
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**

Disertační práce

Mgr. Pavlína Nováková

Praha 2009

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracovala samostatně, pouze s použitím uvedené literatury a pod odborným dohledem své školitelky a odborného konzultanta.

V Praze, dne 15. 2. 2009

.....
Mgr.Pavλίna Nováková

Touto cestou bych chtěla poděkovat Doc. PhDr. Blance Hoškové, CSc. za odborné vedení práce, za praktické rady a za možnost využít jejích zkušeností v této problematice. Dále bych ráda poděkovala PhDr. Petru Šiftovi, PhD. za odborné konzultace z oblasti myotonometrie. V neposlední řadě děkuji Mgr. Jiřímu Balášovi, PhD. za pomoc při statistickém zpracování naměřených výsledků. Bez spolupráce výše jmenovaných by tato práce nevznikla.

Svoluji k zapůjčení své disertační práce ke studijním účelům.

Prosím, aby byla vedena přesná evidence vypůjčovatelů, kteří musí pramen převzaté literatury řádně citovat.

Jméno a příjmení: Číslo obč. průkazu: Datum vypůjčení: Poznámka:

Souhrn

Název: Vliv masáže a pasivního odpočinku na zotavení svalu po aplikované zátěži

Cíl: Ohodnotit a porovnat míru účinku 2 druhů regenerace (sportovní masáž, pasivní odpočinek) aplikovaných ihned po definovaném druhu zátěže na stav svalu z hlediska jeho viskoelastických vlastností (tuhost, elasticita) a dále zjistit, zda má sportovní masáž vliv na obvod svalu a na subjektivní vnímání bolesti po zátěži.

Metoda: Vnitroskupinový experimentální výzkum, 2 x 2 faktorový crossover design, hodnocení stavu zotavení svalové tkáně myotonometrem, hodnocení změn obvodu svalu, hodnocení subjektivního vnímání bolesti (diskomfortu) pomocí vizuální analogové škály.

Výsledky: Výsledky výzkumu nepodporují masáž, ve srovnání s pasivním odpočinkem, jako účinnější prostředek regenerace vedoucí k pozitivnímu ovlivnění viskoelastických vlastností svalu, obvodu svalu a vnímání diskomfortu.

Klíčová slova: Sportovní masáž, pasivní odpočinek, viskoelastické vlastnosti svalu, obvod svalu, bolest svalu, účinky masáže.

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.

OBSAH:

1. ÚVOD	9
2. CÍL, ÚKOLY HYPOTÉZY	12
2.1. Cíl.....	12
2.2. Hypotézy a úkoly práce.....	12
3. LITERÁRNÍ PŘEHLED	14
4. TEORETICKÁ ČÁST	17
4.1. Historie výzkumu účinků masáže na lidský organismus	17
4.2. Účinky masáže	18
4.2.1. Masáž ve sportu	18
4.3. Současný výzkum účinnosti masáže ve sportu	24
4.3.1. Fyziologické účinky a biochemické účinky	26
4.3.1.1. Výzkum vlivu masáže na DOMS.....	29
4.3.1.2. Výzkum vlivu masáže na prokrvení.....	30
4.3.1.3. Výzkum vlivu masáže na odplavení laktátu.....	31
4.3.1.4. Výzkum vlivu masáže na otok svalu.....	32
4.3.1.5. Výzkum vlivu masáže na svalovou sílu	33
4.3.1.6. Výzkum vlivu masáže na flexibilitu a rozsah pohybu	34
4.3.2. Psychologické účinky	35
4.3.2.1. Výzkum psychologických účinků masáže	35
4.3.3. Reflexní (neurologické účinky)	38
4.4. Mechanické vlastnosti svalové tkáně	39
4.4.1. Svalový tonus	40
4.5. Hodnocení svalové tuhosti myotonometrem	41
4.6. Bolest a její hodnocení	45
5. PRAKTICKÁ ČÁST	52
5.1. Metodika práce	52
5.2. Experimentální design	52
5.3. Výběr a charakteristika souboru	56
5.3.1. Výběr souboru	56
5.3.2. Charakteristika souboru.....	56
5.4. Podmínky a postup měření	57

