

---

Fakulta tělesné výchovy a sportu Univerzity Karlovy v Praze  
Katedra Zdravotní tělesné výchovy a tělovýchovného lékařství

**Vliv masáže a pasivního odpočinku na zotavení svalu po  
aplikované zátěži**

AUTOREFERÁT DISERTAČNÍ PRÁCE

*Autor: Mgr. Pavlína Nováková*

*Školitel: Doc. PhDr. Blanka Hošková, CSc.*

Praha 2009

## **Bibliografická identifikace práce**

### **Název práce:**

Vliv masáže a pasivního odpočinku na zotavení svalu po aplikované zátěži

### **Školící pracoviště:**

Katedra Zdravotní tělesné výchovy a tělovýchovného lékařství  
Fakulta tělesné výchovy a sportu  
Univerzita Karlova v Praze

### **Autor:**

Mgr. Pavlína Nováková

### **Školitel:**

Doc. PhDr. Blanka Hošková, CSc.

Doktorská disertační práce v oboru kinantropologie představuje původní rukopis, se kterým je možné se seznámit v knihovně FTVS UK Praha, José Martího 31, Praha 6.

## **SUMMARY**

**Title:** Effect of sports massage and passive rest on recovery of muscle after applied exercise.

**Objective:** Evaluate effects of 5min recovery (sports massage, passive rest) after specific exercise on muscle viscoelastic properties (stiffness, elasticity), muscle girth and perceived muscle soreness (discomfort).

**Methods:** Intraclass experimental 2 x 2 factor crossover design, measurements of recovery of muscle were by myotonometer, muscle girth, and subjective perceived muscle soreness by Visual Analogue Scale.

**Results:** Results didn't support the notion that massage has a positive effect on muscle recovery for improve viscoelastic properties of muscle, muscle girth and perceived muscle soreness.

**Key words:** Sports massage, passive rest, viscoelastic properties, muscle girth, muscle soreness, effects of massage.

## 1. ÚVOD

Otázka vhodného a účinného způsobu regenerace v rámci sportovního tréninku a následujícího výkonu je stále aktuální. Hledají se nové prostředky urychlující a zkvalitňující zotavení organismu jako celku nebo jeho částí po zátěži. Stále se také používají již po tisíciletí známé a osvědčené metody, které sportovci a jejich trenéři využívají k urychlení zotavení a zkvalitnění regenerace organismu.

Masáž ve sportu je velmi oblíbeným a prakticky nejčastějším prostředkem pro urychlení procesu zotavení po výkonu. Je využívána ve sportu vrcholovém a výkonnostním, ale je i oblíbeným prostředkem aktivní regenerace ve sportu rekreačním. Mnoho sportovců využívá masáž k odbourání laktátu, ke zvyšování prahu bolesti, ke zlepšování flexibility a koordinace, ke stimulaci cirkulace a k podpoře transportu energie do svalů či k urychlení léčby.

Současný výzkum účinků masáže na lidský organismus je rozporuplný z mnoha důvodů. Jelikož mechanismus účinků masáže na lidský organismus je velmi komplexní a složitý, proto i výzkum v této oblasti je složitý. Metodika výzkumu je složitá především z pohledu individuálního přístupu maséra i masírovaného, což má vliv na výsledky. Existuje další velké množství okolností, které účinky masáže ovlivní, např. masážní technika a druh volených hmatů, délka masáže, s jakým odstupem od zátěže je masáž aplikována, jaký byl charakter předchozího zatížení a mnoho dalších.

Účinky masáže na urychlení procesu zotavení a následně pro zlepšení výkonnosti ve sportu jsou v současnosti diskutovány mnoha autory. Aplikace masáže je spíše opodstatněna zkušenostmi než pozitivními výsledky výzkumu. (Boone, Cooper, Thomson, 1991)

Autoři výzkumných publikací se většinou soustředí na sledování více ukazatelů, převážně fyziologických na jedné straně a psychologických na straně druhé. Jelikož je mechanismus účinku masáže komplexní, je velmi složité účinky od sebe dělit, a to z důvodu jejich úzké vzájemné souvislosti. Tím je složité a komplikované zkoumat je odděleně.

Autoři, kteří sledují účinky masáže na ukazatelích fyziologického charakteru zkoumají především změny ve svalu, a to změny v jeho prokrvení (Tiidus,

Shoemaker, 1995; Mori et al. 2004; Robertson et al. 2004) a s ním související odplavení laktátu ze svalu (Martin et al. 1998; Monedero a Donne, 2000). S těmito parametry je zkoumán vliv masáže na velikost hladiny biochemických ukazatelů (kreatinkináza, kortisol, serotonin, endorfin, imunoglobuliny, neuropeptidy) a s nimi související projevy tzv. opožděné svalové bolestivosti (Delayed Onset Muscle Soreness) - převážně bolest dále pak tuhost svalu, zmenšený rozsah pohybu, otok svalu). (Smith et al., 1994; Ernst, 1998; Morales, 2006) Často je sledován vliv masáže na svalovou sílu a rozsah pohybu (Tiidus, 1997; Hilbert et al., 2003; Barlow et al., 2004; Jönhagen et al., 2004; Brooks et al., 2005; Zainuddin et al., 2005) a v neposlední řadě se někteří autoři zabývají i vlivem masáže na otok (Dawson, Dawson a Tiidus, 2004; Hart, Swanik a Tierney, 2005)

Bolest svalu ve výzkumu je zkoumána v souvislosti s neurologickými a psychologickými účinky masáže na sval a rovněž se subjektivním vnímáním a hodnocením bolesti. (Morales, 2006; Hart, Swanik, Tierney, 2005; Hilbert, Sforzo, Swensen, 2003; Jönhagen, Ackermann, Ericsson et al., 2004; Zainuddin, Newton, Sacco et al., 2005; Hemmings, 2000) Otok (obvod) svalu byl zkoumán ve dvou studiích (Hart, Swanik, Tierney, 2005, Gulick, Kimura, Sitler, 1996). Zmiňovanou svalovou tuhost nebo zvýšené napětí svalu cíleně zkoumáno nebylo, a proto jsme se rozhodli tento parametr v rámci zkoumání účinků masáže ve sportu sledovat.

