení. Sval se hojí v zánětlivé a reparační fázi. Při velkém hematomu, nesprávném léčení, nebo brzké neadekvátní aktivitě může v hojícím se svalu vznikat myositis ossifikans postraumatica, heterotipická svalová kalcifikace-zvápenatění svalu (Silbernagl, 1993).

## **2.2. Svalová poranění a jejich klasifikace**

Predispoziční faktory svalových poranění jsou :

1. neadekvátní zahřátí svalů (před výkonem)
2. nedostatečný rozsah pohybu v kloubu
3. nadměrné napětí svalů
4. únava, nadměrné, neodpovídající zotavení
5. svalové disbalance
6. předešlé poranění
7. špatná technika provedení /biomechanika
8. spinální dysfunkce (Brukner, Khan, 2000)

Svalová zranění jsou běžná v oblasti sportu, která obsahují vysokou míru úsilí sprintovat, včetně fotbalu a sprintu a skocích v atletice (Orchard & Best, 2002; Orchard & Seward, 2002; Woods et al. 2004). Svaly nejvíce náchylné k poškození, jsou m.rectus femoris a m.biceps femoris. Navíc se tyto 'vysoko-rizikové' svaly obvykle skládají z vysokého procenta II. typu svalových vláken, což naznačuje, že metabolický profil vláken je důležitý pro určení jejich funkčních vlastností a rizika zranění. Ze všech běžných sportovních zranění, svalová poranění jsou jedna z nejvyšších co se týká opakovaného výskytu zranění. Významným rizikovým faktorem pro opakující se zranění je samo primární zranění (Orchard & Best, 2002).

### **Z časového hlediska vzniku poškození lze rozlišit na:**

1. úrazy - tj. náhlá jednorázová poranění (natržení nebo přetržení svalu )
2. chronické degenerativní změny - tj. déletrvajících nebo opakujících se potíže (následek neadekvátního léčení a nedostatečného zhojení) (Javůrek, 1982).

### **Podle závažnosti poškození**

#### 1. Poranění svalstva bez poruchy integrity svalových snopců

Svalstvo může být poraněno přímým kontaktem (úderem), kdy dochází ke krevnímu hematomu mezi svalovými fibrilami - pohmoždění, namožení, natažení, nebo distenzí svalu. Nejčastěji však bývá poraněno u nepřipraveného svalu vlivem svalové aktivity při výkonu. Sval je bez dostatečného prokrvení, prohřátí a zásobních látek.

V případě, že je porušena svalová povázka po traumatu, může sval poškozeným místem ve fascii vyhřeznout. Vzniká svalová hernie. Často přítomná v oblasti stehna nebo na přední straně bérce. Jedná se o funkční reverzibilní poruchu (Javůrek, 1982).

#### 2. Poranění svalstva s poruchou integrity svalových snopců

Svalstvo může být poraněno rovněž přímým mechanizmem, kdy ale dochází k přerušování svalových vláken. Vzniká částečné natržení nebo totální svalová ruptura.

Při kontaktu např. s kolenem u kontaktních sportů - fotbal, hokej, basketbal aj. dochází k velkému zhmoždění svalu s rupturou m. vastus lateralis. Při svalovém poranění vzniká hematom. Při neporušené fascii je hematom výlučně intramuskulárně a není na povrchu v podkoží vidět. Při porušení fascie se hematom rozlévá a může stékat dolů mezi svaly a imitovat jen poškození podkoží.

#### 3. Mikrotraumata

Opakovanými drobnými úrazy často i klinicky němými mohou vznikat ve svalstvu drobné ruptury, které se hojí jizvou a ve svalstvu svalová vlákna jsou nahrazována jizvou. V oblasti

mikrotraumat může vznikat heterotopická kalcifikace nebo ossifikace - příklad : adduktory (Javůrek, 1982, Schafer, 1982).

### 2.2.1. Klinický projev poranění svalu

Klinický projev svalového poranění je velmi proměnlivý a sahá od jednoduchého svalového „natažení“ až po úplné přetržení svalu. Základní výzkumy a klinické studie svalových ruptur ukázaly, že krvácení a otok typicky charakterizují toto poranění. Svalové poranění by nemělo být zaměňováno s opožděným nástupem bolestivosti svalů, kdy mají sportovci zkušenosti s difúzní svalovou bolestí, otoky a ztuhlostí po nezvyklé vlně excentrického cvičení. V případě opožděného nástupu bolestivosti svalů je zotavování často krátké a následující, podobné výkonnostní „záchvaty“ obvykle přináší méně klinických příznaků a nálezů (Hechmi, 2005).

Svalová ruptura, částečná nebo úplná, se projeví ostrou bodavou bolestí ve svalů a bolestivou kontrakcí postiženého svalu. Dochází k výraznému snížení rozsahu pohybu, svalové slabosti a křečovým bolestem. K úplným rupturám dochází nejčastěji v muskulotendinózním spojení (Javůrek, 1982, Schafer, 1982). Může se také objevit prohlubeň ve svalů hlavně v časném stádiu, která s odstupem času mizí, jelikož se často vyplní krevním hematodem.

Podle toho, jak závažnému poškození svalu došlo, rozdělujeme svalové ruptury do skupin:

1. stupeň - poškození jednotlivých svalových vláken (méně než 5 % vláken), facie je intaktní. Je to „mírné“ natržení svalu a zhojení trvá 2-3 týdny.

2. stupeň - je to rozsáhlejší poranění. Poškozeno je více svalových vláken s lokalizovaným hematodem a intaktní fascií, celistvost svalu není porušena, hojení trvá 2,5-4 týdny

3. stupeň - přetržení četných svalových vláken s částečnou rupturou facie a difúzním krvácením, hojení trvá 3-5 týdnů

4. stupeň - kompletní ruptura svalu a facie, nutná operace a dlouhá RHB (Huard, Li, 2002)

### **2.2.2. Vyšetření svalových poranění**

Stanovení svalového poškození musí být zahájeno explorací mechanismu úrazu jeho okolností i následného vzniku otoku, hematomu upřesní po klinických testech a běžné radiografii specifické vyšetření zobrazovacími metodami.

Při anamnéze je pacient tázán na mechanismus úrazového děje, pocit při prasknutí, zda mohl pokračovat ve vykonávané činnosti. Dále se zjišťuje místo vzniku primární bolestivosti a otoku, jak rychle se otok vytvořil, jakou měl lokalizaci, rozsah a jak byla poskytnuta první pomoc. Následuje aspekce a palpace. Vyšetří se celé místo poranění, zjistí místo maximální palpační bolestivosti, rozsah sekundárních změn otoku a hematomu. Palpací se posoudí orientačně kožní teplotu v místě afekce, posunlivost kůže, podkoží, svalový tonus, přítomnost a konzistenci rezistence v měkkých tkání, případnou fluktuaci, signalizující přítomnost tekutiny v ložisku. Palpací se posoudí i přítomnost výpotku v kloubu (balotement česky). U silně bolestivých zranění s okamžitým vznikem hematomu, otoku a nemožnosti dalšího pohybu je vysoká pravděpodobnost svalové ruptury.

Klinická vyšetření, která by nikdy neměla být opomenuta jsou různá vzhledem k místu úrazu.

Mezi ně patří vyšetření aktivních a pasivních pohybů, svalového zkrácení, hypertonu postiženého svalu, který rozsah pohybu omezuje. (Dungl, 2005)

### **2.2.3. Zobrazovací metody**

Ze zobrazovacích metod se k zpřesnění rozsahu a typu svalového zranění používá diagnostický ultrazvuk nebo magnetická rezonance. U CT snímání mohou být pacienti alergičtí na kontrastní látku a je proto nutná profylaktická léčba, aby se zabránilo alergické reakci.

Běžný RTG snímek je málo výtěžný, spíše ukáže následky v podobě osifikací. Masivní ruptury se můžou ukázat jako rozšíření kontur svalu na měkkých snímcích.



U ruptury svalu se zajímáme především o zraněný sval, místo zranění ve svalu, délku zranění (ruptury) v milimetrech a přítomnost hematomu. Velikost hematomu se rozlišuje na mírný (< 2 cm<sub>l</sub>), střední (< 6 cm<sub>l</sub>) a velký (> 6 cm<sub>l</sub>). (Kirkendall, 2002).

### **2.2.3.1. Magnetická rezonance**

MR je moderní metoda diagnostického zobrazování. Diagnostické informace jsou získávány z tělesných tkání a orgánů na základě chování atomů vodíku v silném magnetickém poli. Vhodné radiofrekvenční pulsy předávají těmto atomům energii, která je později opět uvolňována a zachycována citlivými „anténami“. Výkonné počítače pak tyto signály zpracovávají – převádějí je do digitální a následně obrazové formy. Oproti RTG a CT vyšetření nezatěžuje MR pacienta žádným ionizujícím zářením. Škodlivé účinky silného magnetického pole v rozmezí 0,5-3 Tesla na organismus člověka nebyly za dobu existence této metody prokázány.

Běžné MR vyšetření se skládá z několika sekvencí (druhů měření), které trvají cca 2-5 minut, ojediněle až 10 minut, při každé sekvenci jsou potom pořízeny řezy částí lidského těla v různých rovinách. Vzhledem k nutnosti provádění více sekvencí, jejichž trvání je podmíněno fyzikálními zákony, trvá tedy vyšetření relativně dlouho, průměrně 20-40minut. (Seidl, Vaněčková, 2006)

### **2.2.3.2. Ultrasonografie**

Ultrasonografie (US) bývá preferována zejména pro nižší cenové nároky, odpadá zde také problém klaustrofobie, který se objevuje při vyšetření magnetickou rezonancí. Velkou výhodou je také přímý kontakt lékaře a pacienta, kdy pacient může pomoci lékaři s navedením na přesnější lokalizaci místa zranění a také lze v reálném čase sledovat patologické vlastnosti svalu (např. pacient během snímání předvádí mechanismus úrazu). Tím pacient zároveň poskytuje zpětnou vazbu a během jedné návštěvy může lékař dojít k přesnějším výsledkům a nastínit následnou terapii (Rumack, 2004) Ultrazvukové vyšetření umožňuje diagnostikovat natržení svalu i v případě přítomnosti hematomu v časně fázi. Toto vyšetření je vhodné pro rozlišení svalového natržení a svalové kontuze. Ultrazvukové vlny prostupující do tkáně jsou přímo úměrné kmitočtu vlny. To znamená například, že 12ti MHz-ovým snímačem lineárního pole, lze očekávat zobrazení velmi povrchových struktur s vysokým

rozlišením, ale například zobrazení kyčelního kloubu nebo rotátorové manžety u silně obézních nebo extrémně svalnatých jedinců může být velmi omezené. Další technické faktory které ovlivňují ultrazvukové snímání jsou artefakty, které mohou imitovat skutečné patologie. Ultrazvuk je závislý na umístění snímače a tím i lomu světla v úhlu  $90^\circ$  k struktuře zobrazení. Jakákoliv odchylka od tohoto bude mít za následek odrazy světla od snímače a tím i snížení echogenicity (jasu). Sonografické obrazy vznikají ultrazvukovými vlnami. Piezoelektrické krystaly v ultrazvukovém snímači přeměňují miliwatty elektrické energie na ultrazvukové pulzy. Zvuk reaguje vzájemně s materiálem kterým vlny procházejí. Do sondy je zabudováno mnoho takových krystalů a podle impulzů produkují ultrazvukové vlnění s různými frekvencemi, udávanými v megahertzích. Hlavním předpokladem pro reflexi jsou takzvané impedanční skoky. Tyto změny vznikají tam, kde spolu hraničí dvě tkáňové vrstvy, kterými ultrazvuk prochází různou rychlostí. Pouze vzduch a kosti se od lidských tkání výrazně liší, co se rychlosti šíření akustického vlnění týče. Ultrasonografie pracuje s frekvencí 2-15 MHz a šíření ultrazvukového vlnění ve svalech je 3360 m/s. Počítač hloubku echa vypočítává z časového rozdílu mezi vysláním impulzu a momentu detekce echa. Echa z vrstev blíže k sondě se vrací dříve než echa z hlubších vrstev (Ditrich, 2006, Rumack, 2005).

**Ultrasonografie u poranění svalu:** zde se využívá frekvence zejména okolo 7-12 MHz. Způsob zobrazení je několika typy modů (A mod, B mod, M mod, 2D zobrazení, 3D mod, Dopplerovská ultrasonografie.)

Zobrazení svalu se využívá zejména B mod. B mod (Brightness mode) je jednorozměrné zobrazení, při kterém se amplitudy odražených signálů převádějí do stupňů šedi. Výstupem je tedy úsečka složená z pixelů o různém jasu. Také se často u zobrazení svalu používá Dopplerovské zobrazení, kde lze získat informaci o rychlosti pohybu tkání, zejména krve. Důležité ovšem je, že se obvykle nezískají skutečné rychlosti, ale pouze složky rychlosti ve směru k sondě nebo od sondy. Proto pokud bude sonda měřící průtok krve cévou umístěna kolmo na cévu, naměří nulovou rychlost. Obecně lze dopplerovské měření provádět ve dvou módech:

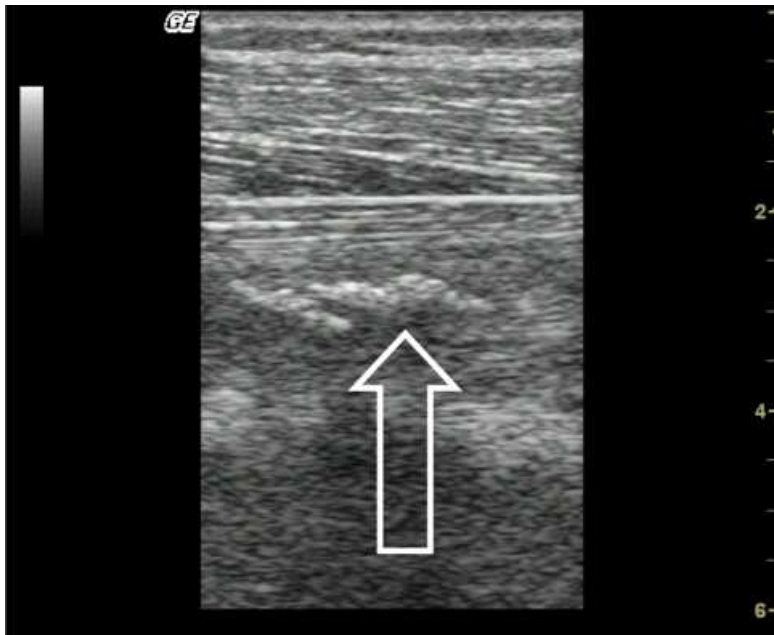
**CW** – vysílající měnič vysílá kontinuálně.