5.4.1. Podmínky měření	57
5.4.2. Postup měření	57
5.5. Měřicí procedury – instrumenty	58
5.5.1. Měření myotonometrem	58
5.5.2. Vizualní analogová škála (VAS)	61
5.5.3. Měření obvodu svalu	61
5.6. Charakteristika experimentálních faktorů	62
5.6.1. Prostředky regenerace	62
5.6.2. Typ zátěže - charakter vybraného zatížení	62
5.7. Rozsah platnosti.....	64
5.8. Metody zpracování dat	64
6. VÝSLEDKY	65
6.1. Výsledky měření myotonometrem	65
6.1.1. Změny velikosti parametrů m. gastrocnemius	66
6.1.2. Změny velikosti parametrů m. soleus	70
6.2. Výsledky měření obvodu svalu.....	74
6.3. Výsledky měřené VAS	77
7. DISKUSE	80
8. ZÁVĚRY	93
9. SEZNAM LITERATURY	94
10. PŘÍLOHY	102

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.

Při přetěžování pohybového aparátu mohou vznikat mikrotraumata provázená jizvami po zhojení a po delší době dochází k omezení pohybu pro únavu při dlouhodobém opakování stejného pohybového úkonu nebo se objevuje bolest z přetížení a může dojít až ke strukturálním změnám ovlivňujícím nepříznivě pohybové chování. (Véle, 2006) Přetěžování pohybového aparátu na jedné straně a nedostatek kvalitní a vhodné regenerace na straně druhé se může stát důvodem předčasného ukončení sportovní kariéry.

Při svém působení na katedře Zdravotní TV na FTVS UK jsem se od začátku zabývala otázkou vhodné regenerace ve sportu. Jednalo se především o kompenzační cvičení jako formu aktivní regenerace a o sportovní masáž, kterou většina autorů (Jirka, 1990) řadí mezi pasivní formy regenerace.

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. I mimořádný zájem studentů o výuku sportovní masáže na naší fakultě tuto skutečnost prokazuje. Literatura uvádí, že sportovci využívají masáž k odbourání laktátu, ke zvyšování prahu bolesti, ke zlepšování flexibility a koordinace, k relaxaci a snížení svalového napětí a ztuhlosti, ke stimulaci cirkulace a k podpoře transportu energie do svalů či k urychlení léčby. Začala jsem se tedy zabývat otázkou, zda je masáž skutečně tak účinným prostředkem zkvalitnění regenerace a urychlení zotavení. Zjistila jsem však, že současný světový výzkum účinků masáže na lidský organismus je rozporuplný. Jelikož mechanismus účinků masáže na lidský organismus je velmi komplexní a složitý, proto i výzkum je v této oblasti 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 na zlepšení výkonnosti ve sportu jsou v současnosti diskutovány mnoha autory a aplikace masáže je spíše opodstatněna zkušenostmi než pozitivními výsledky výzkumu.

Vycházím tedy ze současného výzkumu masáže ve sportu, který podporuje především psychologický vliv masáže (Hemmings, 2000, a,b; Moyer, Rounds, Hannum, 2004), především ve smyslu subjektivního vnímání celkového stavu zotavení organismu po sportovním zatížení, avšak z fyziologického hlediska je nejednotný.

Do dnešní doby jsem nenalezla studii, která by se zabývala přímým vlivem masáže na změny viskoelastických vlastností svalové tkáně po aplikaci masáže. Hodnocením (kvantifikací) viskoelastických vlastností svalové tkáně se ve své práci zabýval Šifta (2005) a po dohodě o spolupráci z této práce vycházím.

Práce se zabývá problematikou objektivizace vlivu masáže na viskoelastické vlastnosti svalové tkáně při interakci sportovního výkonu jak aerobního tak anaerobního. Celá práce je pilotního charakteru, u nás se v současnosti žádný výzkum v této oblasti nekoná, proto bych chtěla podpořit další projekty navazující v budoucnu třeba i na tuto práci.

Cílem této práce je ohodnotit a porovnat míru účinku 5 min sportovní masáže a 5min pasivního odpočinku aplikovaných ihned po zátěži na stav svalu z hlediska reologických vlastností měkkých tkání a dále zjistit, zda má sportovní masáž vliv na velikost obvodu svalu a na subjektivní vnímání bolesti po zátěži.