Svalové napětí testoval ve své práci Šifta (2005), kdy pomocí přístroje myotonometru měřil svalovou tuhost u pacientů se spastickými svaly. Rozhodli jsme využít metodu měření pomocí myotonometru u zdravých jedinců a sledujeme změny viskoelastických vlastností svalové tkáně po zátěži u konkrétní svalové skupiny (m. triceps surae) a po aplikaci 2 druhů regenerace (masáž, pasivní odpočinek).

Vycházíme tedy ze současného výzkumu masáže ve sportu, který do dnešní doby nesledoval přímý vliv masáže na svalovou tuhost, a který podporuje především účinky na psychiku (Hemmings, 2000a; Hemmings, 2002b; Moyer, Rounds, Hannum, 2004; Tanaka, Leisman, Mori, 2002). Z fyziologického hlediska jsou výsledky velmi rozporuplné.

## **2. CÍL , ÚKOLY, HYPOTÉZY**

### **2.1. Cíl práce**

Cílem této práce je ohodnotit a porovnat míru účinku 2 způsobů regenerace (sportovní masáž, pasivní odpočinek) aplikovaných ihned po definovaném druhu zátěže na stav svalu m. triceps surae z hlediska jeho viskoelastických vlastností a dále zjistit, zda má sportovní masáž vliv na obvod svalu a na subjektivní vnímání bolesti po zátěži.

### **2.2. Hypotézy a úkoly práce**

Dosavadní výzkumy většiny autorů zcela nepodporují masáž jako účinný prostředek urychlení procesu zotavení a zkvalitnění regenerace a s tím spojených nežádoucích změn ve svalové tkáni. Účinky masáže na viskoelastické vlastnosti svalové tkáně dosud cíleně zkoumány nebyly a ačkoliv literatura uvádí vliv typu zátěže na následující účinek masáže, nenalezli jsme studii, která by zkoumala účinky masáže vzhledem k různým typům zatížení. Na základě rozboru literatury, vlastních předchozích šetření i zkušeností z praxe byly formulovány následující hypotézy:

#### **Hypotéza 1 (H1)**

Předpokládáme, že masáž ve srovnání s pasivním odpočinkem účinněji ovlivní tuhost, elasticitu svalu a obvod svalu. Sval bude po masáži vláčnější, elastičtější a jeho obvod se zmenší.

#### **Hypotéza 2 (H2)**

Předpokládáme, že po anaerobním zatížení svalu m. triceps surae bude mít masáž větší účinky než po zatížení aerobním.

#### **Hypotéza 3 (H3)**

Předpokládáme, že při srovnání obou druhů regenerace bude mít masáž kladnější vliv na subjektivní vnímání bolesti svalu ve smyslu diskomfortu. Masírovaní jedinci budou bolest (diskomfort) vnímat jako menší.

## Úkoly k ověření hypotéz

K ověření hypotéz jsme si stanovili následující úkoly:

- Shrnout nejnovější poznatky z oblasti výzkumu vlivu masáže na lidský organismus, převážně na svalovou tkáň.
- Konzultovat možnosti měření viskoelastických vlastností měkkých tkání a seznámit se s technikou měření myotonometrem, nalézt literaturu ověřující reliabilitu a validitu tohoto způsobu hodnocení svalové tkáně.
- Nalézt vhodnou svalovou skupinu pro hodnocení viskoelastických vlastností svalové tkáně a vhodný masážní postup a vhodnou škálu pro hodnocení subjektivního hodnocení svalové bolesti.
- Provést experimentální výzkum a posoudit velikost změn ve svalové tkáni z hlediska jeho viskoelastických vlastností, obvodu a subjektivního hodnocení bolesti.
- Velikost změn viskoelastických vlastností svalové tkáně obvodu svalu posoudit z hlediska porovnání rozdílů účinků masáže a pasivního odpočinku, z hlediska vlivu předchozí zátěže na účinky regenerace.
- Posoudit a porovnat účinky masáže a pasivního odpočinku z hlediska vnímání svalové bolesti.

### 3. METODIKA PRÁCE

Práce má charakter kvantitativního výzkumu. Jedná se o experimentální výzkum empirického charakteru. Hledáme příčinný vztah mezi vstupními proměnnými (experimentální faktory) X1, X2 a výstupními proměnnými Y1, Y2, Y3.

X1 - prostředek regenerace

X2 - typ zátěže

Y1 - viskoelastické vlastnosti svalové tkáně (tuhost, elasticita)

Y2 - obvod svalu

Y3 - subjektivní vnímání bolesti (diskomfortu) ve svalu

#### 3. 1. Experimentální design

Na základě studia světového výzkumu účinků masáže ve sportu byl zvolen **2 x 2 faktorový design experimentu**. Jde o **Crossover design experimentu** (Wilmore, Costill, Kenney, 2008), kdy experimentální skupina a kontrolní skupina se při následujícím stejném měření vymění. Každý jedinec tak bude i ve skupině s intervencí i ve skupině kontrolní. Trochim (2001) tento způsob křížení nazývá **Switching-Replications Design**.

Jedná se o vnitroskupinový dvoufaktorový experiment, kdy jeden faktor (X1) reprezentuje typ zátěže a druhý faktor (X2) reprezentuje typ prostředku regenerace. Každý faktor testujeme na dvou hladinách. (tab. č. 1)

|                  | <b>FAKTOR 1 = prostředek regenerace</b> | <b>FAKTOR 2 = typ zátěže</b> |
|------------------|---|------------------------------|
| <b>HLADINA 1</b> | masáž                                   | anaerobní zátěž              |
| <b>HLADINA 2</b> | pasivní odpočinek                       | aerobní zátěž                |