**PW** – vysílající měnič vysílá v pulzech (Teh, 2005)

Zářivost (světlost) jednotlivých bodů je reprezentována různým stupněm šedi od bílé až po černou. Tento způsob vyjádření intenzity ech je označován jako metoda odstupňované šedi (grey scale system). Bílou barvou se zobrazují echa největší intenzity, tj. v případech, že se vysílané paprsky maximálně odraží od tkání vysoce echogenních (kost). Naopak černě se zobrazí echa s nejnižší intenzitou, případně oblasti, které neposkytují žádné odrazy, tj. anechogenní nebo neechogenní zóny (tekutina). Mezi echy nejvyšších a nejnižších intenzit leží široká škála ech různých intenzit, která se zobrazují v různých odstínech šedé barvy (Lento, 2007)

Občas pacienti nejsou schopni zcela lokalizovat danou oblast, zejména v případech velkých svalových skupin, jako je např. biceps femoris. Nicméně, rozšířené zobrazovací pole ultrazvukové technologie učinilo možnost zobrazovat velké oblasti svalové tkáně. Ultrasonografie má výhodu oproti MRI při zobrazování šikmo běžících svalů. Při MRI musí lékař sledovat šikmo běžící svaly jako musculus sartorius v zobrazení na různé řezy a sekvence. Zatímco ultrazvukem může sledovat sval od svého začátku k úponu na jednom snímku. Také v případě, že sval a šlacha je natržena nebo natažena, MRI nemusí správně zobrazit polohu celé šlacha. Například u natržení čtyřhlavého svalu, standardní snímek MRI kolena nemusí zobrazovat natržení distální části. Ultrazvuk však nabízí možnost sledovat natrženou část proximálně a je užitečný přiměřením stupně natažení. (Holsbeek, 2001). V přímém svalovém zranění, často existuje významný kontakt, komprese a výsledná destrukce svalových vláken. Na ultrazvuku jsou tyto úrazy charakterizovány nepravidelnými dutinami se „střapatými“ hranicemi. Často tato dutina může obsahovat hematoma, který může omezit kompletní zobrazení, ale po 2-3 dnech se hematoma stává neechogenní a umožňuje skutečný odhad škod. Čím jsou těžší poranění svalu, tím jsou více zřejmé poruchy pozorovány na ultrazvuku. Ruptury vyžadují dobré zobrazení v podélných a axiálních rovinách k správnému určení svalového poranění. Může také vzniknout hypoechogenní mezera, která se identifikuje mírným tlakem na snímač. Tato technika se často označuje jako sonopalpace.

Dle Connella et al bylo zjištěno že rozdíly mezi nálezy na MRI a sonografií nejsou statisticky významné. Ultrasonografie se využívá běžně nejen ke stanovení diagnózy, ale i ke kontrole průběhu hojení. K určení návratu atleta k plné zátěži však doporučuje Connel magnetickou rezonanci, která je méně dostupná na začátku stanovení diagnózy. (Connel, 2004)



Obr. č. 2 Podélný pohled na myositis ossificans (šipka), které se nacházejí hluboko ve vastus intermedius u 40-let-starého muže basketbalisty. Poznámka: nepravidelné hyperechogení (světlé) struktury zastupující myositis ossificans. Před čtyřmi týdny, protihráč zasáhl kolennem tohoto sportovce do stehna, zranění vyústilo v přetrvávající bolest s nemožností ohybu kolena. (Převzato z:

<http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=2684149&tool=pmcentrez>)

### 2.3. Léčba svalových poranění

Doporučená režimová léčba se velmi liší v závislosti na závažnosti zranění, i když optimální léčba ještě stále není plně definována. Aktuálně není terapie, která by zajistila kompletní regeneraci a plné funkční využití. Cílem je však zahojení malou elastickou jizvou, nebolestivé provádění pohybu a prevence recidivy zranění. Léčebný proces by měl napomáhat resorpci krevního výronu a zabraňovat svalové atrofii (Woods et al. 2004).

Léčbu rozdělujeme na chirurgickou, konzervativní a následnou fyzioterapii.

### **2.3.1. Konzervativní léčba**

Konzervativní léčba zahrnuje zejména minimalizaci krvácení, otoku a zánětu. Někteří autoři považují délku akutní fáze 0-48 hodin, zatímco jiní považují za akutní fázi prvních pět dní. První týden je hlavním cílem léčby snížení otoku, bolesti i případného krvácení. Také u svalových ruptur je velice důležité, zda se ruptura nachází v bříšku svalu, nebo blíž k úponu, kde je více vazivové části a tím i delší hojení a pomalejší návrat k plné zátěži (Javůrek,1982).

Léčba rozdělená podle jednotlivých fází zánětu a reparaace:

#### **Stádium aktivní hyperémie:**

Trvá orientačně 1-1,5 dne. V tomto období se doporučuje zejména klidová terapie s využitím antigravitační polohy. Lokální aplikace chladu(led na 15 min přiložit přes jednu vrstvu elastického obinadla, protože delší aplikace může vyvolat reaktivní hyperémii a větší prokrvení svalu, a pak opakovat jednou za hodinu, eventuálně chladící spray –přímo nastříkat na kůži, pozor na popálení sprayem kůže). U ruptur lze také použít kompresivní obvaz.

Z fyzikální terapie se užívá klidová galvanizace k eutonizaci kapilár, Bassetové proudy, které způsobují kapilarizaci. (Javůrek,1982, Barna, 2008)

#### **Stádium pasivního hromadění:**

V tomto období stále převládá bolest, otok a dochází ke změně barvy na lividní. Trvá převážně 1 - 4 dne. Doporučuje se polohování, cvičení bez větší zátěže. Doporučuje se pozitivní termoterapie, kombinace tepla s chladovou terapii v kombinaci 3:1 a několikrát denně. To způsobuje urychlení cirkulace v postižené oblasti a zlapšení hojení. Z fyzikální terapie se doporučují DD proudy, hlavně CP a CP Iso, kdy dochází k vazodilataci a zvýšení venózního odtoku a pulzní nízkofrekvenční magnetoterapii.

### **Stádium konsolidace:**

Stále přetrvává mírný otok, barva už je v normě. Toto období trvá převážně od čtvrtého do dvanáctého dne. Vhodné jsou Priessnitzovy zábaly (mírné vlhké teplo), eventuelně teplé zábaly, obklady, parafín. Vhodné jsou měkké techniky a mobilizace. Toto období zahrnuje široké spektrum léčebných metod, od pomalého zvyšování svalové síly, pasivního protahování a procvičování ke hranici bolestivosti až např. k odporovému tréninkovému programu řízenému dle prahu bolesti. U větších svalových trhlin ustupuje bolest při pasivních a aktivních pohybech až 10.-12. den. Přetrvává-li únava a bolest déle než 24 hodin, bylo cvičení příliš intenzivní nebo dlouhé. Doporučuje se také lymfodrenáž manuální a přístrojová, dle stavu 5-7x ob den první týden a pak 1-2x týdně s cílem aktivace průchodu lymfy a uvolnění lymfatických cév a tím s rychlejšího vstřebání otoku a hematomu. Od 3 dne lokální aplikace tepla s jemnou svalovou masáží, dále akupresurní masáž, metoda suché jehly. Z fyzikální terapie se užívá ultrazvuk, DD proudy a pulzní nízkofrekvenční magnet. Dále s dobrým efektem je používaná kombinovaná terapie UZ a ET (ultrazvuk a elektroterapie) na uvolnění svalu a triggerpointů a laser na postižené místo 5-7 x. Během terapie laser snižuje bolestivost a zvyšuje látkovou výměnu ve tkáních a buňkách. Buňky po ozáření laserem získávají energii, začnou se rychle obnovovat a posiluje se jejich obranný mechanismus (Bruckner, 2007, Javůrek, 1982, Barna, 2008).

### **Stádium fibroelastické přestavby:**

Převážně trvá 12 dní a dále. Zde je nejdůležitější zabránit zejména zhoršení funkce daného úseku.

Pokračuje se v termoterapii, se zaměřením zejména na hloubkové teplo jako je kontinuální ultrazvuk, infračervené záření, diatermie. Z fyzikální terapie se používá klidová galvanizace a iontoforéza. (Frontera, 2003)

## **od 2. týdne**

Je vhodná vířivka, dále celková úprava svalové nerovnováhy a mobilizace (podle místa poranění). Pokračuje se ve strečinku jak celkově tak postiženého svalu do hranice bolesti a příprava na postupnou zátěž

## **od 3.týdne kdy se přestávají tvořit kolagenní vlákna svalu.**

Lehce dle klinického stavu a subjektivního pocitu je povolena kontrolovaná pohybová aktivita. Např. běh, rotoped, plavání dle postiženého svalu.

Elektroléčba spolu s tepelnými procedurami patří k podpurným léčebným metodám s hlavním cílem usnadnit pohybovou terapii. Galvanická elektrostimulace odstraňuje bolest, podporuje hojení, uvolňuje svalové napětí. Je známo, že aplikace některých elektrických procedur podporuje hojení kostí, zvyšuje svalovou sílu a pevnost šlach v průběhu léčení resp. brání atrofiím. Diadynamické proudy mají analgetické účinky a zlepšují prokrvení. Ultrazvuk má analgetický účinek, zvyšuje místní látkovou přeměnu, zlepšuje prokrvení a ovlivňuje vegetativní nervový systém. Za optimální vlnovou délku se považuje 800 kHz. Z dalších metod lze jmenovat rázovou vlnu, místní podávání léků iontoforézou, ozáření infračerveným laserem, použití magnetického pulsního pole, masáže, vířivka aj. S tréninkem lze zpravidla začít po třech týdnech. Také u poranění šlach lze trénink zahájit až po zahojení, může to trvat, dle rozsahu poškození, např. 10 dní, spíše však déle, až 12 týdnů. Další léčebná opatření zahrnují léčení celkových onemocnění, fokálních infekcí apod.(Javůrek, Capko 1998)

### **2.3.2.Chirurgická léčba**

O indikaci k operačnímu výkonu se rozhoduje na základě podrobného klinického vyšetření. Jelikož je MRI oproti ultrasonografii výhodnější v zobrazování natažení svalu od jeho natržení v muskulotendiónním spojení, je MRI hlavní zobrazovací metodou k indikaci chirurgické léčby (Kolouris, 2003).

Při úplné svalové ruptuře je nutná svalová sutura. Doporučují se příčné stehy nebo obyčejné uzlovité stehy Často je v akutní fázi podceněna závažnost zranění a to

většinou špatnou informovaností lékařů o možnostech léčby částečných svalových ruptur. Proto operativní léčba je často indikována se zpožděním, i když příznaky přetrvávají i přes neúspěšnou konzervativní léčbu a sportovci nejsou schopni pokračovat v jejich sportovní aktivitě. Zdá se, že dlouhá pauza od zranění k chirurgické léčbě může mít nepříznivý vliv na výsledek (Lempainen, 2006).

Chirurgický zákrok u kompletní svalové ruptury je nutné provést okamžitě, do 72 hodin od úrazu (Tailor, 2006). Pokud se chirurgické řešení opozdí může dojít k retrakci šlachy a jizevnatá tkáň se může formovat v okolí konce odtržené šlachy, což má za následek zhoršení možnosti chirurgické léčby. Při rozsáhlých krváceních se provádí punkce hematomu aby se zabránilo rozvoji rozsáhlého intramuskulárního hematomu. Kromě rekonstrukčních zákroků (sešití svalových a šlachových ruptur) je operativní léčení na posledním místě až po vyčerpání všech možností konzervativního léčení. Používá se také k odstranění nadměrně vytvořené jizvy. Po opakovaných úrazech je jizevnatá tkáň nezralá, uspořádání vláken neorganizované a pevnost šlachy nízká. Odstranění takové jizvy zlepšuje prokrvení a umožňuje zahojení s lepším funkčním výsledkem (Lempainen, 2006).

Dle Lempainena (2006) se zdá, že vynikající nebo dobré výsledky lze očekávat po chirurgické korekci ve většině případů částečných nebo úplných ruptur svalu. Nicméně, operace je technicky jednodušší v akutní fázi. Jestliže je konzervativní léčba neúčinná, měla by být na paměti možnost chirurgické léčby, zvláště pokud se příznaky u svalové ruptury prodlužují. Povědomí o tomto konkrétním typu zranění a možnosti chirurgické korekce dílčí proximální ruptury svalu má velký význam. Jsou však potřebné další studie pro posouzení, kteří pacienti by měli být léčeni chirurgicky, a na kterém místě by měl být chirurgický zákrok zvážen (Klinge, 2002)

Přestože se každá svalová ruptura hojí jizvou, při doléčení velmi dobře účinkuje podávání hydrokortizolu s prokainem do místa ruptury. Tím se získá malá elastická jizva (Tailor, 2006).

### **2.3.3. Farmakoterapie**

U projevů přetížení pohybového aparátu je kromě odstranění bolesti důležité i potlačení patologické zánětlivé reakce, zlepšení prokrvení, urychlení hojení a



umožnění či usnadnění fyzioterapie. Analgetika (Acylpyrin, Anopyrin, Superpyrin a jiné) většinou obsahují látku, která má současně analgetický i protizánětlivý účinek anebo je kombinací látek s analgetickými a protizánětlivými (resp. antirevmatickými) účinky. Nahrazování analgetik antirevmatiky je však neúčelné. Kyselina acetylosalicylová (Acylpyrin) je jedním z neúčinnějších analgetik a v odpovídajících dávkách má značný protizánětlivý účinek. U pozdního svalového namožení je podávání analgetik neúčinné, dokonce může narušit proces hojení. Pokud byla kyselina acetylosalicylová podána profylakticky před zátěží, byla bolestivost a poškození funkce svalu menší. Nelze-li uvedené léky použít, nebo jsou-li neúčinné, jsou při příznacích zánětu indikovány nesteroidní protizánětlivé léky, tzv. antirevmatika. Jejich používání u bolestí v oblasti pohybového aparátu včetně stavů přetížení je velmi rozšířeno. Mají být podávány jen po krátkou dobu. K nejznámějším lékům z této skupiny patří indometacin, ibuprofen (Brufen, Ibalgin), tropesin (Repanidal) a mnoho dalších (Martínková, 2007). V poslední době se doporučují novější přípravky, které nemají nepříznivý (chondrotoxický) vliv na metabolismus chrupavky, méně tlumí syntézu prostaglandinů při zachování protizánětlivého účinku a jejich podávání je spojeno s menším výskytem vedlejších příznaků: tiaprofenová kyselina (Surgam), diklofenak (Veral, Olfen, Voltaren), piroxicam. K novějším patří nimesulid, meloxicam a koxiby. U sportovních poranění a poškození jsou antirevmatika podávána u zánětů šlach a jejich úponů (entezopatie), i u poranění svalů. Hormony kůry nadledvinek (kortikoidy) jsou nesmírně účinné protizánětlivé léky. V traumatologické a sportovně medicínské praxi se používají pouze lokálně – do místa poškození. Po aplikaci, resp. do úplného zahojení nelze svaly, šlachy, ani klouby zatěžovat. Celkové podání kortikoidů sportovcům je na místě jen zcela výjimečně, např. pro rychlé zvládnutí bolestivého stadia některých forem mimokloubního revmatismu. Podávají se v tabletové formě nejdéle týden. Při několikátýdenním podávání kortikoidů trvá útlum řadu měsíců a je riziko selhání při zátěži různého druhu (vyčerpávající výkon, nepříznivé klimatické vlivy, infekce a jiná onemocnění). Je zvýšena vnímavost k infekcím a jejich průběh je závažnější, zpomalují se procesy hojení a regenerace. U poranění a přetížení svalů jsou kortikoidy doporučovány jen zřídka. Brání sice nadměrnému jizvení, ale prokazatelně prodlužují hojení. Názory na lokální anestetika (prokainu, mezokainu aj.) a jejich místní aplikaci při akutních poraněních svalů jsou nejednotné. Předpokládá se příznivý účinek ve

smyslu blokády bolestivých reflexů, uvolnění spasmů, zlepšení biochemických procesů ve svalových buňkách a rychlejšího vyplavení toxických produktů anaerobní glykolýzy. Na druhé straně stojí zjištění o zábraně vcestování makrofágů, které likvidují poškozenou tkáň, zpomalení odstraňování nekrotické tkáně a zábraně regenerace svalových vláken ze satelitních buněk na lamina propria mezi svalovými vlákny. Myorelaxancia uvolňují svalové napětí při částečné svalové ruptuře, zmenšují bolest a příznivě ovlivňují hojení. Vedlejší účinky jsou zřídka (ospalost, ochablost, snížení koncentrace). Působí ovšem na všechny svaly, i zdravé, a rozladí celý svalový stereotyp (možné selhání při vrcholném výkonu). Vazodilatační látky (např. Xanidil) lze zkusit u stavů přetížení šlachových úponů, kde se předpokládá velký podíl poškození tkání nedostatečným prokrvením a hypoxií. Venotonika ovlivňují nepříznivé městnání krve v žilách dolních končetin, které je časté u všech sportů se statickým přetěžováním dolních končetin. Lze podat Anavenol, Cilkanol aj. Jsou doporučovány preparáty s různými enzymy (pankreatin, papain, lipáza, amyláza, trypsin, chymotrypsin). Po hyaluronidáze dochází sice k rychlému vstřebávání hematomu, ale experimentálně se prokázalo opožděné tvoření jizvy a nové krvácení do jizevnaté tkáně. Do 14. dne po zranění je její použití nevhodné (Martínková, 2007, Houglum, 1998).