V práci se pokouším najít odpověď na 4 následující otázky:

1. Má sportovní masáž vliv na tuhost, elasticitu a otok svalu po zátěži?
2. Ovlivňuje masáž po zátěži vnímání bolesti (diskomfortu) ve svalu?
3. Bude v rámci regenerace masáž účinnější než jiný prostředek regenerace (pasivní odpočinek)?
4. Bude mít předchozí druh zátěže vliv na následné změny ve svalu?

Při hledání odpovědí na tyto otázky vycházím ze současné nejednotnosti výzkumu a hledám další metodu, která by mohla objektivně prokázat předpokládané pozitivní účinky masáže. Jelikož výzkum podporuje především vliv masáže na psychiku, předpokládám její pozitivní vliv na vnímání pocitu snížené bolesti ve svalu, avšak beru v potaz velmi subjektivní stránku tohoto hodnocení.

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

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

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

Hypotéza 3

Předpokládáme, že při srovnání obou druhů regenerace bude mít masáž kladnější vliv na subjektivní vnímání bolesti svalu ve smyslu diskomfortu. Masírování 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 rozdílu 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. LITERÁRNÍ PŘEHLED

Problematikou vlivu masáže ve sportu, z hlediska jejího působení na urychlení zotavení a zkvalitnění regeneračních pochodů v organismu, se zabývá velké množství autorů. Avšak knižních publikací zahraničních autorů u nás nalezneme jen velmi málo. Jednou z nejnovějších zahraničních publikací, se kterou jsem měla možnost se setkat, a která je dle mého názoru velmi dobře zpracována, zpracovali Benjamin a Lamp (2005), kteří jsou zastánci celostního přístupu ke sportovci a velmi podrobně se zabývají možnými účinky masáže a hledají možnosti, jaké masážní hmaty a postupy jsou neúčinnější pro zkvalitnění a urychlení procesu zotavení po výkonu. Publikace týkající se masáže ve sportu od českých autorů se objevují od konce 80. a počátku 90. let 20. století. Nejvíce se ve svých publikacích věnoval masážími Kvapilík (1980, 1991, 1992) a na Slovensku Jánošdeák (1989), v současnosti novější publikace od Riegerové (2002), Flandery (2005), Sedmíka (2008) a Hoškové (2000) navazují na jmenované autory. Žádný z českých autorů se nevěnuje výzkumu účinků masáže a jejich mechanismem působení v dostatečné míře. Je to možná i z důvodu nedostatečného přístupu k novým poznatkům.

Zahraniční publikace týkající se nejnovějších poznatků z oblasti masáže ve sportu nejsou běžně dostupné nebo se u nás ani nenacházejí. Knihovna *FTVS UK* a *Akademie věd ČR*, kde jsem hledala možné informace, neodebírají všechny odborné časopisy a publikace, ve kterých by bylo možné vhodné a nové tituly nalézt.

Proto jsem používala nejčastěji možnosti sítě *Internet*, kde jsem pomocí předplacených služeb jak naší fakulty, tak AV ČR mohla nalézt odborné články zabývající se výzkumem účinků masáže. Bohužel mnoho z nich jsem nemohla pro práci použít, a to z důvodu nemožnosti přístupu k fulltextu.

Z důležitých internetových zdrojů lze jmenovat Bránu k informacím <http://bi.cuni.cz>, která představuje vstupní portál k různým odborným vyhledávačům, např. *SPORTDiscus (EBSCOhost)* a medicínskou digitální databázi *MEDLINE* a v rámci této databáze vyhledavač *PubMed* poskytující velké množství informací, avšak mnoho článků bylo přístupných pouze ve formě abstraktu.

Mezi odborné časopisy, ve kterých jsem našla největší množství článků týkajících se výzkumu účinků masáže patří *Journal of Athletic Training*, *British Journal of Sports Medicine*, *International Journal of Sports Medicine*, *The American Journal of Sports Medicine* a [Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy](#). V časopise *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* jsem našla velké množství odkazů na výzkum v oblasti masáže, avšak přístup k těmto výzkumným článkům byl zcela omezen.