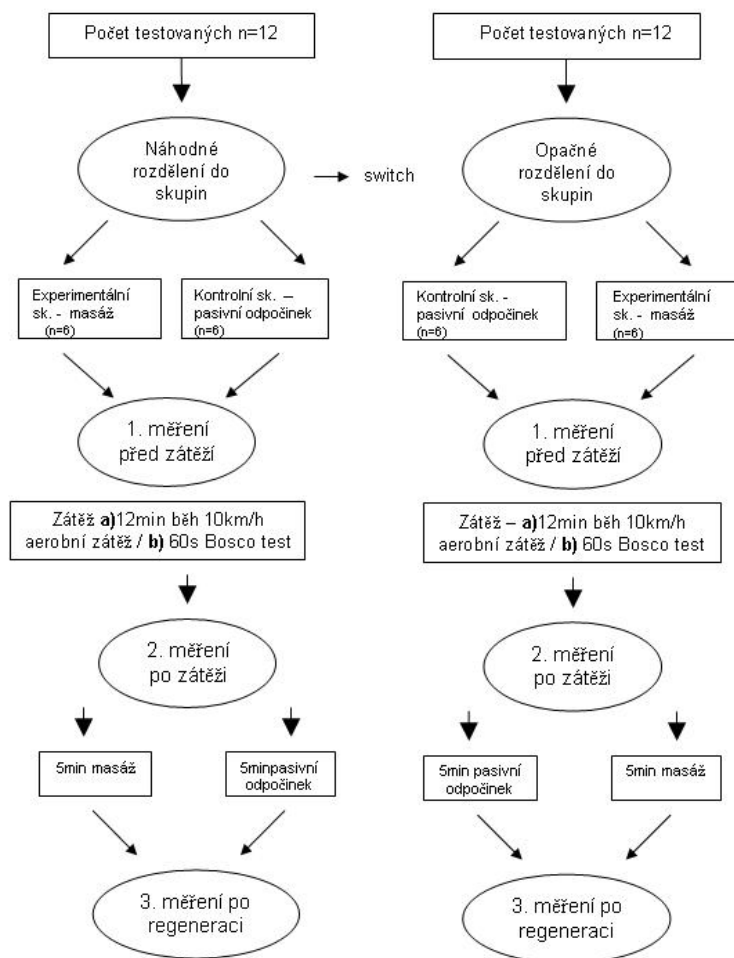
Tabulka 1 Schéma 2x2 faktorového designu

#### Graf 1 Grafické vyjádření designu experimentálního výzkumu

1. měření

2. měření





### 3.2. Charakteristika souboru

Soubor tvořilo 12 osob (8 mužů, 4 ženy), studentů 3. ročníku FTVS UK. Do experimentu mohou vstupovat tzv. kovariační proměnné, které byly pasivně sledovány. Všichni studenti se dnes věnují sportu rekreačně, žádný z nich po dobu 2 let neprovozuje vrcholový ani výkonnostní sport. Během posledních 2 let žádný ze studentů neutrpěl zranění nebo onemocnění lýtkového svalu, Achillovy šlachy a kotníku. Lýtkový sval nebyl u žádného testovaného zkrácen. Žádný z testovaných v době měření nebyl kontraindikován pro aplikaci masáže. Po dobu 24h před testováním jedinci neprováděli žádnou zátěž neobvyklého charakteru. Soubor lze charakterizovat průměrnými hodnotami ( $\bar{x}$ ) a směrodatnými odchylkami ( $s$ ) kalendářního věku, tělesné výšky, hmotnosti a BMI. ( $\pm$ ). (tab. č. 3)

Tabulka 2 Základní znaky souboru

| Znak | Testování n = 12 |      |
|------|------------------|------|
|      | $\bar{x}$        | $s$  |
| Věk  | 23,92            | 3,58 |
| Váha | 69,33            | 9,72 |

|   |       |      |
|---|-------|------|
| Výška                                   | 175,5 | 8,19 |
| BMI                                     | 22,43 | 2,01 |
| <u>Legenda:</u>                         |       |      |
| $x$ - průměr, $s$ - směrodatná odchylka |       |      |

### 3.3. Prostředky regenerace

#### Sportovní masáž

Lýtkový sval byl 5 minut masírován dle masážního protokolu (tab.č. 3), který odpovídá standardnímu postupu sportovní masáže používaného u nás. Čas určený jednotlivým masážním hmatům byl volen na základě zkušeností maséra.

#### Pasivní odpočinek

Testovaný 5 minut v klidu odpočíval na lehátku v lehu na zádech.

### 3.4. Protokoly zatížení

#### Aerobní zátěž

Jako zátěž aerobního charakteru byl zvolen 12minutový běh rychlostí 10km/h na běhátku typu HP Cosmos ® Saturn v biomedicínské laboratoři FTVS UK.

#### Anaerobní zátěž

Jako zátěž anaerobního charakteru byla volena jednorázová dynamickou koncentricko - excentrická zátěž (výskoky). Jednalo se o modifikaci Bosco testu (60s test vertikálních výskoků) (Heller, 2005) S odstupem 5 minut od zátěže byl každému testovanému odebrán z prstu vzorek krve pro určení hladiny laktátu pro ujištění, že šlo skutečně o zátěž anaerobního charakteru.

Tabulka 3 Protokol 5 minutové masáže m. triceps surae

| Masážní hmat                    | Doba trvání m. hmatu | Doba masírování |
|---------------------------------|----------------------|-----------------|
| tření celými dlaněmi            | 1 min                | 20 s            |
| tření obtahováním               |                      | 20 s            |
| tření vytíráním přes ruku       |                      | 20 s            |
| hnětení uchopování - odtahování | 2 min 40 s           | 40 s            |
| hnětení vlnovité                |                      | 40 s            |
| hnětení finské-spirály          |                      | 40 s            |
| hnětení finské-slalom           |                      | 40 s            |
| tepání smetáním                 | 40 s                 | 20 s            |

|                   |      |      |
|-------------------|------|------|
| tepání vějířovité |      | 20 s |
| chvění ve flexi   | 20 s | 20 s |
| závěrečné tření   | 20 s | 20 s |

## 4. MĚŘÍCÍ PROCEDURY - INSTRUMENTY

### 4.1. Měření myotonometrem

Stav zotavení svalové tkáně byl zjišťován nepřímo, pomocí myotonometru, kterým je simulována palpace svalu. Hodnoceny byly viskoelastické vlastnosti svalu (tuhost, elasticita). Při měření měkké tkáně myotonometrem je vždy získána hysterézní křivka, která vzniká při zasouvání a vytahování měřicího hrotu do měkké tkáně. Tuto křivku lze následně použít pro relevantní popis viskoelastických vlastností měkkých tkání. (Šifta, 2005)

Sledovány byly 2 parametry křivky, a to její strmost a prohnutí vzestupující křivky. Větší strmost křivky znamená větší tuhost svalové tkáně. Čím víc je křivka prohnutá, tím víc je sval elastičtější a zároveň „zdravější“.