Místní aplikace léků v masťových základech se někdy neoprávněně považuje za zastaralou a neúčinnou léčebnou metodu. Pomocí mastí lze léky vpravit do místa poranění bez nutnosti jejich celkového podávání, které má větší riziko vedlejších účinků. Dosahuje se vyšší koncentrace léku v žádaném místě. Gelová forma má chladiivé účinky. Vazokonstrikční látky mají za cíl zmenšit krvácení do poraněné oblasti, vazodilatační látky mají zvýšit prokrvení v poraněné oblasti a urychlit vstřebávání krevního výronu a nekrotické tkáně. Antikoagulační látky a fibrinolytika, zejména heparin, který má i protizánětlivé účinky, napomáhají vstřebávání hematomu. Inhibitory hyaluronidázy, např. hirudoid, urychlují fibrinolýzu (viz výše), zmenšují otok a snižují tvorbu kolagenu. Vazodilatační, antikoagulační látky a fibrinolytika nelze podávat v prvních dnech po poranění, neboť zvyšují krvácení. Dimetylsulfoxid (DMSO) snižuje citlivost periferních nervových čidel pro bolest, zvyšuje průnik heparinu v masti do kůže a transportuje léky tkáněmi. Změna reaktivity tkání má zrychlit regeneraci v oblasti poškození, současně s jeho protizánětlivými účinky. Nesteroidní antirevmatika jsou v místním používání velmi rozšířena, u nás např. Fastum gel, Flector EP, Olfen,

Ibalgin, Voltaren aj. Používá se kombinace s vazodilatačními látkami. Tato kombinace není vhodná v akutní fázi poranění s výjimkou některých forem časného křečového namožení svalu. Dráždivé látky v mastech nejsou vhodná u čerstvého poranění. fokálních infekcí apod.(Martínková, 2007, Houghlum,1998)

## **2.4. Povolení sportovní zátěže a prevence poranění svalů**

K povolení sportovní zátěže dochází obvykle po UZ kontrole kdy se sleduje přítomnost hematomu, velikosti jizvy, uspořádání a směr svalových vláken. Hodnotí se také dle typu zátěže,místa postižení svalu. Jestli se ruptura nachází v bříšku svalu, nebo blíž k úponu, kde je více vazivové části a tím i delší hojení a pomalejší návrat k plné zátěži. Důležité je také kterého svalu se ruptura týká dle typu sportu, častosti svalového poranění a tím i hledání příčiny. K povolení sportovní zátěže dochází cca 3-5 týden dle zvážení všech faktorů (Taylor, 2006)

Podstatou předcházení poranění je zabránění přetížení svalů, šlach, vazů a kloubů při sportovním tréninku. Důležitý je dobrý zdravotní stav a odstranění vyvolávajících příčin zranění a dalších spouštěcích faktorů. To znamená především respektování fyziologických zásad tréninku. Při opakujících se poraněních svalů a šlach je třeba pátrat po zdrojích infekce v organismu (fokální infekce zubů, chronické záněty krčních mandlí, červovitého výběžku slepého střeva , chlamydiové a plísňové infekci aj. Objevení příznaků přetížení při tréninku a zátěži nelze řešit podáváním léků proti bolestem a protizánětlivých léků, nýbrž úpravou tréninkové zátěže a úpravou svalové dysbalance (Tailor, 2007, Javůrek, 1982).

## **2.5.Mízní systém**

Lymfatický nebo-li mízní systém se skládá z lymfy (mízy), mízních cév a mízních uzlin. Míza je většinou bezbarvá a čirá kapalina. Svým složením se liší od krevní plazmy. Obsahuje méně bílkovin než plazma, větší množství tukových kapének ve formě mastných kyselin, cholesterol a další látky vzniklé v průběhu látkové výměny.

Složení mízy je ovšem velmi proměnlivé a je závislé na úrovni látkové výměny a typu látkové výměny určitého druhu tkáně nebo orgánu, ze kterého míza odtéká.

Do lymfy se dostávají i vitamíny rozpustné v tucích, hormony, vápník, železo, měď. Míza obsahuje lymfocyty a některé další krevní buňky.(Dylevský, 2006)

### **2.5.1.Lymfatický cévní systém**

Je tvořen lymfatickými kapilárami, které začínají slepě v prelymfatických mezibuněčných štěrbinách. Kapiláry se postupně vlévají do větších sběrných lymfatických cév, které vstupují do lymfatických uzlin.

Podle stavby stěny rozdělujeme mízní cévy do tří kategorií:”

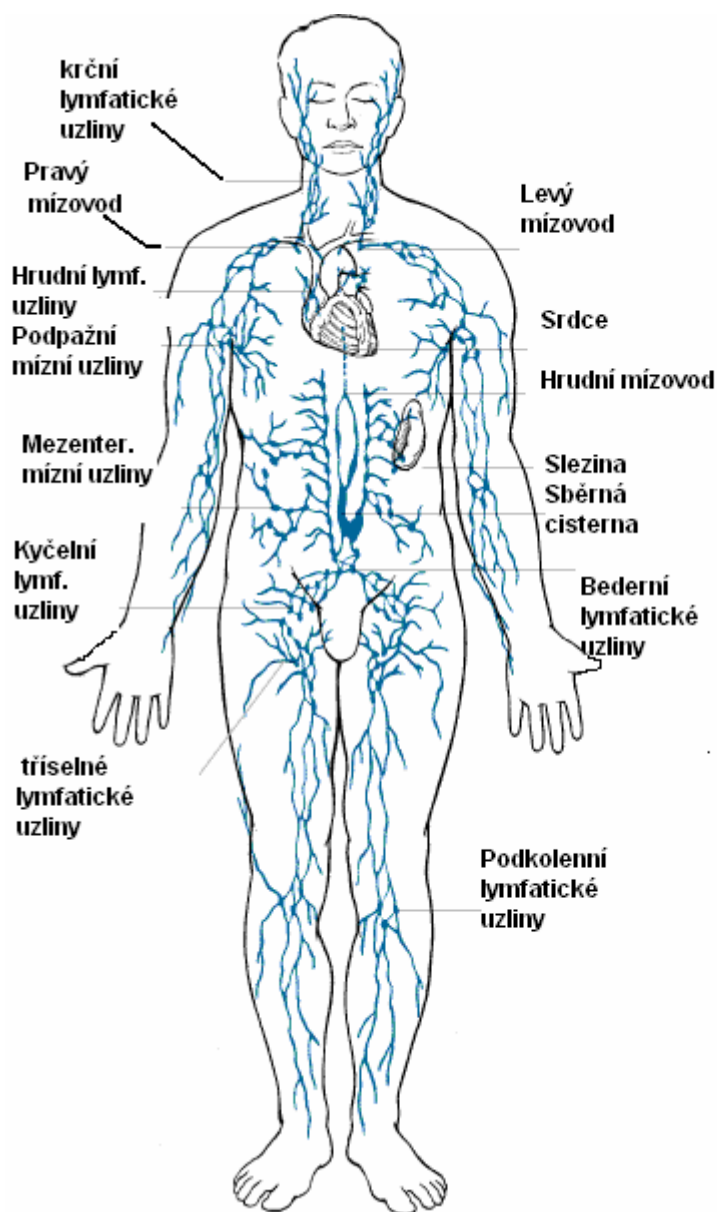
1. mízní kapiláry
2. mízní kolektory (sběrné kolektory, míznice)
3. mízní kmeny (mízovody)

Z lymfatických uzlin pak opět vystupují mízní cévy a ústí do lymfatických kmenů, které ústí do žilního systému. Lymfatické kolektory mají chlopněvý systém tvořený obvykle párem chlopní, který brání zpětnému toku lymfy. Vlastní stahy úseků lymfatických kolektorů se podílejí na jednosměrném toku lymfy. Mimo to je pohyb lymfy zajišťován filtračním tlakem a rychlostí tvorby intersticiální tekutiny z krevních kapilár, dýchacími pohyby s negativním nitrohrudním tlakem i negativním (nasávacím) tlakem velkých žilních kmenů. Svou roli v transportu lymfy hraje i kontrakce kosterních svalů a pulsace tepen v okolí mízních cév.Lymfatické cévy mají velké množství spojek jednak navzájem mezi sebou (lymfo-lymfatické), jednak s žilním systémem (lymfo-venózní). Povrchový lymfatický systém odvádí 80% lymfy. Povrchový a hluboký lymfatický systém z dolních končetin se vlévá do tříselných a pánevních lymfatických uzlin, z horních končetin do podpažních uzlin. Mezi hlubokým a povrchovým lymfatickým systémem je velké množství spojek, které se mohou uplatnit při zhoršení funkce jednoho či druhého systému. Mízní cévy nejsou vytvořeny v centrálním nervovém systému a v kostní dřeni. Drenáž těchto tkání je zajištěna jiným způsobem.(Benda, 2007,Bechyně, 1997)

### **2.5.2.Mízní uzliny**

Mízní uzlina má obvykle oválný až ledvinovitý útvar, variabilní ve svém tvaru i velikosti. Proměnlivost tvaru uzlin je vývojově dána tím, že jde v podstatě o shluky lymfatických buněk, a i tím, že na většinu chorobných podnětů reagují uzliny zvětšením. U zánětlivých stavů se sice po zhojení uzlina opět zmenšuje, obvykle ale již ne do své původní velikosti. V těle je asi 450 uzlin. Nejsou distribuovány rovnoměrně – na hlavě a krku je 60-70 uzlin, v hrudníku a na hrudní stěně asi 100 uzlin, míza z pánve a břicha protéká až 250 uzlinami.

Uzliny se skládají z kůry a z dřene a každá lymfatická uzlina má na povrchu vazivové pouzdro, ze kterého odstupují do nitra uzliny přepážky, rozpadající se v další prostorovou síť retikulárních vláken (Campisi, 1999)



Obr. č.3 Lymfatický systém (Převzato z

<http://www.geocities.com/Athens/Forum/6100/1lymphaticspic.gif>)

### 2.5.3. Fyziologie a patofyziologie mízního oběhu

Lymfatický (mízní) systém má nezastupitelnou roli v drenáži a tím i v udržování optimálních podmínek v mezibuněčném prostoru. Každá naše buňka je obklopena mezibuněčnou (intersticiální) tekutinou, ze které během látkové výměny přijímá kyslík a živiny (cukry, tuky, aminokyseliny resp.bílkoviny) a naopak do ní odvádí oxid uhličitý a produkty látkové výměny. Ty mohou mít charakter takzvaného "odpadu"

nebo sehrávají důležitou roli v ovlivnění okolních i velmi vzdálených buněk, tkání i celých orgánů. Mezibuněčná tekutina tvoří asi 16% hmoty těla. Za 24 hodin vznikne tímto způsobem cca 20 litrů mezibuněčné tekutiny avšak resorpce do kapilárního řečiště představuje pouze 18 litrů. Zbývající 2 litry mezibuněčné tekutiny musí být odvedeny lymfatickým řečištěm spolu s obsaženými bílkovinami a buněčnými elementy – především lymfocyty a makrofágy. Bílkoviny proniklé do intersticia jednak filtrací z kapilár, jednak vzniklé vlastním metabolismem buněk mohou totiž být transportovány z tohoto prostoru prakticky pouze lymfatickým systémem. Stejným způsobem jsou transportovány i částice do velikosti 20 mikrometru; viry, bakterie, nádorové buňky, tuky a cholesterol, vitamíny rozpustné v tucích, vápník, železo, měď a steroidní hormony a další látky.

S drenážně-transportní funkcí lymfatického systému úzce souvisí jeho imunologické funkce spojené s obranyschopností našeho organismu. Lymfa přitékající do uzliny omývá v kůře a dřeni přítomné bílé krvinky (lymfocyty), a předává jim skrze jiné specializované buňky (makrofágy) informace o stavu obrany v místě odkud přitéká (antigeny). S lymfou mohou do uzliny přicestovat přímo i bakterie, viry nebo nádorové buňky, které se zde, jako ve filtru, zachytí. Bílé krvinky v uzlině se začnou množit a specializovat. Některé zahájí výrobu obranných protilátek, jiné se přesunou do místa porušené obrany, kde napadnou a pohlcují bakterie, viry ale i nádorové buňky. Pokud se nepodaří včas zlikvidovat nádorové buňky vcestovalé do lymfatické uzliny, začnou tyto buňky v uzlině růst, prorazí mechanický filtr a dalším proudem lymfy jsou zaneseny do vzdálených míst a orgánů. Tak vznikají metastázy lymfatickou cestou. (Benda, 2007, Bechyně, 1997)

#### **2.5.4.Lymfedém**

Lymfedém (mízní otok) je způsoben nedostatečnou drenážní funkcí lymfatického systému. Oproti jiným otokům je pro něj charakteristická vysoká koncentrace bílkovin, které nejsou v důsledku snížené funkce lymfatického systému odstraňovány z tkání a v důsledku snížené proteolytické aktivity nejsou hromadící se bílkoviny rozkládány. Jedná se o tzv. **nízkoobjemové městnavé lymfatické selhání**.

I když nedochází ke zvýšení lymfatické nálože, nebo-li ke zvýšené tvorbě mezibuněčné (intersticiální) tekutiny, porušený lymfatický systém není schopen ani

normální množství mezibuněčné tekutiny odstranit. Lymfedém má chronický obvykle zhoršující se celoživotní průběh. Edémová tekutina bohatá na proteiny stagnuje ve tkáni. Doprava imunitních buněk do lymfatických uzlin probíhá pomalu. Patologický obraz chronického lymfedému odpovídá obrazu chronického zánětu, který je charakterizován fibrotizací měkkých tkání včetně tkáně tukové. Stázou lymfy dochází k poškození chlopní a endotelu lymfatických cév, zvyšuje se jejich propustnost, zpomaluje se tok lymfy a vznikají lymfatické (bílkovinné) zátky. Následkem prosáknutí tkání a městnajících bílkovin a fibrinu se zmnožují vazivové buňky (fibroblasty), dochází k novotvorbě krevních cév, přibývá buněk typických pro chronický zánět. Nakonec se zvětšuje počet kolagenních vláken a začíná sklerotická přestavba tkáně. Všechny tyto mechanismy se navzájem umocňují a vedou k bludnému kruhu onemocnění ( Campisi, 1999).