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 a 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 svalů, zmenšený rozsah pohybu, otok svalů). (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)

Autoři, kteří jsou nejčastěji citováni ostatními, a kteří i nejčastěji publikují své výzkumné studie z oblasti fyziologických účinků masáže jsou Tiidus, Shoemaker a Smith.

Psychologickými a neurologickými účinky masáže na sval, subjektivním vnímáním a hodnocením bolesti svalů se nejvíce zabývá Field, Hemmings a Moyer, Rounds, a Hannum, na které se v podstatě odvolávají všichni autoři zabývající se touto problematikou .

Svalová tuhost nebo zvýšené napětí svalu, které je zmiňováno v souvislosti se zátěží a možností účinku masáže po výkonu, cíleně zkoumáno nebylo. Pouze Callaghan (1993) se zmiňuje o vlivu zkoumání vlivu masáže na svalový tonus, který byl objektivně hodnocen pomocí H-reflexu, a který byl masáží ovlivněn, avšak pouze při jejím provádění.

Svalové napětí testoval a hodnotil ve své práci Šifta (2005), kdy měřil viskoelastické vlastnosti svalu myotonometrem u pacientů se spastickými svaly. Myotonometr je hodně využíván Španěly, především v oblasti neuropsychologie, a to pro autorehabilitační programy, kde je nutné kontrolovat stupeň a změny svalového napětí uchovávat data (Barroso y Martín, 1999; Murga et al., 2002). O tomto zájmu využití myotonometru mě přesvědčil velký zájem španělských kolegů na 8. Mezinárodního kongresu Evropské federace pro výzkum v rehabilitaci v Lublani v roce 2004, kterého jsem se zúčastnila. Reliabilitu měření myotonometrem hodnotí Leonard (2003, 2006).

4. TEORETICKÁ ČÁST

4.1. Historie výzkumu účinků masáže na lidský organismus

Použití masáže má dlouhou historii, která spadá až do období Mezopotámie a je jí připisováno mnoho účinků. Již Hippokrates (460 – 377 p. n.l.) obhajoval vliv tření na ztuhlost svalu. (Moyer, Rounds, Hannum, 2004). V 16. století francouzský chirurg Ambroise Paré pozoroval pozitivní účinky masáže, především u pacientů masírovaných po operacích a zahrnul masáž jako hlavní léčebný postup u těchto pacientů. (Rajkowska-Labon et al., 2007)

Výzkum masáže, z hlediska jejích účinků na lidský organismus z pohledu vědeckého zkoumání se objevuje až na konci 19. století. Německý lékař Johan Mezger, na základě vlastního výzkumu a zkušeností rozvíjí kompletní masážní systém a stává se tak předchůdcem základů „vědecké masáže“ a začíná dále zkoumat místní a reflexní účinky masáže na lidský organismus. Jeden z Mezgerových studentů byl i profesor Univerzity v Berlíně Izydor Zabłudovski, díky němuž se masáž dostala do příhodné pozice v povědomí lékařů té doby. (Rajkowska-Labon et al., 2007)

V 19. století tedy dochází k rozmachu a k modernímu pojetí masáže, a to především ve Švédsku, Německu a Francii. Moyer, Round a Hannum (2004) poukazují na Pera Linga, který rozvinul tzv. Švédskou masáž, ze které dnes vychází většina moderních forem masáže, včetně té užívané ve sportu.

V Českých zemích je za zakladatele moderní masáže považován ortoped Vítězslav Chlumský. (Sedmík, 2008, Flandera, 2008) Masáž se u nás dostává do povědomí lékařů na začátku 20. století. První českou publikaci napsal v roce 1906 pod názvem „O masáži“ jmenovaný V. Chlumský.