### 4.2. Obvod svalu

Krejčovským metrem byl každému jedinci před zátěží, ihned po zátěži a po aplikaci masáže nebo po pasivním odpočinku změřen obvod lýtkového svalu, a to 15cm distálně od kloubní linie kolene. Bylo určeno místo největšího obvodu lýtka a označeno tak, aby byl sval měřen vždy ve stejném místě. Místo měření jsme určili na základě studie Harta, Swanika, Tierneyho (2005).

### 4.3. Vizuální analogová škála (VAS)

Byl hodnocen typ bolesti pocitové (nepohodlí, diskomfort). V rámci testování jsme hodnotili pocity bolesti (diskomfortu) svalu každého jedince pomocí 100mm vizuální analogové škály (VAS – Visual Analogue Scale) (obr.č. 3), kde 0mm odpovídalo pocitu žádné bolesti (diskomfortu) a 100mm odpovídalo pocitu nejhorší možné bolesti (diskomfortu). Byla použita škála uváděná National Initiative on Pain Control™ (NIPC™).

## 5. METODY ZPRACOVÁNÍ DAT

Získaná data jsou zpracována pomocí popisné statistiky a jejich významnost byla ověřena 3 (čas) x 2 (zátěž) x 2 (regenerace) analýzou variance (ANOVA) s opakováním měření. Předpoklady analýzy byly ověřeny Levenovým testem homogenity chybového rozptylu a Mauchlyho testem sféricity. Významnost rozdílů byla stanovena na hladině  $p \leq 0,05$ . K posouzení věcné významnosti byl použit koeficient  $\eta^2$ , který vyjadřuje procento celkového rozptylu vysvětleného nezávisle proměnou. (Lowry, 2006, in Baláš a kol., 2008) Výsledky jsou zpracovány v programu SPSS 15.00 for WINDOWS a dále v programech Excel pro WINDOWS XP.

## 6. VÝSLEDKY A DISKUSE

### 6.1. Měření myotonometrem

Na zpracování a vyhodnocování byl vyvinut software v programátorském prostředí programu Matlab, který byl úspěšně využit při hodnocení výsledků měření myotonometrem u spastických pacientů. (Šifta, 2005) Bylo získáno a vyhodnoceno 144 dat.

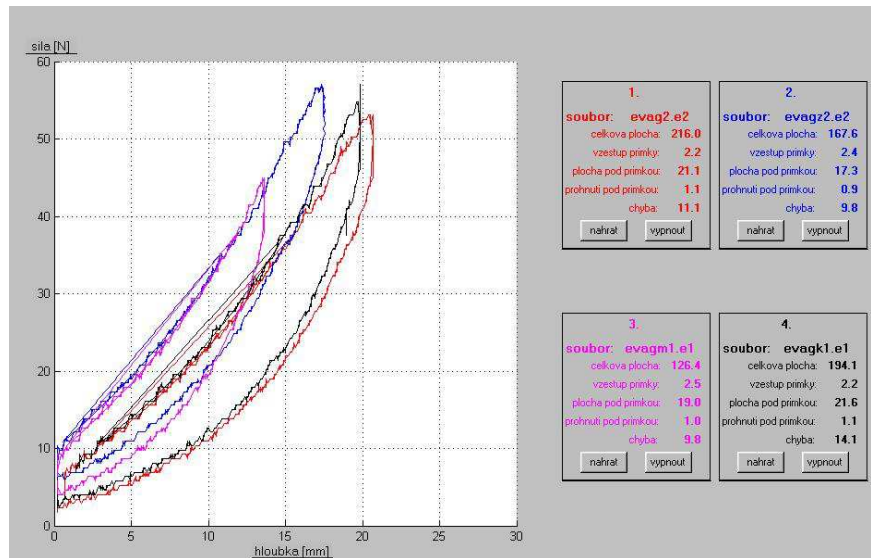
V návaznosti na druh regenerace (masáž vs. pasivní odpočinek) a na charakter předchozího zatížení (aerobní vs. anaerobní) byla analyzována změna sledovaných parametrů:

- vzestup tečné přímký
- prohnutí rostoucí hysterézní křivky

▶ Zotavený sval - vzestup přímký by měl být co nejnižší a prohnutí by mělo dosahovat vyšších hodnot.

▶ Sval unavený, nedostatečně zotavený – měl by vykazovat vysoké hodnoty pro vzestup přímký a charakteristické nízké hodnoty prohnutí.

U každé hysterézní křivky byla spočítána hodnota vzestupu (strmosti) křivky a hodnota prohnutí rostoucí křivky. (obr. č. 1)



Obr. č. 1 Příklad grafické znázornění měření m. gastrocnemius a výpočty hodnot vzestupu a prohnutí křivky *Pramen: vlastní měření*

Při zpracování výsledků jsou v disertační práci u každého zkoumaného parametru uvedeny tabulky uvádějící konkrétní naměřená data, dále tabulky uvádějící základní popisné statistiky, grafy ukazující opravené průměry hodnot daných parametrů vzestupu a prohnutí křivky a tabulky analýzy variance s F statistikou a posouzením věcné významnosti (Partial Eta Squared).

### Výsledky měření tuhosti m. gastrocnemius

Jako věcně i statisticky významný faktor na změnu tuhosti svalu m. gastrocnemius se jeví čas, a to po zátěži a po regeneraci  $F_{1,44} = 4,814$ , ( $p=0,034$ ),  $\eta^2 = 0,099$ . Po aerobní zátěži došlo k odlišným změnám v tuhosti m. gastrocnemius než po zátěži anaerobní, tato odlišná reakce na typ zatížení se jeví jako věcně i statisticky významná  $F_{1,44} = 6,378$  ( $p=0,015$ ),  $\eta^2=0,127$ , vliv regenerace však významný nebyl.

Rozdíly mezi pozátěžovými hodnotami a hodnotami obou druhů regenerace nebyly významné. Konkrétní rozdíly byly minimální.

Po aerobní zátěži došlo ke ztuhnutí m. gastrocnemius a po regeneraci došlo k uvolnění svalu. Po masáži došlo k uvolnění o 0,275, po pasivním odpočinku 0,325. Snížení tuhosti svalu bylo častější (10 testovaných) po pasivním odpočinku než po masáži (6 testovaných). Konkrétní průměrné snížení hodnot vzestupu tečné přímky

reprezentující snížení tuhosti svalu bylo vzhledem k zátěži větší u pasivního odpočinku, který se tak může jevit jako účinnější prostředek regenerace. Avšak tento rozdíl nebyl významný.