### **2.5.5. Povrchové lymfatické cévy dolních končetin**

Tributárními uzlinami dolní končetiny jsou uzliny v třísele – nodi inguinales superficiales a profundí. Superficiální uzliny přijímají lymfu z podkoží a kůže, hluboké ze svalů a kloubů dolní končetiny. Jsou uloženy podél tříselového vazů – horní tříselové, dále v místě kde vena saphena magna se vlévá do vena femoralis – střední tříselové a ještě kaudálněji od předcházející skupiny cca 10-15 cm pod tříselným vazem- dolní tříselové uzliny. Odtok lymfy z dolní končetiny v přehledu je následující : povrchové lymfatické cévy dolní končetiny jdou do povrchových tříselných uzlin, které se napojují v třísele na hluboké inguinální uzliny a z těchto pokračují odvodné lymfatické cévy pod inguinální vaz, kde se napojují na nodi iliaci externi a communes a v dalším průběhu až na lumbální uzliny a duktus thoracicus. Povrchové lymfatické svazky jsou dva: a) Ventromediální svazek, jehož hlavní kolektory probíhají na mediální straně končetiny podél vena saphena magna. Svazek odvádí lymfu z kůže, podkoží a z celé dolní končetiny kromě lýtka. Jde ze všech pěti prstů, pokračuje na přední a mediální stranu bérce a na mediální stranu stehna. Kolektory ústí do superficiálních inguinálních uzlin.b) Svazek dorzální je omezen jen na dorzální stranu bérce. Odvádí lymfu z paty a z dorzální strany lýtka, kde jde v jeho středu. Variabilně přijímá i větévky ze zevního



okraje chodidla a zevního kotníku. Ústí v podkolenní jámě do popliteální uzliny a napojuje se na hluboký systém lymfatických cév. Hluboké lymfatické cévy běží pod fascií mezi svaly, hlubokými cévami a nervy do inguinálních hlubokých uzlin. Eferentní cévy povrchových lymfatických uzlin se napojují na hluboké inguinální uzliny, které potom pokračují pod tříselným vazem do iliackých uzlin.(Bechyně,1997, Benda, 2007)

## **2.6. Manuální lymfodrenáž**

Manuální lymfodrenáž je řadou speciálních hmatů, prováděných velmi jemně (tlakem kolem 40 mm Hg) a pomalým tempem mobilizuje mízní tekutinu z podkoží a napomáhá transportu této tekutiny povrchových mízním řečištěm. Důležité je dbát na správnou techniku provedení speciálních hmatů, respektovat směr toku lymfy. Nácvik je velice náročný na čas i pozornost. Hmaty jsou většinou kruhové, velkoplošné i maloplošné. Smyslem lymfodrenáže je povzbuzení lymfomotoriky, zmírnění bolestivého napětí a zlepšení odtoku lymfy z postižené oblasti bez zvýšené filtrace. Manuální lymfodrenáž zvyšuje počet monocytů ve tkáních a podněcuje jejich diferenciaci v mikrofégy stimulované k fagocytóze hromadícího se abnormálního proteinu.

Zlepšení svalového zotavení po výkonu je důležitým tématem ve sportovní medicíně. Proto na toto téma byla provedena studie, aby vyhodnotila účinek manuální lymfodrenáže na průběh sérových hladin svalových enzymů po půl hodinové chůzi na běžícím pásu. Čtrnáct probandů bylo zařazeno do studie. Účastníci prošli stupněm výkonového testu na ergometru k určení individuálního anaerobního práhu . Sedm dní po chodili probandi 30 minut na běžícím pásu při rovnocenné intenzitě. Probandi byli randomizováni do dvou skupin. Jedna skupina byla léčena manuální lymfodrenáží a kontrolní skupina nebyla léčena po vytrvalostním výkonu. Schillinger zjistil, že bezprostředně po výkonu, nastal rychlý pokles laktátu dehydrogenázy (LDH) a aspartátaminotransferázy (AST). Koncentrace byla pozorována, s výrazně nižší hodnotou LDH od 48 hodin u probandů, u kterých byla provedena manuální lymfodrenáž . Hladina kreatinkinázy (CK) byla srovnatelná, tudíž nedosáhla významu. Manuální lymfodrenáž po sportovním výkonu byla spojen s rychlejším poklesem

hladiny sérových svalových enzymů. To může znamenat lepší regenerační procesy vztahující se ke strukturálnímu poškození integrity svalových buněk. (Schillinger, 2006)

Manuální lymfodrenáž je také často předepisována po operacích kotníku. Nicméně relativní účinnosti této léčby složka nebyla dosud stanovena. Proto byla provedena randomizovaná klinická studie s 23 jedinci, kteří podstoupili operaci plosky nohy. Pacienti byli náhodně rozděleni do dvou skupin: intervenční skupině 11 pacientů, kteří byli léčeni standardní fyzioterapií plus manuální lymfodrenáží a kontrolní skupině 12 pacientů, kteří byli léčeni standardní fyzioterapií, ale bez lymfodrenáže. Hlavním výsledkem bylo procento snížení přebytečného objemu měřené tektiny na chodidle. Závěr byl takový, že aplikace lymfodrenáže po operacích kotníku v kombinaci se standardním rehabilitačním cvičením, dosahuje lepšího výsledku i zlepšení výkonu. Tato studie nabízí pohled na léčbu, která může zkrátit rehabilitaci a tím i kontrolu nákladů na péči o post-operativní léčbu komplikující post-operativní otoky (Kessler, 2003).

## **3 CÍLE PRÁCE, HYPOTÉZY**

### **3.1 Cíle práce**

Zjistit vliv manuální lymfodrenáže na hojení ruptury svalu porovnáním šesti kazuistik pacientů s diagnózou svalové ruptury.

### **3.2. Hypotézy**

1. Předpokládám, že manuální lymfodrenáž urychluje regeneraci a hojení svalu po ruptuře.

## **4. METODIKA**

Diplomová práce je rozdělena na část teoretickou a část praktickou. V teoretické části diplomové práce bylo cílem rešeršní zpracování dané problematiky. V praktické části diplomové práce byly hodnoceny a porovnávány kazuistiky pacientů se svalovou rupturou, kteří byli rozděleni do dvou skupin podle provedené terapie.

Experiment byl schválen etickou komisí Fakulty Tělesné výchovy a sportu Univerzity Karlovy dne 26.6.2009 pod jednacím číslem : 0319/2009, viz.příloha

### **4.1. Charakteristika souboru**

Experiment probíhal na 6ti probandech, sportovcích (věkové rozmezí 15-37 let), kteří byli vybíráni na základě co nejvíce podobných vybraných anamnestických dat – tzn. po prodělané svalové ruptuře. Jedinci byli rozděleni do 2 skupin. První skupina byla

léčena klidem, druhé skupině byla aplikována během tří týdnů 3 x manuální lymfodrenáž odborně vyškolenou lymfoterapeutkou Janou Buřilovou. Všem šesti pacientům doktor doporučil doplněk stravy, antidetoxikační tablety Microhydrin.

#### **4.2. Měření a sběr dat**

Všechna data byla naměřena u probandů po prodělané ruptuře svalu. První snímání svalu proběhlo v akutní fázi úrazu (tzn. do pěti dnů). Dále přesně po třech týdnech absolvované terapie (manuální lymfodrenáž či léčba klidem). Výzkum byl prováděn v soukromé ordinaci MUDr. Barny Barespokon v Mařákově ulici v Praze. Snímky první skupiny byly nasnímány MUDr. Barnou, který je vyškolen v práci s diagnostickým ultrazvukem. Pracovalo se s přístrojem značky Mindray, typ BTL DC-3. Snímky druhé skupiny prováděl MUDr. Holub v nemocnici Milosrdných Sester sv. Karla Baromejského.

#### **4.3. Analýza dat a výsledky**

Porovnání snímků před a po terapiích dané skupiny a porovnání velikosti svalové ruptury mezi oběma skupinami.

## Kasuistika č.1

**Pacient : T.S. - muž**

**Věk: 22 let**

Pacient, profesionální hráč fotbalu. 2.6.2009 při fotbalovém zápase se střetl s protihráčem a při pádu po provedené maximální extenzi v pravém kolenním kloubu ucítil píchnutí v zadní straně stehna. Bolest pacient udává přibližně 5 cm nad kolenem, výrazná bolestivost v klidu i při chůzi v průběhu celého svalu, výrazný otok, dle sonografického vyšetření ruptura druhého stupně bicepsu femoris.

V roce 1999 prodělal frakturu ulny a radia na pravé horní končetině, v roce 2002 fraktura 5. metatarsu pravé nohy, v roce 2008 ruptura syndesmosy mezi tibií a fibulou, v 2006 a 2007 drobné distorze pravého hlezna.

Pacient absolvoval v minulosti fyzioterapii v místě bydliště. Po fraktuře ulny a radia mu byla aplikována magnetoterapie. Pacient necítil však žádné zlepšení. Ultrazvuk a LTV mu byl předepsán v minulosti na opakované distorze kotníku, zde udává výrazné zlepšení po terapii.



**Popis:** 37, 1 mm dlouhá a 10 mm široká ruptura m.bicepsu femoris s velkým krevním hematodem, 4 cm nad kolenní štěrbinou.(4.6.2009)

**Léčba :** Lékařem předepsané 3 x lymfodrenáže, doporučené antioxidační tablety (Microhydrin).



**Popis :** Hematom vstřebán, na ultrazvukovém snímku je patrná jizva.

**Hodnocení:** Pacient udává největší zlepšení po ledování v akutní fázi kvůli částečnému splasknutí otoku, po lymfodrenážích pociťoval spíše uvolnění. Otok trval týden, hematoma zmizel až po 3 týdnech.

Bolest pociťoval nejdříve v průběhu celého svalu, později pouze v místě úrazu, po týdnu bolest pouze při pohybu (chůze), po dvou týdnech od úrazu přetrvává bolest pouze při běhu.

Na ultrazvukovém snímku po třech týdnech je patrná jizva, nyní již bez hematoma.

## Kazuistika č.2

**Jméno :L.H. - muž**

**Věk: 15 let**

Žák základní školy, aktivní hráč fotbalového oddílu. Včera (14.5.2009) při tréninku mu protihráč kopačkou skočil na stehno pravé nohy. Pacient nemohl chodit. Během dne se bolest zmírnila a mohl na nohu došlápnout. Nohu měl v místě úrazu lehce oteklou, bez modřiny. Při tréninku ale stále pociťoval bolest, vyhledal chirurii v Říčanech. Na sonografii byl zjištěn hematoma a ruptura pravého m. quadriceps. Pacient prodělal běžná dětská onemocnění, operaci tříselné kýly v roce 1997, operaci nosních mandlí v roce 1999, byl pokousán psem do obličeje v roce 2000. Pacient měl zlomenou pravou ruku v zápěstí v roce 2008, namožené vazy v pravém kotníku r. 2005



**Popis:** Ruptura dlouhá 42, 3 mm, široká 5, 6 mm, výrazný hematoma

**Léčba :** 3 x manuální lymfodrenáž, doporučené detoxikační tablety (Microhydrin)





**Popis :** Drobná svalová ruptura délky 18,8 mm, bez náplně, bez hematomu.

**Hodnocení:** malý otok přetrvával 14 dnů, modřina již zmizela, bolest celého stehna zmizela po týdnu léčby, po třech týdnech není bolest ani při zatížení.



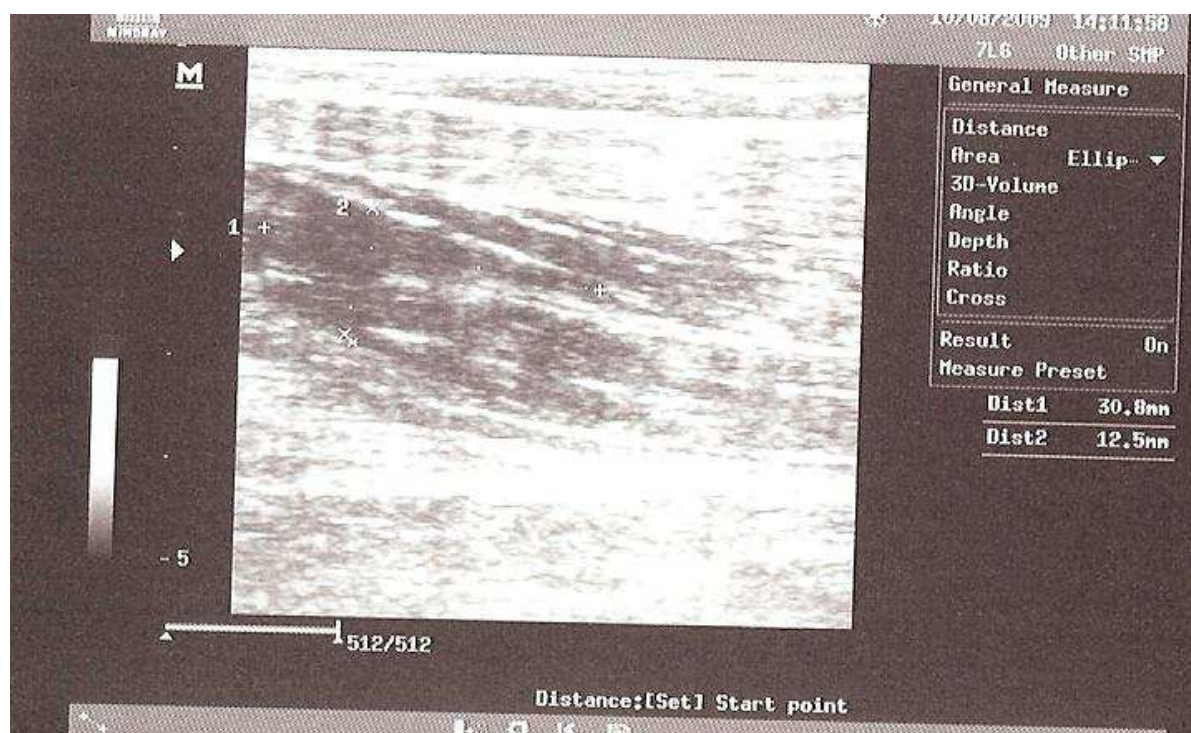
### Kasuistika č.3

**Jméno :**M.M. - muž

**Věk:** 33 let

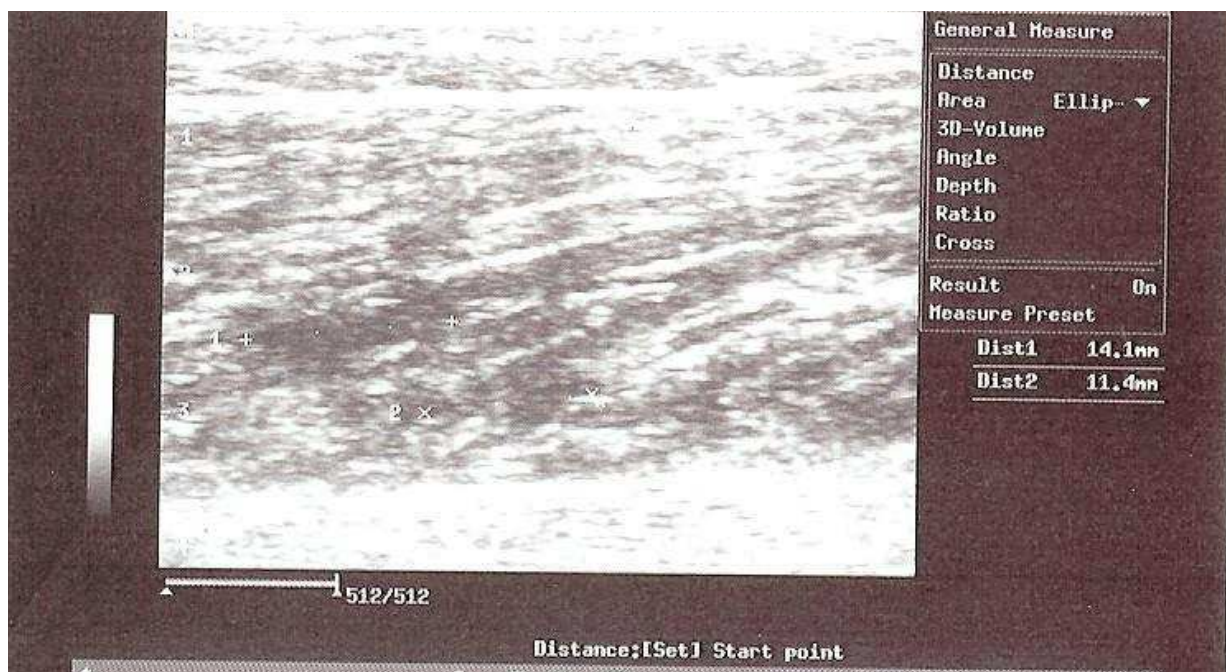
Pacient, profesionální hráč fotbalu , měl r. 2005 ultrazvukem diagnostikovanou rupturu mediální části m.soleu na LDK, po čtyřech týdnech klidové léčby se vrátil opět do tréninku. Cca před půl rokem opět při zápase došlo k ruptuře stejného svalu poblíž místa úrazu v r. 2005, následovala skoro 3 měsíční rehabilitační léčba v Jihlavě (rázová vlna, LTV). Opět se vrátil do tréninku. Před týdnem 10.5. v posledních minutách zápasu ucítil lehké píchnutí (připomínalo mu spíš křeč) na zadní straně stehna. Zápas dohrál s lehkou bolestí, po zápase ledoval, druhý den byl již bez bolesti. Včera po 30ti minutách zápasu znova ucítil stejné píchnutí na zadní straně stehna. Objevila se výrazná bolest i během chůze. Pacient užíval před rokem Wobenzym.

Trpěl v minulosti na časté výrony v kotnících bilat. a roku 2004 mu byla operována tříselná kýla, recidiva operována znova r.2005.



**Popis :** Výrazný hematom s drobnými rupturami. Velikost poškozené oblasti je 30, 8 mm dlouhá a 12, 5 mm široká

**Léčba:** 3 x manuální lymfodrenáž, doporučené antidetoxikační tablety (Microhydrin)



**Popis :** Velikost poškozené bolesti se zmenšila. Délka 14, 1 mm a šířka 11, 4 mm

**Hodnocení:** Viditelné hojení poškozené oblasti, regenerace a růst svalových vláken porušenou oblastí. Přetrvává lehký hematoma i drobné ruptury, oblast se zmenšila na 14, 1 mm na délku a 11, 4 mm na šířku. Bolest v klidu není, pouze při zatížení (delší chůze) cítí pacient bolest v místě poranění.

## Kasuistika č.4

**Jméno : J.C. -muž**

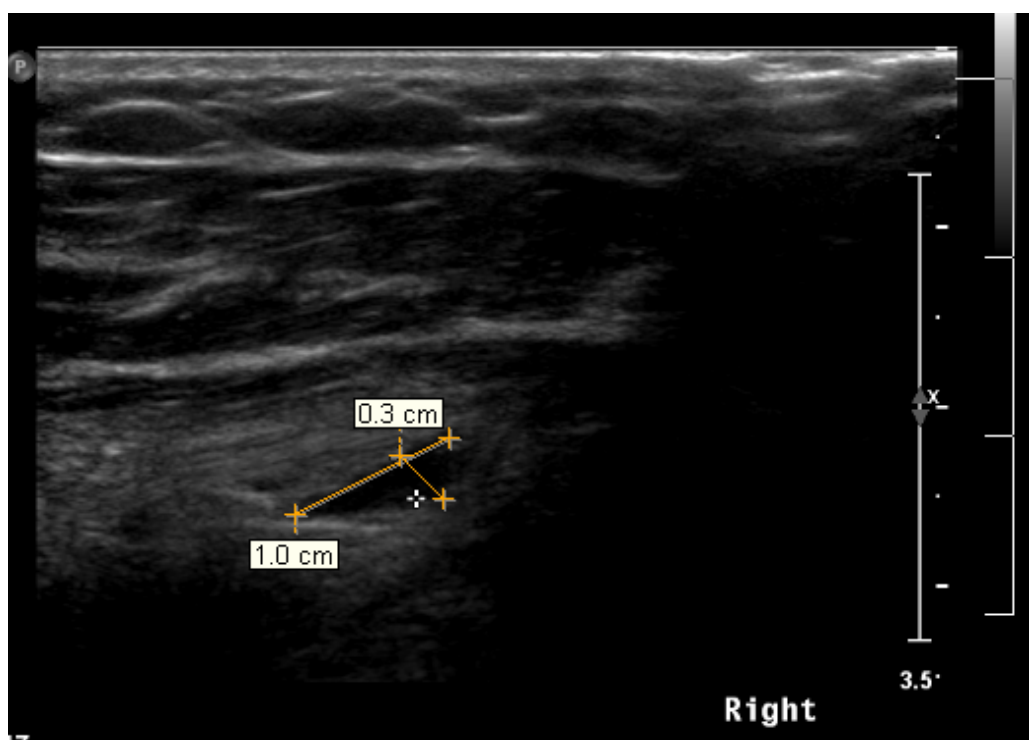
**Věk : 37 let**

Pacient, profesionální hráč fotbalu , upadl před dvěma dny při tréninku. Dnes 20.6.2009 se dostavil k ortopedické kontrole. Zranění vzniklo během tréninku, kdy upadl na nataženou HK, pocit lupnutí v pravém ramenním kloubu. Jiné trauma neguje, nezvládne elevaci HK. Nyní si stěžuje na výraznou progresi bolesti, která přetrvává i v klidovém režimu.

V oblasti akromioklavikulárního skloubení je výrazná palpační bolest palpačně bez známek traumatu, prokrvení a cití prstů dobré. Tep a. radialis je hmatný.

RTG pravého ramenního kloubu: Zachycený skelet je bez traumatických změn.

Postavení v ramenním i AC kloubu je správné, nad velkým tuberem jsou v měkkých tkáních 3 nepravidelné obláčkovité kalcifikace velikosti cca 5 mm, nejspíše v rámci artritidis humeroskapularis či porušení rotátorové manžety. Ode dne úrazu pacient užívá několikrát denně ibalgin proti bolesti. Lékařem navržena klidová terapie včetně imobilizace ortézou.



**Popis :** Ruptura v dlouhé hlavě m.biceps brachii. Velikost 10 mm a šířka 3 mm.

**Léčba:** klidová terapi, doporučené antidetoxikační tablety (Microhydrin)



**Popis :** Trhlina m.biceps brachii. Velikost 5mm a šířka 2 mm

**Zhodnocení :** Na ostatních snímcích (zde neuvedených) jsou viditelné četné kalcifikace. Pacient pociťoval akutní bolest prvních deset dní, nyní bolí pacienta HK jen při pohybech do krajních poloh. Je omezena pohyblivost v ramenním kloubu.

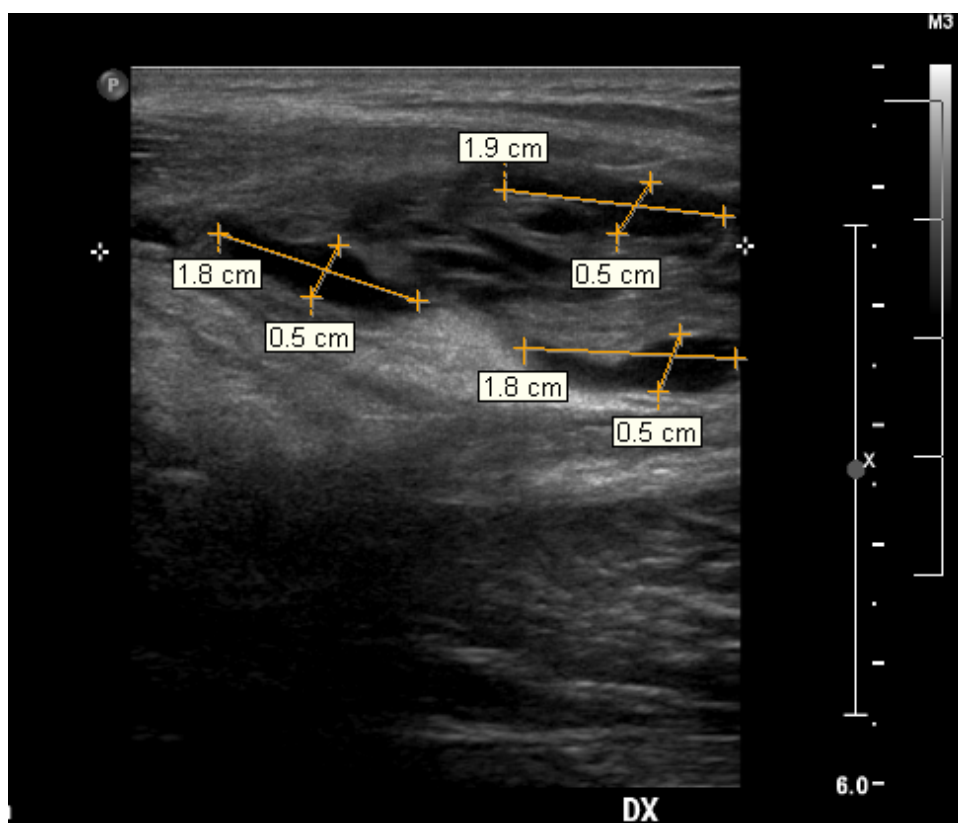
## Kasuistika č.5

Jméno :S.M.. -muž

Věk : 27 let

Pacient, profesionální hráč fotbalu je po úrazu pravého m.quadriceps femoris v květnu r.2009, potvrzeno diagnostickým ultrazvukem jako svalová ruptura a léčen na poliklinice Prahy 7, léčen klidovým režimem bez medikace. Pacient udává hojení cca 6 týdnů. Včera 9.7.2009 kdy začal trénovat pocítl cca 30 minut po začátku tréninku při střelbě míčem píchnutí s přeskočením, následně vzniknul otok a lokalizovaná bolest s omezenou hybností do extenze v kolenním kloubu. Dnes výrazný otok a indurace v oblasti proximální části m. rectus femoris l.dx. Funkce je zachována, svalová síla je snížena (svalový test dle Jandy č.4).

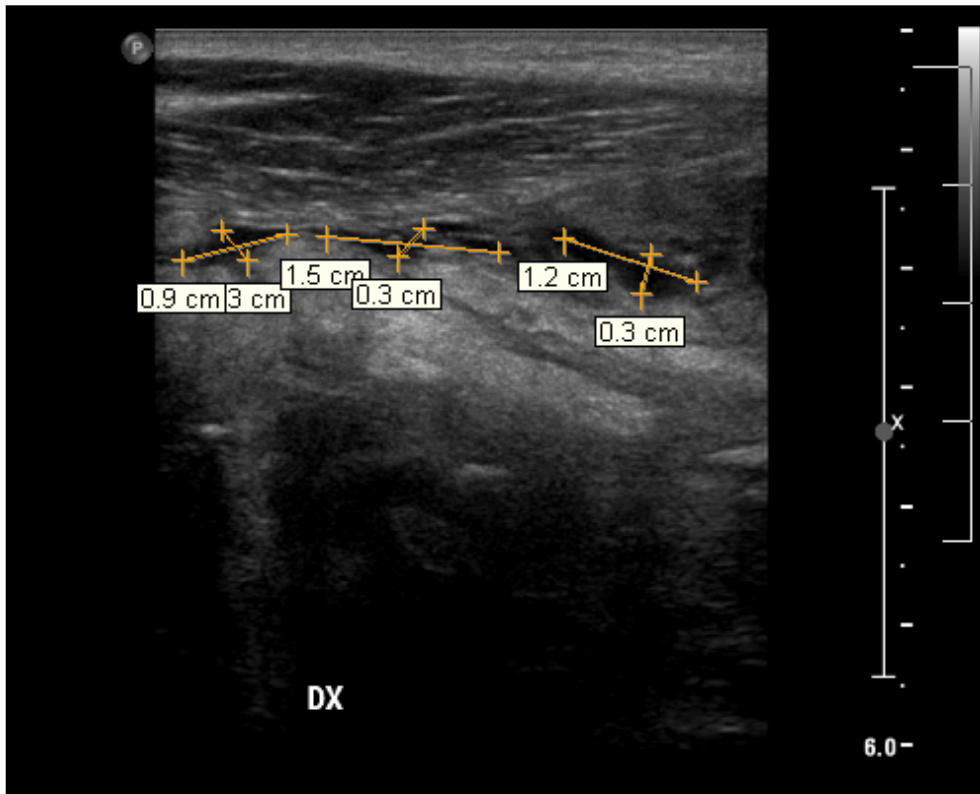
Na kůži není viditelný hematoma. Není hmatný defekt svalu, spíše palpují vyklenutí svalů.



**Popis:** Tři svalové ruptury v m.rectur femoris l.dx. Velikost sv. ruptur je (18mm, šířka 5mm), (19 mm, šířka 5mm), (18 mm, 5 mm), subfaciálně uložený hematoma.