Na anaerobní zátěž m. gastrocnemius v jednom případě téměř nereagoval a po té po pasivním odpočinku ztuhnul ( $p = 0,017$ ). Při druhém anaerobním zatížení sval reagoval uvolněním na zátěž a dále opětovným mírným uvolněním na masáž ( $p = 0,075$ ). Proč m. gastrocnemius reagoval na stejnou zátěž tak odlišně není zcela jasné. Snížení tuhosti svalu po anaerobní zátěži bylo prakticky stejné jak po masáži (5 testovaných) tak po pasivním odpočinku (6 testovaných). Nelze tak říci jaký způsob regenerace by mohl být účinnější.

Je možné, že m. gastrocnemius, i přes fakt je to sval povrchový a masáž na něj teoreticky může působit přímo, nereaguje na masáž lépe než na odpočinek, protože jeho funkce není zcela jasně daná. Jak velkou roli hraje tento sval z hlediska posturálního je z našeho pohledu diskutabilní.

### **Výsledky měření elasticity m. gastrocnemius**

Velikosti změn prohnutí křivky m. gastrocnemius nebyly v žádném případě statisticky ani věcně významné. Elasticita se celkově významně neměnila ani po zátěži ani po regeneraci. Na zátěž reagoval sval zajímavým způsobem. Na anaerobní zátěž reagoval opačně než na zátěž aerobní, a to v jednom případě změn hodnot naměřených před zátěží - po zátěži a pokaždé v případě změn hodnot po zátěži - po regeneraci.

Po aerobní zátěži se elasticita svalu zhoršila a po regeneraci zlepšila. Po masáži došlo k většímu zlepšení elasticity ( $p = 0,133$ ) v porovnání s pasivním odpočinkem ( $p = 0,042$ ), avšak rozdíl byl nevýznamný. Ke zlepšení elasticity m. gastrocnemius došlo po masáži u 7 testovaných a po pasivním odpočinku u 8 testovaných, domnívám se, že nemůžeme jasně říci, který druh regenerace měl tendenci více zvýšit elasticitu svalu.

Po anaerobní zátěži se elasticita zlepšila a po regeneraci zhoršila. Opět tedy došlo k zajímavé reakci m. gastrocnemius na anaerobní zátěž, stejně jako u parametru tuhosti. Došlo ke zhoršení elasticity svalu po obou druzích regenerace. Po masáži se elasticita nezhoršila v takové míře ( $p = 0,067$ ) jako po pasivním odpočinku ( $p = 0,233$ ). Rozdíly však nejsou významné a jelikož po regeneraci došlo vždy ke zhoršení tohoto parametru, nelze říci, jaký druh regenerace měl tendenci více účinkovat.

### ***Shrnutí vlivu regenerace na konkrétní změny m. gastrocnemius po zátěži***

- Masáž se nejeví jako účinný prostředek regenerace po konkrétní zátěži na viskoelastické vlastnosti m. gastrocnemius.
- Pasivní odpočinek se jeví jako více účinný na změnu viskoelastických vlastností m. gastrocnemius po aerobní zátěži.
- Tyto změny nejsou věcně a statisticky významné.

### **Výsledky měření tuhosti m. soleus**

Statisticky i věcně významný se pro změny tuhosti m. soleus jeví faktor času  $F_{1,44} = 6,423$  ( $p=0,015$ ),  $\eta^2 = 0,127$ , a to pouze pro změnu hodnot před zátěží a po zátěži jakéhokoliv charakteru. Po regeneraci došlo k uvolnění svalu, toto uvolnění však významné nebylo.

Pokles průměrných hodnot tuhosti m. soleus po aerobní zátěži byl po masáži větší (o 0,300) než po pasivním odpočinku (o 0,108). Po masáži došlo k uvolnění svalu u 9 testovaných a po pasivním odpočinku u 8 testovaných. Masáž se může jevit jako účinnější, rozdíl je však nevýznamný.

V případě anaerobní zátěže byl rozdíl v poklesu hodnot tuhosti svalu mezi masáží a pasivním odpočinkem minimální (po masáži o 0,025, po pasivním odpočinku o 0,092). K uvolnění svalu došlo po masáži i po pasivním odpočinku u stejného počtu testovaných. Nelze říci, který druh regenerace má tendenci sval více uvolnit.

Přesto, že změny v parametru tuhosti m. soleus nebyly významné, na rozdíl od m. gastrocnemius reagoval vždy podobným způsobem na oba druhy zátěže i na oba druhy regenerace. Jde o významný posturální sval, který reaguje dle našeho názoru „očekávaně“ na zátěž a na regeneraci. Aby regenerace byla účinná významným způsobem, bylo by pravděpodobně třeba, aby byla delší, 5min je možná krátká doba na to, aby se sval uvolnil. Uvolnění svalového napětí souvisí i s psychikou jedince. Pokud by došlo k delšímu působení masáže, je možné, že by došlo i většímu psychickému uvolnění a tím i většímu uvolnění svalu.

### **Výsledky měření elasticity m. soleus**

Statisticky i věcně významný se jeví faktor času  $F_{1,44} = 10,690$  ( $p=0,002$ ),  $\eta^2 = 0,195$ , a to mezi počátečními hodnotami před zátěží a hodnotami po zátěži stejně jako u parametru tuhosti svalu. Po regeneraci došlo ke zvětšení prohnutí křivky, tedy ke zlepšení elasticity, avšak toto zlepšení významné nebylo, opět stejně jako u faktoru tuhosti.

Po aerobní zátěži došlo po masáži ke zvýšení průměrných hodnot prohnutí křivky, tedy ke zlepšení elasticity o 0,117, po pasivním odpočinku došlo k mírnému zhoršení elasticity svalu o 0,142. Ke zlepšení elasticity svalu došlo po masáži u 6 testovaných a po pasivním odpočinku pouze u 3 testovaných. Masáž se může jevit jako účinnější, avšak tyto rozdíly nejsou významné.

Zvýšení průměrných hodnot prohnutí křivky po anaerobní zátěži bylo větší po pasivním odpočinku (o 0,175) než po masáži (o 0,092). Zlepšení elasticity svalu po anaerobní zátěži došlo po pasivním odpočinku u 7 testovaných a po masáži u 5 testovaných. Pasivní odpočinek se může jevit jako účinnější po anaerobní zátěži, rozdíly však nebyly významné.