**Léčba:**klidová terapie , doporučené antidetoxikační tablety (Microhydrin).





**Popis:** Hematom vstřebán, ruptury velikosti (9mm, šířka 3mm), (15mm, 3mm)  
(12mm, šířka 3mm)

**Hodnocení:** Hematom zmizel za dva týdny. Pacient pociťuje bolest pouze při delší chůzi.

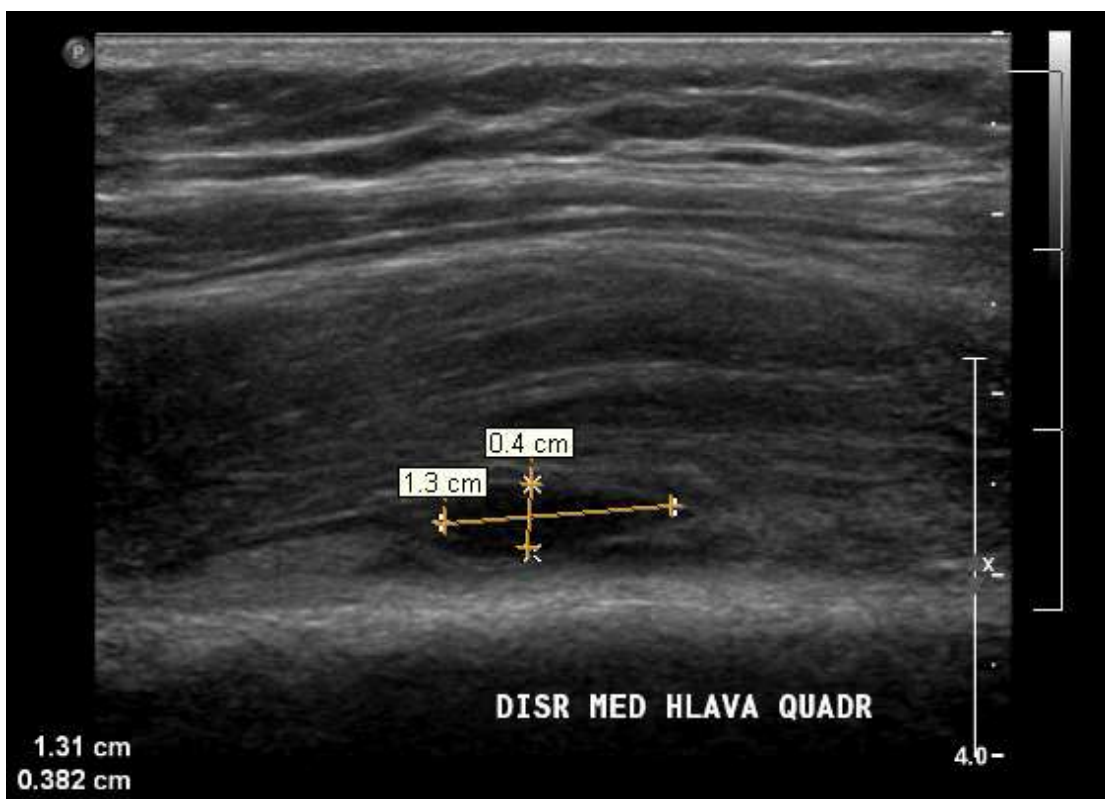
## Kasuistika č.6

**Jméno :M. R. - žena**

**Věk : 34 let**

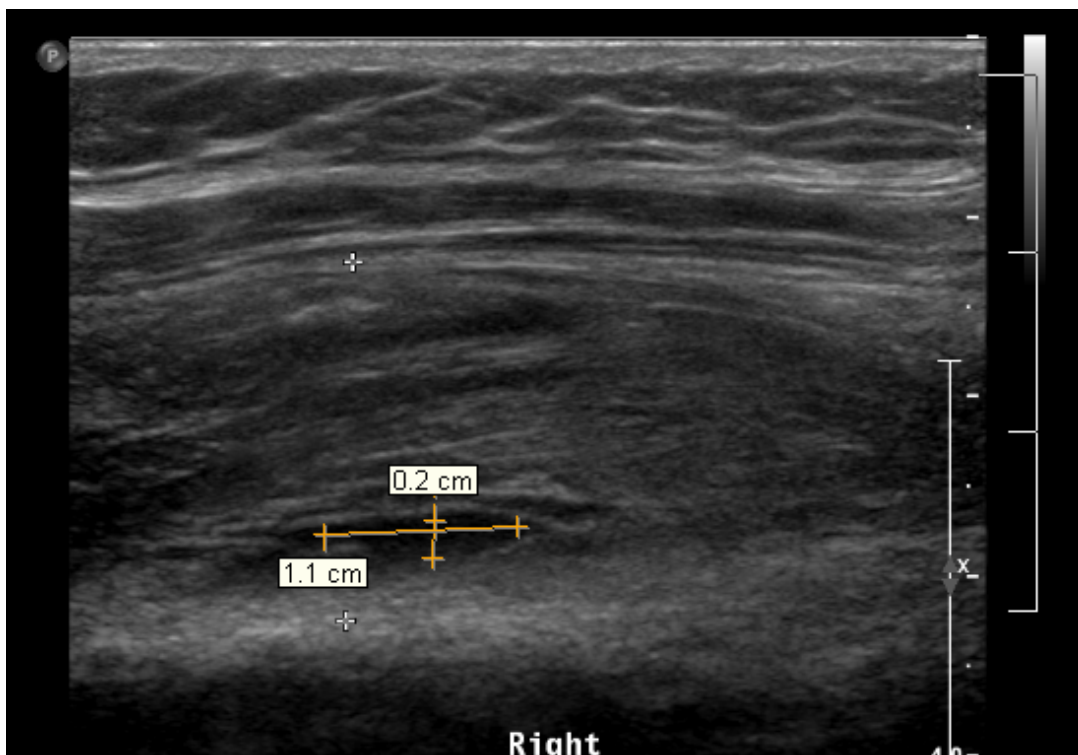
Pacientka má léta cholecystolithiázu, nemívala větší potíže, až před třemi týdny kolika se známkami cholecystitidy. Léčena Augmentinem. Pacientka je aktivní hráčka golfu. Po léčbě antibiotiky se snažila vrátit do kondice. Po půl hodinovém běhu v přírodě ji začalo bolet v pravé noze nad kolenem. Při bandážování se bolest zmírnila, ale při další zátěži výrazné zhoršení.

Pacientka měla již poranění kolene minulý rok (2008) tehdy s normálním nálezem na RTG



**Popis :** distální ¼ vastu intermedius je rozšířena , svalová ruptura v med. hlavě m..quadriceps., v suprapatelární burze je zmnožená tekutina náplň je i v mediálním recesu (není na tomto snímku )

**Léčba:** klidová terapie, doporučené antidetoxikační tablety (Microhydrin)



**Popis :** Stále drobná ruptura m.quadriceps velikosti 11mm a 2 mm.

**Hodnocení :** Pacientka po dvou týdnech bez bolesti, nemá problém ani při lehkém zatížení. Při chůzi si pro jistotu nohu tejuje.



### 4.3.1 Hodnocení svalových ruptur

Pacient		délka[mm]	šířka[mm]
Kazuistika 1	před	37,1	10
	po	0	0
	<b>rozdíl</b>	<b>37,1</b>	<b>10</b>
Kazuistika 2	před	42,5	5,6
	po	18,8	0
	<b>rozdíl</b>	<b>23,7</b>	<b>5,6</b>
Kazuistika 3	před	30,8	12,5
	po	14,1	11,4
	<b>rozdíl</b>	<b>16,7</b>	<b>1,1</b>

Pacient		délka [mm]	šířka [mm]	délka 2	šířka 2	délka 3	šířka 3
Kazuistika 4	před	10	3				
	po	5	2				
	<b>rozdíl</b>	<b>5</b>	<b>1</b>				
Kazuistika 5	před	18	5	19	5	18	5
	po	9	3	15	3	12	3
	<b>rozdíl</b>	<b>9</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>2</b>
Kazuistika 6	před	13	4				
	po	11,1	2				
	<b>rozdíl</b>	<b>1,9</b>	<b>2</b>				

### 4.3.2. Hodnocení kazuistik :

U prvního pacienta jsem zaznamenala na kontrolním snímku největší rozdíl velikosti svalové ruptury oproti snímku vytvořeném těsně po zranění. V akutní fázi byl zde viditelný výrazný otok a hematom, který se po třech týdnech vstřebal. Velikost ruptury se stáhla a začala se tvořit jizva. Ruptura se zmenšila o 37,1 mm. U pacienta č.2 bylo také pozorováno výrazné zlepšení, kdy velikost ruptury se zmenšila o 23,7 mm a šířka o 5 mm. Pacient byl bez bolesti po jednom týdnu, do tréninku se i na lékařovo upozornění vrátil po třech týdnech. U těchto dvou pacientů se zdá být nejvýraznější hojení v zánětlivé a proliferační fázi. V zánětlivé fázi, která probíhá mezi druhým a pátým dnem, kdy se zapojuje do procesu regenerace kolagen III typu a v proliferační, kde by v případě nesprávné léčby mohlo dojít k neuspořádané orientaci svalových

vláken a vzniku nekvalitní tkáně. U třetího pacienta byl viditelný úbytek hematomu a svalové ruptury o 16,7 mm. Na snímku je dobře viditelná tvorba nových svalových vláken v místě poranění, hojení ruptury je však pomalejší. Pacienty první skupiny provázal během zranění výrazný otok, který vzniká na základě probíhajícího zánětu v době regenerace. Tím, že otok vzniká na základě zvýšené permeability cév a přítomností substancí blokující lymfatické cévy, je možný právě v tomto období nejméně výraznější vliv manuální lymfodrenáže na hojení svalové ruptury.

U druhé skupiny pacientů léčených klidem byl u pacienta č.4 jako jediném, i po třech týdnech zjištěn omezený rozsah pohybu v daném kloubu. Byl ovšem také jediný u kterého byla diagnostikována svalová ruptura na HK, což mohlo mít vliv na odlišnou rychlost regenerace vzhledem k ostatním pacientům. V případě postižení ramenního kloubu u tohoto pacienta by mohlo také docházet k pomalejšímu stažení svalové ruptury. Ruptura dlouhé hlavy bicepsu se po třech týdnech zmenšila o 5 mm. U pacienta č.5 byly zobrazeny tři svalové ruptury v m. quadriceps femoris, které se dobře hojily. Po dvou týdnech zmizel hematoma a průměrně se velikost ruptur zmenšila o 6 mm. U pacientky č.6 byla ruptura nalezena v m. quadriceps femoris, zde jsem zpozorovala nejpomalejší hojení kdy pacientka byla po třech týdnech téměř bez bolesti, svalová ruptura se však zmenšila pouze o 2mm. Zde předpokládám výrazný vliv předešlé léčby antibiotiky i možný negativní vliv dlouhodobého onemocnění na dobu regenerace svalu.

Pacienty druhé skupiny neprovázal tak výrazný otok, který vzniká na základě probíhajícího zánětu v době regenerace.

K úspěšné opravě poškozeného svalu dochází při vzájemné rovnováze regenerace svalových vláken a růstu pojivové tkáně. Tato rovnováha je často porušena vznikem fibrózy, proto by bylo vhodné ještě další snímání všech pacientů v delším časovém úseku pro její kontrolu.

## 5 DISKUZE :

Ve své diplomové práci jsem se zabývala vlivem manuální lymfodrenáže na hojení svalových poranění. Účinek manuální lymfodrenáže byl zjišťován mnoha studiiemi.

Schillinger například vyhodnotil účinek manuální lymfodrenáže při zotavení po sportovním výkonu. Udává, že manuální lymfodrenáž je spojena s rychlejším poklesem hladiny sérových svalových enzymů, zejména laktátu dehydrogenázy. To může znamenat lepší regenerační procesy vztahující se ke strukturálnímu poškození integrity svalových buněk (Schillinger, 2006). Dle Kesslera kombinace manuální lymfodrenáže se standardním rehabilitačním cvičením dosahuje lepšího výsledku i zlepšení výkonu u pacientů po operaci kotníku, kdy hlavním výsledkem v Kesslerově studii bylo velké procento snížení objemu měřené tekutiny na chodidle (Kessler, 2003). Podobný výsledek udává i Váchová, která se však zabývala účinkem manuální lymfodrenáže u pacientů po resekci tumoru, exstirpaci lymfatických uzlin a lymfatických cév hlavy a krku. Žíly jsou doprovázeny lymfatickými cévami a mohou být při resekcích výkonech též odstraněny. Tím je narušena povrchová i hluboká drenáž krku, obličejové dutiny ústní a výsledkem je vznik lymfedému. Váchová na jednotlivých kazuistikách pacientů po exstirpaci potvrzuje a vyhodnocuje výrazný účinek manuální lymfodrenáže, kdy po dvou týdnech byl u každého pacienta hodnocen úbytek otoku (Váchová, 2008).

Pozitivní účinek manuální lymfodrenáže byl patrný také u mnou hodnocených pacientů. Zejména v první skupině pacientů byl viditelný účinek léčby, kde se po třech týdnech výrazně snížil otok i hematom oproti skupině pacientů léčených klidem. Nemohu však hypotézu č.1 kdy předpokládám, že manuální lymfodrenáž urychluje regeneraci a hojení svalu po ruptuře, stoprocentně potvrdit, jelikož je mnoho faktorů, které ovlivňují výslednou dobu hojení.

Účinek manuální lymfodrenáže může být ovlivněn také počtem lymfatických uzlin jednotlivce. Kdy ve studiích lymfatického systému novorozence křavy bylo objeveno menší množství mízních uzlin. Zřetelné morfologické rozdíly byly nalezeny také Andrewem and Andrewem (1948) mezi lymfatickou tkání mladých a starých zvířat Lahoute ve své publikaci přikládá velkou váhu věku pacientů při poranění kosterních

svalů. Při stárnutí kosterních svalů dochází postupně ke ztrátě svalové hmoty, úbytku kvalitní a funkční vlastnosti svalu. Pokles kvality svalu je charakterizován přítomností intramuskulárního tuku, fibrotizující tkáně a je snížen regenerační potenciál svalu (Lahoute, 2008). Regulace svalové hmoty závisí na jemné rovnováze mezi syntézou bílkovin a degradace proteinů, které jsou ovládány různými růstovými faktory (Schiaffino, 2007). Dle Bracka věk snižuje regeneraci svalů a je spojen s poklesem funkce satelitních buněk nesouvisí však s jejich počtem (Brack, 2007). Věkové rozmezí pacientů se svalovou rupturou, které jsem sledovala nebylo velké, potvrdila se však rozdílně dlouhá doba hojení svalové ruptury u nejmladšího probanda, které mu bylo 15 let oproti 33letému probandovi ze skupiny léčené manuální lymfodrenáží, kdy u mladšího se za tři týdny vstřebal otok i hematoma a pacient byl bez bolesti, oproti 33letému, u kterého i po třech týdnech přetrvával menší hematoma a pacient udával stále bolest v místě poranění. V žádné literatuře není popsán přesný počet aplikací manuální lymfodrenáže, který by byl nejvhodnější v léčbě svalových poranění. Důležité je však nechat alespoň 1-2 dny pauzu mezi jednotlivými manuálními lymfodrenážemi aby mízní systém měl dostatek času k odstranění odpadních látek z těla.

Dalším faktorem ovlivňující dobu hojení může být výskyt svalového zranění v minulosti a časté recidivy poranění, které jsou u sportovců časté. U mnou zkoumaných probandů byla tato zranění u všech jednotlivců a v některých případech se svalová poranění vyskytla opětovně na stejném svalu.

K diagnostice svalových ruptur se používá nejen zobrazovacích metod jako je ultrazvuk a magnetická rezonance, ale i vyhodnocení nesespecifických svalových markerů. Zobrazovací vyšetření jsou vynikající pro odhalení a potvrzení II. a III. typu svalové léze. Nicméně, léze I. třídy často nelze potvrdit těmito technikami. Stupeň I. léze má vyšší úroveň rychlého typu myosinu než pomalého typu s velmi malým zvýšením hladiny kreatinkinázy. II. a III. typ léze má vysokou hodnotu, jak rychlého tak i pomalého myosinu. Hodnocení rychlého a pomalého typu myosinu v krvi po 48 hod úrazu je užitečným pomocníkem pro zjištění I. typu léze (Bruckner, 2007).

Schopnosti a výhody zobrazování diagnostickým ultrazvukem byly zjišťovány mnoha studii. Liber upozorňuje na velkou výhodu zobrazování kosterního svalu diagnostickým ultrazvukem k získání podrobných informací o dynamických vlastnostech svalu, změnách tvaru kosterního svalu při kontrakci a zobrazení objemu

svalu. V minulosti byla znalost kosterních svalu založena na zkoumání mrtvých exemplářů či biopsii, kde nebylo možno sledovat změny v důsledku kontrakce svalu (Liber, 2000). Aagaard et al používal ultrazvuk k měření reakce svalu na silový trénink a její změny na architekturu kosterního svalu (Aagaard, 1997). Hyo-Sung sledoval pomocí diagnostického ultrazvuku 22 pacientů, kterým bylo provedeno vyšetření pomocí US bezprostředně po úrazu. U sedmi pacientů byla zjištěna částečná ruptura mediální hlavy m. gastrocnemiu u zbylých 15 bylo diagnostikováno kompletní prasknutí svalu. Hyo- Sung zjistil, že významně větší hematoma se nachází u všech kompletních ruptur oproti všem částečným. Udává proto ultrasonografii jako vhodnou zobrazovací metodu pro diagnostiku a následné vyšetření pacientů s rupturou mediální hlavy m. gastrocnemiu. U impingement syndromu Forot zjistil, že často využívané klinické testy nestačí k vyšetření poruch rotátorové manžety a musí být vždy doplněny o zobrazení pomocí ultrasonografu. (Forot et al., 2009). Connel porovnával kvalitu zobrazení mezi magnetickou rezonancí a diagnostickým ultrazvukem. Snímáno bylo svalové poranění hamstringů u profesionálních hráčů fotbalu 3 dny, 2 týdny a 6 týdnů po prodělaném poranění. 60 sportovců bylo do tří dnů od prodělaného poranění nasnímáno a při potvrzení svalového poranění byli nasnímáni opět po dvou a šesti týdny magnetickou rezonancí i ultrasonografií. Studie byla zaslepaná a vyhodnocení snímků prováděli dva radiologové. Sledované byly tři parametry: velikost svalového poranění v milimetrech, poškozená plocha v procentech a velikost hematomu. Ve výsledcích se zobrazilo zranění na MRI výrazně větší ve všech třech časových intervalech. Connel došel k závěru že ultrasonografie je stejně užitečná jako MRI k zobrazení akutního poranění hamstringů. Tím, že je ultrasonografie finančně dostupnější, může být u svalových poranění upřednostňována, MRI je však citlivější k zobrazování hojení svalového zranění. A tudíž silným predikátorem k určení doby vrácení sportovce do tréninku. Přesné zobrazení a vyhodnocení svalového poranění považuje Connel za důležité k určení správné léčby a k předvídání časového rozmezí po kterém se může sportovec vrátit do tréninku (Connel, 2004)

Další faktor, který mohl ovlivnit mé výsledky spatřuji v tom, že každou skupinu pacientů měřil pomocí diagnostického ultrazvuku jiný lékař. Snímky první skupiny jsem získala v tištěné podobě a do své diplomové práce jsem je okopírovala. Snímky druhé

skupiny jsem získala na CD, tudíž jsem si mohla v lékařském programu na zobrazování diagnostických ultrazvuků přeměřit velikost ruptury pro kontrolu.

Dle Lenta je u hodnocení ultrasonografických snímků jeden z předpokladů správného ohodnocení vzdělanost lékaře (Lento, 2007) Dle Vargase při široké znalosti fyzikálních principů diagnostického ultrazvuku dochází k správnému rozeznání artefaktů a nemůže tím dojít k stanovení chybné diagnózy(Vargas, 2008).

Různý mechanismus úrazu a odlišné svaly, které byly poraněny u mých pacientů, mohou také ovlivňovat výslednou dobu hojení.

Mnoho studií se zabývá účinkem různých druhů terapie svalového poranění. Ukázalo se například, že laserová terapie moduluje biochemické procesy, zejména zvýšením mitochondriální respirace a syntézou ATP, což podle Silveira (2009) urychluje hojení kosterního svalu. Cressoni se zabýval účinky laserové terapie na regeneraci poraněného m.tibialu anterior po chirurgické opravě svalu.. Zjistil, že v průběhu akutní zánětlivé fáze zranění, účinky laseru působí protizánětlivě, snižují počet leukocytů v místě poranění a urychlují regeneraci pojivové tkáně.(Cressoni, 2008).K ověření účinnosti laserové terapie byla provedena také kontrolní studie na potkanech, kdy jim byla po fyzické zátěži vyvolána ruptura m.gastrocnemiu. Kontrolní skupina nepodstoupila po prodělaném zranění laserovou terapii. U této skupiny byl výrazný zánět a zvýšila se zde aktivita kreatinkinázy. U laserem léčené skupiny potkanů byla prokázána inhibice zánětu a velké snížení kreatinkinázy 48 hodin po úrazu. Touto studií byly potvrzeny léčebné účinky laserové terapie a schopnost snižovat zánětlivé procesy v kosterním svalu. Účinek ultrazvukové terapie během zánětlivé,poliferační fáze a fáze přestavby spočívá ve stimulaci nebo zvyšování účinku jednotlivých fází a tím zvyšuje efektivitu hojení svalového poranění(Watson and Young, 2008) To znamená, že hojí-li se tkáň „normálně“ je možné dosáhnout aplikací ultrazvukové terapie konečného bodu v procesu hojení rychleji, než bez jakékoliv terapie.(Neussbam, 1998). Gan došel ke stejnému závěru, když testoval účinek ultrazvuku na hojení chirurgicky řešené tržné rány v myotendinózním spojení. Prokázal vlivem ultrazvuku snížení zánětlivé infiltrace kolem místa poranění a zjistil, že výraznější účinek je v časně aplikaci ultrazvuku (od 7 dní po operaci) než v delším časové úseku (od 42 dní po operaci)(Gan,1995). Baker v roce 2001 provedl rozsáhlé zkoumání provedených ultrazvukových studií a zjistil , že existuje málo důkazů o tom, že aktivní terapeutický

ultrazvuk je účinnější než léčba placebo ultrazvukem u léčby bolesti či podpory hojení měkkých tkání. Další terapií používanou v léčbě svalových poranění je rázová vlna. Přesný mechanismus terapie rázové vlny zůstává neznámý. Na základě výsledků studií na zvířatech se zdá, že mechanismus rázové vlny první stimuluje angiogenezi související s růstovými faktory, poté způsobuje lepší prokrvení, zvyšuje proliferaci buněk a regeneraci tkání šlachy svalů nebo kostních tkání. Vzestup markerů angiogeneze byl u léčby rázovou vlnou zjištěn již za jeden týden po svalovém poranění a trval zhruba 8 týdnů, zatímco neovaskularizace byla zjištěna v průběhu 4 týdnů a přetrvávala po dobu 12 týdnů nebo déle spolu s proliferací buněk. Tato zjištění podporují klinická pozorování, že efekt terapie rázovou vlnou, se zdá být závislý na dávce a zlepšení symptomů v čase. Další informace, včetně buněčné a molekulární změny po léčbě rázovou vlnou jsou potřebné pro další objasnění mechanismu terapie rázové vlny v pohybovém aparátu. Další běžně využívanou terapií u svalových poranění je ledování. Bylo zjištěno že léčba ledováním snižuje otoky, bolestivost v průběhu zánětlivé reakce po prodělaném zranění. Dolan toto potvrdil ve studii provedené na krysách, kdy měřil objem dolních končetin po chladové terapii. Šestnácti krysám bylo provedeno traumatické poškození na dolních končetinách. Krysy byly rozděleny do dvou skupin. První skupině byly čtyřikrát po dobu 30ti minut ponořeny dolní končetiny do ledové vody, druhá kontrolní skupina nebyla léčena. Dolan zjistil, že objem dolních končetin po terapii byl výrazně nižší než u kontrolní studie a tímto potvrdil, že ponořování končetin do vody o teplotě 13 - 15°C je účinné při omezování otoku na dolních končetinách způsobené traumatickým poškozením. (Dolan, 2008) Bleakley uvedl, že intermitentní aplikace ledu, může zvýšit terapeutický účinek a ulevuje od bolesti po akutním poškození měkkých tkání. (Bleakley, 2007) Bylo zjištěno ve srovnávacích studiích, že kontinuální kryoterapie byla spojena s velkým snížením bolesti a obvodů končetin po operaci, než občasná kryoterapie. Autoři udávají že ledování je účinnější než běžná rehabilitace pouze s ohledem na bolest, otok a rozsah pohybu v kloubu. Led spojený s kompresí porušeného svalu měl výraznější účinek pokud jde o snižování bolesti než led samostatně. Kromě toho, led, komprese a placebo injekce snižuje bolest více než pouze samotná placebo injekce. Na základě dostupných důkazů, kryoterapie se zdá být efektivní při snižování bolesti. Přesný účinek kryoterapie na akutní poranění nebyl však plně objasněn. Tím, že většina pacientů přišla se svalovým

poraněním den, či dva po úrazu, předpokládám, že někteří pacienti k potlačení bolesti a otoku postižené místo ledovali. Tím se také změnily okolnosti a možná i doba hojení svalu.

V neposlední řadě bych upozornila na užívání doplňku stravy-antidetoxikačních tabletek (Microhydrin) všemi pacienty. Ty jim byly po úraze doporučeny ošetřujícím lékařem a též mohly částečně ovlivnit údaje v mé práci.

Dle Morla (1968) aktivní fyzioterapie (LTV) v léčbě svalového poranění je vždy výhodnější než pasivní. Pasivní léčbou se nikdy nedocílí potřebného prokrvení dané končetiny. Aktivní fyzioterapeutická léčba je lepším prostředkem k zesílení atrofického svalstva, rozhýbání ztuhlých kloubů, lepší prokrvení tkání a podpora látkové přeměny. Různé typy fyzikální terapie mají jen podpořit účinek aktivní rehabilitace pacienta, zlepšit látkovou přeměnu a výživu svalových tkání.

U jednotlivých výše uvedených druhů fyzikální terapie, byl zjištěn pozitivní účinek v různých fázích hojení. Tudíž předpokládám, že manuální lymfodrenáž, která se osvědčila u mnou pozorovaných pacientů, spolu s těmito typy fyzikální terapie zkracuje celkovou dobu hojení a je vhodnou kompletní léčbou svalových poranění.



## 6 ZÁVĚR

Hlavním cílem mé diplomové práce bylo ověřit vliv manuální lymfodrenáže na hojení svalu. Po zhodnocení šesti kasuistik mohu potvrdit, že u pacientů léčených manuální lymfodrenáží se v akutní fázi lépe vstřebává otok i hematoma. Výrazně kratší doba hojení byla u nejmladších probandů léčených manuální lymfodrenáží. Nelze však vzhledem k malému počtu probandů a dalším negativním faktorům, uvedených v diskuzi určit, zda manuální lymfodrenáž přímo ovlivňuje hojení svalové ruptury a výsledky brát jako obecně platné. Tato diplomová práce by mohla být námětem na další rozsáhlejší zkoumání manuální lymfodrenáže a jejích účinků na hojení svalových poranění.

## **7 SEZNAM ZKRATEK :**

AC – akromioclavikulární kloub

ADP – adenzindifosfát

AST – aspartátaminotransferáza

ATP – adenzintrifosfát

CG – control group (kontrolní skupina)

CK – kreatinkináza

CNS – centrální nervový systém

CP - courant modulé en courtes périodes (proudy střídající se v krátké periodě)

CT – computer tomography

DD – diodynamické proudy

DMSO – dimethylsulfoxid

FG - fast glykolytic

FOG - fast oxidative glykolytic

GIT - gastrointestinální trakt

HK – horní končetina

IAT – individuální aerobní práh

LDH - laktát dehydrogenázy

LDK – levá dolní končetina

l.dx. – latera dextra (pravá strana)

LP – courant modulé en longues périodes (proudy střídající se v dlouhé periodě)

LTV – léčebná tělesná výchova

ML - manuální lymfodrenáž

MR – magnetická rezonance

MRI – magnetic resonance imaging

RTG – radioizotopový termoelektrický generátor

RHB – rehabilitace

SO - slow oxidative

US – ultrasonografie

UZ - ultrazvuk

## 8 SEZNAM LITERATURY :

AAGAARD, P, ANDERSEN JL.: *A mechanism for increased contractile strength of human pennate muscle in response to strength training: changes in muscle architecture.* *J Physiol.* 2001;534:613–623. doi: 10.1111/j.1469-7793.2001.t01-1-00613.

AMBLER, Z.: *Neurologie pro studenty lékařské fakulty.* 4. vyd. Praha: Karolinum, 2002. 399 s. ISBN 80-246-0080-3

BARNA, M.: *Přednášky: Léčba ruptury svalu..* FN Motol, 2007.

BECHYNĚ, M., BECHYŇOVÁ, R., *Mízní otok- lymfedém, komplexní terapie.,* Phlebomedica, Praha 1997

BENDA, K., BENDOVÁ, M., *Lymfedém- komplexní fyzioterapie, lymfodrenáže a doplňující léčebná péče.* 1.vyd. Brno, NCO NZO, 2007

BLEAKLEY, C. et al.: *The use of ice in the treatment of acute soft-tissue injury: a systematic review of randomized controlled trials.* *Am J Sports Med.* 2004;**32**:251–261. doi: 10.1177/0363546503260757.

BRACK, AS, et al. *Increased Wnt signaling during aging alters muscle stem cell fate and increases fibrosis.* *Science.* 2007;317:807–810.]

BRUKNER, P., KHAN, K. with colleagues,; *Clinical sports medicine,* Australia : Mc Graw- hill Australia, ISBN 0 074 71520 8

BRUNELLI, S. et al.: *Msx2 and necdin combined activities are required for smooth muscle differentiation in mesoangioblast stem cells.* *Circ. Res.,* 2004, 94:1571–1578

CAMPISI, C., *Lymphedema: modern diagnostic and therapeutical aspects.* *Inter.Angiol.,* 18, 1999, pp.14-24

- CAPKO, J. : *Základy fyziatrické léčby*. Praha : Avicentrum, 1998, ISBN 8071693413
- CONNEL,D.: *Longitudinal study comparing sonographic and MRI assessments of acute and healing hamstring injury*, Biophys J. 1998;75:2971–2983. [
- CRESSONI, MD.: *The effect of a 789nm AlGalnP laser on the regeneration of rat anterior tibialis muscle after surgically induced injury*.Department of physioterapy, Brazil
- CURTIN, N., DAVIES, RE. *Cold Spring Harbor Symp Quant Biol*. 1973;37:619–626
- DEPONTI, D., FRANCOIS, S. , BAESSO, S., SCIORATTI, C.: *Necdin mediates skeletal muscle regeneration by promoting myoblast survival and differentiation*, Journal of Cell Biology, v.179(2); Oct 22, 2007
- DIETRICH, S.F.: *Ultrasonografie, Equilibria*, 2008 brožovaná vazba, ISBN (EAN): 9788089284207
- DOLAN M.G, THORTON,R.M,: *Effects of cold water immersion on edema formation after blunt injury to the hind limbs of rats*. J Athl Train. 1997;32(3):233–237
- DUNGL, P. a spol. *Ortopedie*. Praha: Grada, Avicium, 2005.ISBN 80-247-0550-8
- DYLEVSKÝ, I., JEŽEK, P.: *Základy kineziologie – elektronická kniha*. ATVS Palestra, Praha 2004
- DYLEVSKÝ, I. *Obecná kineziologie*. Praha: Grada, 2007. 192 s. ISBN 978-80-247-1649-7
- DYLEVSKÝ, I., *Lymfa, míza*, Praha: Poznání, 2006, ISBN 80-86606-42-2
- FRONTERA, W. R. *Rehabilitation of Sports Injuries*. Malden, Massachusetts, USA: Blackwell Publishing, 2003. ISBN 0-632-05813-7

GANONG, W.F.: *Přehled lékařské fyziologie*, Praha : Galén , 2005, ISBN 80-7262-311-7 (váz.)