#### ***Shrnutí vlivu regenerace na konkrétní změny m. soleus po zátěži***

- Masáž se jeví jako účinnější forma regenerace na stav viskoelastických vlastností m. soleus po aerobní zátěži.
- Pasivní odpočinek se jeví jako účinnější na m. soleus z hlediska jeho viskoelastických vlastností po anaerobní zátěži, a to spíše v parametru elasticity.
- Tyto změny nejsou věcně a statisticky významné.

*Hypotézy H1 a H2 se v případě m. gastrocnemius a m. soleus nepotvrdily.*

Měření m. gastrocnemius a m. soleus se liší, i přes to, že jsou anatomicky posuzovány jako dvě ze tří hlav jednoho svalu a měly by tudíž vykazovat změny velmi podobných charakteristik. V tomto ohledu se naše práce shoduje s Šiftou (2005), který došel k podobným výsledkům.

Můžeme se domnívat, že posturální funkce m. soleus přebírá ve větší míře funkci m. gastrocnemius a ten není tak významný při svalové práci. Jak m. gastrocnemius, tak



m. soleus reagoval více na aerobní zátěž a výsledky působení regenerace jsou zřetelnější po tomto typu zatížení, což jsme neočekávali. Je možné, že zátěž anaerobního typu nebyla vhodně volená. Její intenzita byla příliš nízká, její doba trvání byla příliš krátká. Další vysvětlení by mohlo vyplývat ze závěrů [Warrena et al. \(2001, in Proske, Morgan, 2001\)](#), že ihned po excentrické zátěži dochází k poklesu svalového napětí, což přisuzují selhání vazby E-C (excitace-kontrakce). Jednalo se však o excentrickou kontrakci, zda se po anaerobní zátěži chová sval podobně by dle našeho názoru bylo vhodné prozkoumat.

Jsme si také vědomi, že výsledky měření myotonometrem mohou být ovlivněny, jak uvádí [Šifta \(2005\)](#), některými nedostatky dosavadního přístroje.

## 6.2. Obvod svalu

Po zátěži se obvod svalu zvětšil a po regeneraci sval reagoval zmenšením obvodu. Čas se jeví jako významný pro změny obvodu svalu na obou hladinách  $F_{1,44} = 23,498$  ( $p=0,000$ ),  $\eta^2 = 0,348$  a  $F_{1,44} = 22,851$  ( $p=0,000$ ),  $\eta^2 = 0,342$ . Reakce svalu na aerobní a anaerobní zátěž byla rozdílná. Tento rozdíl byl věcně i statisticky významný na obou hladinách  $F_{1,44} = 8,236$  ( $p=0,006$ ),  $\eta^2 = 0,158$  a  $F_{1,44} = 8,174$  ( $p=0,006$ ),  $\eta^2 = 0,157$ . Při daném typu zátěže nedošlo k významnému vlivu ani masáže ani pasivního odpočinku na obvod svalu. Mezi účinky masáže a pasivního odpočinku nebyly významný rozdíl. I přes to, že změny nejsou významné, jsme zaznamenali možnou tendenci masáže lépe působit ve smyslu snížení obvodu svalu, a to pouze po aerobní zátěži.

Po aerobní zátěži se obvod svalu m. triceps surae měnil odlišně než po zátěži anaerobní. Tyto rozdíly mezi chováním svalu po aerobní a anaerobní zátěži byly významné jak z pohledu reakce na zátěž, tak z pohledu reakce na regeneraci. Avšak při porovnání působení konkrétního prostředku regenerace na konkrétní zátěž tyto rozdíly věcně a statisticky významné nebyly. Po aerobní zátěži byly konkrétní průměrné změny v obvodu svalu větší (0,9cm po masáži a 0,4cm po pasivním odpočinku) než po zátěži anaerobní, kde pokles hodnot obvodu svalu byl minimální (o 0,1cm po pasivním odpočinku a 0,2mm po masáži). Vzhledem k aerobní zátěži došlo po masáži ke zmenšení otoku u 11 testovaných, po pasivním odpočinku u 8 testovaných. Vzhledem k anaerobní zátěži došlo po masáži ke zmenšení otoku u 6 testovaných, po pasivním odpočinku také u 6 testovaných.

Po aerobní zátěži se masáž jeví jako účinnější forma regenerace. Snížení obvodu o 0,9cm se dle našeho názoru jeví jako klinicky významné a mohli bychom z pohledu klinické praxe konstatovat, že po aerobní zátěži má masáž ve srovnání s pasivním odpočinkem větší účinek na otok svalu. Avšak rozdíl mezi účinky masáže a pasivního odpočinku je 0,5cm, což by mohla být již hraniční hodnota střední chyby měření. To znamená, že při srovnání obou druhů regenerace masáž nepůsobila účinněji na velikost otoku svalu.

Po anaerobní zátěži ani jeden z druhů regenerace nepůsobil změny ve svaly v takové míře jako v případě zátěže aerobní. Jde o zajímavý jev, předpoklad se v tomto ukazateli nepotvrdil. Proč sval reagoval „méně“ si můžeme vysvětlit nedostatečným zatížením anaerobního charakteru nebo naopak příliš velkým zatížením charakteru aerobního. Dále je možné, že po krátkém zatížením trvajícím 60s, i přes jeho velkou intenzitu, sval ještě nezačal plně reagovat na zátěž a otok se projevil později, v době, kdy jsme ho již neměřili.

*Hypotézy H1 a H2 se v parametru obvodu nepotvrdily.*

Výsledky naší práce se shodují s výsledky studie [Harta, Swanika a Tierneyho \(2005\)](#), [Dawsona, Dawsona a Tiiduse \(2004\)](#) a [Zainuddina et al. \(2005\)](#). Výsledky jsou však těžko porovnatelné. Odstup, délka masáže ani zvolená svalová skupina při porovnání všech výzkumů lišily. Je tedy možné, že masáž nemá tak významný vliv na lymfatický systém, jaký jí je přikládán. Je také možné, že svalová tkáň nebyla natolik poškozena, aby došlo k významnému otoku svalu. Všechny tyto studie byly provedeny se sportovci. Domníváme se, že bychom mohli dojít k jiným výsledkům, pokud by testovaný soubor tvořili nesportovci.

#### ***Limity výzkumu změn viskoelastických vlastností a obvodu svalu***

Po anaerobní zátěži hodnoty laktátu odebraného 5 minut po zátěži prokázaly zvýšení hladiny laktátu v krvi ( $6,09 \pm 1,74$  mmol/l<sup>-1</sup>) což ve srovnání s výsledky uváděnými [Hellerem \(2005\)](#) jsou hodnoty nižší. Avšak i tyto hodnoty ukazují, že šlo o zátěž anaerobního laktátového charakteru. Je možné, že pokud by testování měli vyšší hladinu laktátu, sval mohl reagovat jiným způsobem na masáž a výsledek by byl rozdílný. Dále je možné, že 5min regenerace ihned po zátěži nemohla po anaerobní

zátěži působit v tak velké míře. Po 5 minutách po zátěži je možné, že sval ještě není „připravený“ reagovat na mechanické působení masáže tím, že by její pomocí mohlo docházet k aktivaci lymfatického systému jež pomáhá vstřebávat otoky. Na druhé straně je možné, že aerobní zátěž byla pro testované příliš vysoká a intenzivní, proto se sval choval zcela opačně než jsme předpokládali.

Dalším faktorem, který mohl ovlivnit změny velikost změn viskoelastických vlastností svalu a obvodu svalu byl samotný výběr souboru testovaných. Jednalo se o mladé sportovce ve věku  $23,92 \pm 3,58$  let, kteří mají určitou pohybovou zkušenost a i přes to, že již minimálně po dobu 2 let neprovozují sport na vrcholové nebo výkonnostní úrovni, domníváme se, že jejich výsledky by při porovnání s jinou populací (např. starší jedinci, nespportovci s jiným podílem svalové a tukové hmoty, atd.) by byly rozdílné. Dalším faktorem byl i výběr dominantní končetiny pro masáž, v případě intervence na nedominantní dolní končetinu bychom mohli dojít k jiným výsledkům.

### **6.3. Vnímání bolesti (diskomfortu) - VAS**

Čas byl jediným statisticky i věcně významným faktorem při hodnocení změn vnímání bolesti (diskomfortu) před zátěží a po zátěži  $F_{1,44} = 63,321$  ( $p=0,000$ ),  $\eta^2 = 0,590$  a po zátěži a po regeneraci  $F_{1,44} = 19,597$  ( $p=0,000$ ),  $\eta^2 = 0,308$  u obou typů zatížení.

Všichni testovaní reagovali pozitivně na oba druhy regenerace. Po obou typech zatížení došlo po masáži i po pasivním odpočinku ke zmenšení velikosti vnímaného diskomfortu u všech testovaných. Není však možné říci, který druh regenerace je účinnější. Masáž i pasivní odpočinek působily na vnímání bolesti stejným způsobem. Rozdíly nebyly významné. Rozdíl zaokrouhlených hodnot na VAS odpovídajícím velikosti vnímané bolesti (diskomfortu) byl po aerobní zátěži a po masáži 16mm a po pasivním odpočinku 11mm. Rozdíl hodnot na VAS odpovídajícím velikosti vnímané bolesti (diskomfortu) byl po anaerobní zátěži a po masáži 20mm a po pasivním odpočinku 17mm. Druhý den vzhledem k oběma zátěžím byly rozdíly po obou druzích regenerace prakticky stejné. Masáž se může jevit jako účinnější, tyto rozdíly však nejsou na 100mm škále významné.

*Hypotéza H3 se nepotvrdila.*

Tyto výsledky nejsou ojedinělé. [Jönhagen et al. \(2004\)](#), [Hart, Swank, Tierney \(2005\)](#) [Hilbert et al. \(2003\)](#) rovněž nepotvrdili větší účinnost masáže na snížení vnímání

bolesti. Autoři podporující pozitivní účinek masáže oproti pasivnímu odpočinku prováděli déletrvající masáž, je možné, že tento faktor by mohl mít vliv na výsledky našeho výzkumu.

Jsme toho názoru, že účinek masáže na redukci bolesti je velmi individuální a velkou roli zde hraje očekávání sportovce či jakéhokoliv masírovaného a jeho víra v pozitivní účinek masáže.

## **7. ZÁVĚRY**

Cílem disertační práce bylo ohodnotit a porovnat míru účinku 2 způsobů regenerace (sportovní masáž, pasivní odpočinek) aplikovaných ihned po definovaném druhu zátěže na stav svalu.

Pokusili nalézt odpovědi na otázky týkající se rozdílu v účinnosti 5min masáže a pasivního 5 min odpočinku na m. triceps surae po aerobním a anaerobním zatížení. Sledovanými výstupními proměnnými byly **a)** změny viskoelastických vlastností svalové tkáně (tuhost, elasticita svalu), **b)** změny obvodu svalu a **c)** subjektivní vnímání bolesti (diskomfortu) ve svalu.

Stanovené hypotézy (H1, H2, H3) nebyly potvrzeny. Výsledky našeho výzkumu nepodporují masáž, ve srovnání s pasivním odpočinkem, jako účinnější prostředek regenerace k pozitivnímu ovlivnění viskoelastických vlastností svalu, obvodu svalu a vnímání diskomfortu. Jednalo se o krátkodobou regeneraci po konkrétním druhu zátěže s úzce definovaným souborem testovaných jedinců. Proto by bylo do budoucna vhodné provést další výzkum v této oblasti, abychom mohli výsledky výzkumu porovnat. Vzhledem k velkému množství faktorů ovlivňujících účinnost masáže, to bude nelehký úkol, nicméně vzhledem k oblíbenosti a častému užívání masáže ve sportu, velmi potřebný.

Jelikož výzkum účinků masáže ve sportu je velmi nejednotný a rozporuplný, domníváme se, že tato práce se může stát přínosem a zároveň motivem k dalšímu bádání.

## **8. SEZNAM VYBRANÉ LITERATURY:**

BARLOW, A., CLARKE, R., JOHNSON, N. et al. Effect of Massage of the Hamstring Muscles on Selected Electromyographic Characteristics of Biceps Femoris during Submaximal Isometric Contraction. *International Journal of Sports Medicine*, 2007, 28, s. 253-256.

BALÁŠ, J. a kol. Srovnání úrovně svalové síly a tělesného složení u rekreačních a výkonnostních lezců. *Česká kinantropologie*, 2008, roč. 12, č. 3, s.104-114.