GRIM, M., DRUGA, R.: *Základy anatomie -1. Obecná anatomie a pohybový systém*. vyd.1. Praha: Grada. 2001. 154 s. ISBN 80-7262-112-2.

HECHMI, T., et al.: *The role neutrofiles in injury and repair following Musile stretch* *J.Anat.*, 2006, Apríl 208 (4) 459-470, Anatomical Society of Great Britain

HOUGLUM, JE. : *Pharmacologic considerations in the treatment of injured athletes with nonsteroidal anti- inflammatory drugs*, *J.Athl.Train.*, 1998, Jun 33(3), 259-263.

HOUGLUM, P. A. *Therapeutic Exercise for Muskuloskeletal Injuries*. 2<sup>nd</sup> ed. Champaign: Human Kinetice, 2005. p. 1004. ISBN 0-7360-5136-8

HUARD, J., LI, Y.: *Muscle injuries and repair: Current Trends in Research* *The Journal of Bone and Joint Surgery, Inc* 84:822-832 (2002)

HYO-SUNG, K.: *Diagnosis and Follow-up US Evaluation of Ruptures of the Medial Head of the Gastrocnemius ("Tennis Leg")*, *Korean J Radiol.* 2006 Jul-Sep; 7(3): 193–198. Published online 2006,10.3348/kjr.2006.7.3.193.

CHARGE SB, RUDNICKI MA.: *Cellular and molecular regulation of muscle regeneration*. *Physiol Rev.* 2004;84:209–238

JARKOVSKÁ D., MARTÍNEK J.: *Histologie I*. Praha : Karolinum, 2000

JAVŮREK, J. *Léčebná rehabilitace sportovců*. Praha: Olympia, 1982.

KANNUS, P., PAAVOLA, M., JARVINEN, T., *Pathophysiology of overuse tencón injury*. *Radiologe* 2002, 42:766-770

KESSLER, T. et al.: *Effect of manual lymph drainage after hindfoot operations*, Department of Physical Therapy, University of Zurich, Balgrist, Switzerland, 2003;8(2):101-107

KIRKENDALL, DT, GARRET, WE., Jr Clinical perspectives regarding eccentric muscle injury. *Clin Orthop Relat Res.* 2002;403S:S81–S89

KLINGELE, KE, SALLAY P I. *Surgical repair of complete proximal hamstring tendon rupture.* *Am J Sports Med* 2002. 30742–747.

KOULOURIS, G., CONNELL, D. Evaluation of the hamstring muscle complex following acute injury [online]. *Skeletal Radiology*, 2003, [cit. 29.2.2008]. Dostupné na World Wide Webb:

<[http://www.ncbi.nlm.nih.gov/sites/entrez?db=pubmed&Cmd=ShowDetailView&TermToSearch=12942206&ordinalpos=21&itool=EntrezSystem2.PEntrez.Pubmed.Pubmed\\_ResultsPanel.Pubmed\\_RVDocSum](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/sites/entrez?db=pubmed&Cmd=ShowDetailView&TermToSearch=12942206&ordinalpos=21&itool=EntrezSystem2.PEntrez.Pubmed.Pubmed_ResultsPanel.Pubmed_RVDocSum)>.

KRIPNER, T.a spol.: *Mechanické vlastnosti kosterního svalu*. Multimediální podpora výuky klinických a zdravotnických oborů :: Portál 1. lékařské fakulty Karlovy Univerzity v Praze [online] 24.11.2006, poslední aktualizace 22.6.2009 [cit. 2009-08-22] Dostupný z WWW: <<http://portal.lf1.cuni.cz/clanek-625-mechanicke-vlastnosti-kosterniho-svalu>>. ISSN 1803-6619.

KUČERA, M. : *Sportovní medicína*. Praha : Grada , 1999, ISBN 80-7169-725-7

KUWAJIMA, T.,et al.:*Necdin interacts with the Msx2 homeodomain protein via MAGE-D1 to promote myogenic differentiation of C2C12 cells.* *J. Biol. Chem*, 2004. 279:40484–40493.

LAHOUTE, CH.:*Premature Aging in Skeletal Muscle Lacking Serum Response Factor*

LASINSKI, B.: *The Lymphatic System Pathology Implications for the Physical Therapists* 2-Ed by C.C. Goodman, W.G. Boissonault, and K.S.Fuller. Saunders, 2003, pages 477-508.

LEMPAINEN, L., SARIMO, J. et al, *Surgical treatment of partial tears of the proximal origin of the hamstring muscles*, 2006 British Journal of Sports Medicine

LENTO HP, PRIMACK S., *Advances and utility of diagnostic ultrasound in musculoskeletal medicine* .Curr Rev Musculoskelet Med. 2008 March; 1(1): 24–31. Published online 2007 November 15. doi: 10.1007/s12178-007-9002-3

LIEBER, RL, FRIDEN J. *Functional and clinical significance of skeletal muscle architecture*. *Muscle Nerve*. 2000;23:1647–1666. doi: 10.1002/1097-4598(200011)23:11<1647::AID-MUS1>3.0.CO;2-M.

MARTÍNKOVÁ, J. a kolektiv.: *Farmakologie pro studenty zdravotnických oborů* , Grada : Praha, 2007, ISBN 978-80-247-1356-4

MORII, H. : *Calcium in internal medicine*, Berlin : Springer , 2002, ISBN 1-85233-480-0 (váz.)

NICHOLAS JA, HERSHMAN EB. *The lower extremity and spine in sports medicine*. St Louis: CV Mosby Co.; 1986.

ORCHARD J, BEST T. *The management of muscle strain injuries: an early return versus the risk of recurrence*. *Clin J Sport Med*. 2002;12:3–5.

ORCHARD J, SEWARD H. *Epidemiology of injuries in the Australian Football League, seasons 1997–2000*. *Br J Sports Med*. 2002;36:39–45

PLACHETA, Z. a kol. : *Zátěžová diagnostika v ambulanti a klinické praxi* - Vyd. 1. - Praha : Grada Publishing, 1999. - 276 s. - (váz.)

POKORNÝ, J.: *Přehled Fyziologie člověka I.díl* . Praha : Karolinum, 2001, ISBN 80-246-0228-8

PUČELÍK, P.: *Obecná fyziologie vzrušivých tkání*, Plzeň : Ústav fyziologie LF UK v Plzni, 2003

ROTMAN, I., MACHOLD, P.: *Prevence úrazu a poškozen pohybového ústrojí v horolezectví*, 1999-2000 Dostupné z : [www.vpro.cz/mk/ucebni\\_texty/zdravoveda](http://www.vpro.cz/mk/ucebni_texty/zdravoveda)

RUMACK, M. et al.: *Diagnostic Ultrasound: 2-Volume* Publisher: Elsevier Science Pub. Date: November 2004 ISBN-13: 9780323020237

SEIDL, Z., VANĚČKOVÁ, M. : *Magnetická rezonance krku, hlavy a páteře*. Praha : Grada 2006, ISBN 978-80-247-1106-5

SELINGER V., VINAŘICKÝ R., TREFNÝ, Z. *Fyziologie člověka pro fakulty tělesné výchovy a sportu*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství,1983 429 s

SCHAFER, R. C. *Chiropractic management of sports and recreational injuries*. Baltimore: Williams Wilkins, 1982. ISBN 0-683-07581-0

SCHIAFFINO, S.: Activity-dependent signaling pathways controlling muscle diversity and plasticity. *Physiology (Bethesda)*. 2007;22:269–278.]

SCHILLINGER A., et al.: *Effect of manual lymph drainage on the course of serum levels of muscle enzymes after treadmill exercise*. Am J Phys Med Rehabil. 2006 Jun;85(6):516-20. PMID: 16715021

SCHMIDT, R. : *Memorix fyziologie*.Praha : Scientia Medica, 1993, ISBN 80-85526-18-2

SILBERNAGL, S. : *Atlas fyziologie člověka* . 2 vyd. Praha : Avicentrum, 1993. 368 s. ISBN 80-85623-79-X



SILVEIRA, P. et al.: *Evaluation of mitochondrial respiratory chain activity in wound healing by low level laser therapy*. Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology, Volume 95, Issue 2, 4 May 2009, Pages 89-92

SMUTEK, D.: *Ultrasonografická diagnostika v medicíně*. Multimediální podpora výuky klinických a zdravotnických oborů :: Portál 1. lékařské fakulty Karlovy Univerzity v Praze [online] 12.1.2007, poslední aktualizace 18.6.2009 [cit. 2009-08-16] Dostupný z WWW: <<http://portal.lf1.cuni.cz/clanek-453-ultrasonograficka-diagnostika-v-medicine>>. ISSN 1803-6619.

STING, J. : *Morphology of the skeletal muscle blood vessels*. Praha: Univerzita Karlova, 1994, ISBN 80-7066-910-1 (brož.)

SYSLOVÁ, V., *Zdravotní tělesná výchova : speciální učební text. II. část, zdravotní tělesná výchova při jednotlivých druzích oslabení*. Praha : Česká asociace Sport pro všechny, 2005

TAYLOR, R. B. *Taylor's Musculoskeletal Problems and Injuries*. Portland: Springer, 2006. ISBN-13:978-0387-29171-0

TEH, J.L. *Doppler imaging in the musculoskeletal system*. McNally EG .Practical musculoskeletal ultrasound. Philadelphia Elsevier; 2005. p. 263–82.

TROJAN S. a kolektiv : *Lékařská fyziologie*. Praha: Grada , 2003 ISBN 80-247-0512-5

VÁCHOVÁ, H.: *Manuální lymfodrenáž lymfedému hlavy a krku*. Klinika rehabilitace Fakultní nemocnice v Motole, 2008.

Dostupné z :

[http://docs.google.com/gview?a=v&q=cache:S3gjtLAh1ggJ:www.lymfoterapie.cz/download/Manualni\\_lymfo.pdf+manu%C3%A1ln%C3%AD+lymfodren%C3%A1%C5%BE&hl=cs&gl=cz](http://docs.google.com/gview?a=v&q=cache:S3gjtLAh1ggJ:www.lymfoterapie.cz/download/Manualni_lymfo.pdf+manu%C3%A1ln%C3%AD+lymfodren%C3%A1%C5%BE&hl=cs&gl=cz)

VAN HOLSEBEECK, M., *Sonography of muscle*. In: van Hulsebeeck MT, editor. *Musculoskeletal ultrasound*, 2nd edn. St Louis: Mosby; 2001. p. 23–75.

VARGAS, A.: *Basic physical principles of ultrasonography, anatomy of the musculoskeletal system and echographic artifacts*, Departamento de Reumatologia, Instituto Nacional de Cardiologia, Mexico, 2008

VYSKOČIL, F.: *Regulace uvolňování acetylcholinu na nervosvalovém spojení*, Praha : Academia, 1991, ISBN 80-200-0226-X

VÉLE, F. : *Kineziologie pro klinickou praxi*. Praha: Grada , 1997

WITT, C.et al.: *Nebulin regulates thin filament length, contractility, and Z-disk structure in vivo*, 2006 August 23; 25(16): 3843–3855. Published online 2006 August 10. doi: 10.1038/sj.emboj.7601242.

WOODS, C, HAWKINGS, R, MALTBY, S: *The Football Association Medical Research Programme: an audit of injuries in professional football – analysis of hamstring injuries*. *Br J Sports Med*. 2004;38:36–41

ZAMMIT PS, *Kinetics of myoblast proliferation show that resident satellite cells are competent to fully regenerate skeletal muscle fibers*. *Exp Cell Res*. 2002;281:39–49

# 9 PŘÍLOHY

UNIVERZITA KARLOVA  
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU  
Josef Martího 31, 162 52 Praha 6 – Veleslavin  
tel. (02) 2017 1111  
http://www.ftvs.cuni.cz/

## Žádost o vyjádření etické komise UK FTVS

k projektu diplomové (bakalářské) práce, zahrnující lidské účastníky

**Název:** Vliv lymfodrenáže na hojení svalu

**Forma projektu:** diplomová / bakalářská práce

**Autor/ hlavní řešitel/** Bc.Barbora Krajsová .....

spoluřešitelé MUDr. Miloš Barna.....

**Školitel** (v případě studentské práce) Mgr. Agnieszka Kaczmaršková.....

### Popis projektu

Cílem této práce je sledovat účinek manuální lymfodrenáže u pacientů po ruptuře svalu a jejího léčebného vlivu. Výzkum bude prováděn klinickou studií na cca 10 probandech u kterých došlo k ruptuře svalu, většinou po sportovním výkonu. K této studii byli osloveni muži a ženy ve věku 13 - 30 let. Měření proběhne u všech probandů co nejdříve po ruptuře svalu a poté po dvou týdnech léčby. Probandi budou rozřazeny do dvou skupin: Skupiny A- kdy bude provedena léčba manuální lymfodrenáží (5 osob) a skupina B - léčba klidem (5 osob), kdy bude sval regenerovat bez jiné léčebné metody. Měření bude probíhat za použití diagnostického ultrazvuku Midray BTL DC-6 k zobrazení velikosti ruptury. BTL DC-6 nabízí mnoho klinických aplikací, které jsou postaveny na moderní a osvědčené Midray technologii. Pro vysoce profesionální diagnostický přístup nabízí širokou paletu multifrekvenčních širokopásmových sond.V tomto případě bude použita digitální konvexní sonda využívající frekvence 2, 5/3,5/5,0/H 4, 6/ H 6, 0 MHz. Veškeré vytváření snímku bude prováděno doktorem za stálé kontroly fyzioterapeuta. K této studii nebudou použity žádné invazivní vyšetřovací metody či léčebné postupy.

V Praze dne.....

Podpis autora.....

## Vyjádření etické komise UK FTVS

**Složení komise:** doc.MUDr.Staša Bartůňková, CSc  
Prof.Ing.Václav Bunc, CSc.  
Prof.PhDr. Pavel Slepíčka, DrSc  
Doc.MUDr.Jan Heller, CSc.

Projekt práce byl schválen Etickou komisí UK FTVS pod jednacím číslem: 0319/2009

dne: 26. 6. 2009

Etická komise UK FTVS zhodnotila předložený projekt a neshledala žádné rozpory s platnými zásadami, předpisy a mezinárodními směrnici pro provádění biomedicínského výzkumu, zahrnujícího lidské účastníky.

**Řešitel projektu splnil podmínky nutné k získání souhlasu etické komise**

*Barbora Krajsová*  
.....  
podpis předsedy EK