BOONE, T. COOPER, R; THOMSON, W. R. A Physiologic Evaluation of the Sports Massage. *Athletic training, JNATA*, 1991, vol. 26, no. 1, s. 51 – 54.

BROOKS, C.P. et al. The immediate effects of Manual massage on Power-Grip Performance After Maxima Exercicie in Healthy Adults. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 2005, vol.11, no. 6, s. 1093-1101.

DAWSON, L.G. DAWSON, A.D., TIIDUS, P.M. Evaluating the Influence of Massage on leg strenght, sweling, and pain following a half-maraton. *Journal of Sports Science and Medicine*, 2004, vol. 3, no. 1, 37- 43.

ERNST, E. Does post-exercice massage fragment reduce delayed onset muscle soreness, A systematic review. *British Journal of Sports Medicine*, 1998 vol. 32, 212-214.

GULICK, D.T. , KIMURA, I.F, SITLER, M. et al. Various techniques on Signs and Symptoms of Delayed Onset Muscle Soreness. *Journal of athletic training*, 1996, vol. 31, no.2, s. 145-152.

HART, J.M., SWANIK, C.B., TIERNEY, R.T. Effects of Sport Massage on Limb Girth and Discomfort Associated With Eccentric Exercise. *Journal of Athletic Training*, 2005, vol. 40, no. 3, s. 181-185.

HEMMINGS, B. Sport massage and psychological regeneration. *British Journal of Therapy and Rehabilitation*, 2000, vol. 7, no. 4, s.184 188.

HEMMINGS, B. Psychological and immunological effects of massage after sport. *British Journal of Therapy and Rehabilitation*, 2000, vol. 7, no. 12, s. 516 -519.

HELLER, J. *Laboratory Manual for Human and Exercise Physiology*. Prague: Karolinum, 2005. 186 s. ISBN 80-246-0926-6.

HILBERT, J.E., SFORZO, G.A., SWENSEN, T. The effect of massage on delayed onset muscle soreness. *British Journal of Sports Medicine*, 2003, vol. 37, no. 1, s. 72-75.

JÖNHAGEN, S. ACKERMANN, P. ERIKSSON, T. et al. Sports Massage After Eccentric Exercise. *The American Journal of Sports Medicíně*, 2004, vol. 32, no. 6, s. 1499 – 1503.

MARTIN, N. A. et al. The comparative Effects of Sports Massage, Active Recovery, and Rest in Promoting Blood Lactate Clearance After Supramaximal Leg Exercise. *Journal of Athletic Training*, 1998, vol. 33, no. 1, s. 30 – 35.

MORI, H. et al. Effect of massage on blood flow and muscle fatigue following isometric lumbar exercise. *Med Sci Monit*, 2004, vol. 10, no. 5, s. 173-178.

MONEDERO, J. DONNE, B. Effect of Recovery Interventions on Lactate Removal and Subsequent Performance. *International Journal of Sports Medicine*, 2000, vol. 21, no. 8, s. 593 – 597.

MORALES, M. A. *Efectos a corto plazo de la masoterapia como forma de recuperación tras estrés físico*. Granada: Universidad de Granada, 2006. 267 s. ISBN 978-84-338-4044-8.

MOYER, CH. A., ROUNDS, J. HANNUM, J.W. A Meta-Analysis of Massage Therapy Research. *Psychological Bulletin*, 2004, vol. 130, no. 1, p. 3-18.

Pain Assessment Scales. [online]. Dostupné z:00  
<<http://www.painedu.org/Downloads/NIPC/Pain%20Assessment%20Scales.pdf>>.

PROSKE, U. MORGAN, D.L. Muscle damage from eccentric exercise: mechanism mechanical signs, adaptation and clinical applications. *J Physiol*, 2001, vol. 537, no. 2, s. 333-345.

ROBERTSON, A., WATT, J. M., GALLOWAY, S.D.R. Effects of leg massage on recovery from high intensity cycling exercise. *British Journal of Sports Medicine*, 2004, vol. 38, no. 2, s. 173-176.

SMITH, L.L. KEATING, M.N., HOLBERT, D. et al. The effects of athletic massage on delayed onset muscle soreness, kreatin kinase, and neutrophil count: a preliminary report. *Journal of Orthopedic and Sport Physical Therapy*, 1994, vol. 19, no. 2 , s. 93 – 99.

ŠIFTA, P. *Měření viskoelastických vlastností měkkých tkání při spastickém syndromu*. Disertační práce. Praha: FTVS UK, 2005. 109 s.

TANAKA, T. H., LEISMAN, G., MORI, H., NISHIJO, K. The effect of massage on localized lumbar muscle fatigue. *BCM Complementary and Alternative Medicíně*. [online]. 2002, vol. 2, no. 9. [cit.2008-14-11]. Dostupné z: <<http://www.biomedcentral.com/1472-6882/2/9>>.

TIIDUS, P. M. Manual Massage and Recovery of Muscle Function Following Exercise: A Literature Rewiew. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 1997, vol. 25, no. 2, s. 107 – 111.

TIIDUS, P.M. SHOEMAKER, J.K. Effleurage massage, muscle blood flow and long-term post-exercise strenght recovery. *International Journal of Sports Medicine*, 1995, vol. 16, no. 7, s. 478 – 483.

TROCHIM, W., K., M. *The Research Methods Knowledge Base*. 2nd edition. Cincinnati: Atomic Dog Publishing, 2001. 363 s. ISBN 0-9701385-9-8.

WILMORE J. H., COSTILL, D. L., KENNEY, W.L. *Physiology of Sport and Exercise*. [online]. 4th edition. 2008. Human Kinetics. s. 668. ISBN 0-7360-5583-5 [cit.2008-22-12]. Dostupné z: <http://books.google.com/books?hl=cs&lr=&id=zQGKmbg18J8C&oi=fnd&pg=PA29&dq=Wilmore+and+Costill,+1994&ots=y4hauA5YGp&sig=MKFCQe9RGgGuh5Nmhl7gYMhCGj8#PPA21,M1>.

ZAINUDDIN, Z. NEWTON, M. SACCO, P. KAZUNORI, N. Effects of Massage on Delayed-Onset Muscle Soreness, Swelling, and Recovery of Muscle Function. *Journal of Athletic Training*, 2005, vol. 40, no. 3, s. 174-180.