Až po první světové válce se objevuje pokus MUDr. M. Jaroše o šíření masáže a školení masérů, avšak mezi sportovci s malým úspěchem. (Kvapilík, 1991). Jarošova publikace z roku 1934 s názvem „Sportovní masáž“ v nákladu Československé obce Sokolské popisuje jednotlivé hmaty sportovní masáže doplněné četnou obrazovou dokumentací. Publikace obsahuje podrobný popis masážních hmatů, masáž jednotlivých částí těla a dělení masáže dle jejího účinku. Zdůrazňuje potřebu

masážních prostředků a jejich význam a vliv na kvalitu masáže. V neposlední řadě popisuje účinky masáže na lidský organismus. Pozitivní účinky masáže dělí do několika skupin, podobně, jak dělí účinky masáže současní autoři, a to na účinky na kůži a podkožní vazivo, na oběh krevní a mízní, na kosterní svalstvo, klouby, šlachy a jejich pochvy a na nervovou soustavu. Překvapující je z mého pohledu účinek na složení krve ve smyslu zmnožení bílých i červených krvinek po masáži, kdy vychází s pokusů Hortových. Avšak nakonec dochází k závěru, že masáž na krevní složení má minimální účinek. (Jaroš, 1934) Je to možná i důvod, proč tento účinek v současné literatuře zmiňován není.

4.2. Účinky masáže

Masáž patří do přirozených metod a hraje významnou roli jako léčebný postup nebo jako prevence. Masér působí na kůži, podkoží, svalstvo, klouby a také na vnitřní orgány a systémy. Masáž „tvoří“, léčí, relaxuje, uvolňuje a reguluje svalové napětí, obnovuje tělesnou rovnováhu a zlepšuje celkovou imunitu organismu.

Weerapong et al. (2005) definuje masáž jako *„mechanickou manipulaci tělesných tkání rytmickým stlačováním a třením s cílem zlepšit zdravotní stav a pohodu.“* Užívanou formou masáže ve sportu je tzv. klasická západní masáž (Classic Western massage) nebo Švédská masáž (Swedish massage) a tyto druhy masáže jsou i nejvíce zkoumány.

4.2.1. Masáž ve sportu

Masáž ve sportu je velmi oblíbeným a prakticky nejčastějším prostředkem pro urychlení procesu zotavení po výkonu. Je hojně využívána ve sportu vrcholovém a výkonnostním, ale je i oblíbeným prostředkem aktivní regenerace ve sportu rekreačním. V rámci regenerace využíváme masáž odstraňující únavu, proto se budeme nadále zabývat touto formou masáže. Dle Moralese (2006) je masáž ve sportu užívána jednak jako součást prevence poškození z přemíry tréninkových dávek a za druhé je masáž spojována se sportem s cílem zlepšit výkonnost sportovce. Hojně využívání masáže u sportovců dokazuje i skutečnost např. při Olympijských hrách

v Atlantě v roce 1996, kdy 47% z celkového času věnovaného léčebným procedurám u sportovců tvořila právě masáž. Na Olympijských hrách v Aténách v roce 2004 připadalo na 10 000 sportovců v olympijské vesnici 600 masérů a toto číslo má stoupající tendenci. (Morales, 2006)

Mnoho sportovců využívá masáž k urychlení odplavení laktátu, ke zvyšování prahu bolesti, ke zlepšování flexibility a koordinace, ke stimulaci cirkulace a k podpoře transportu energie do svalů, pro odstranění svalových křečí, k urychlení léčby a normalizaci kloubní pohyblivosti. Avšak základ pro předepsání masáže je spojován pouze s praktickými zkušenostmi a není založen na základech vědeckých principů. (Boone, Cooper, Thomson, 1991)

Sportovní masáž se užívá v rámci přípravy svalu na výkon, urychlující zotavení při svalové bolesti a jako podpora zlepšení výkonnosti. Protokoly výzkumných studií a jednotlivé techniky masáže se liší, avšak společně míří ke stejnému cíli. Cílem těchto masážních technik je ulehčení pohybu tekutin (krve a lymfy), zvýšení cirkulace a tím snížení intramuskulárního otoku. (Hart, Swanik, Tierney, 2005)

Současný výzkum účinků masáže na lidský organismus z hlediska urychlení zotavení po zátěži je rozporuplný z mnoha důvodů. Jelikož mechanismus účinků masáže na lidský organismus je velmi komplexní a složitý (Jánošdeák, 1989), proto i výzkum je v této oblasti složitý. Účinky masáže na fyziologické parametry lidského organismu se ve větší části výzkumných studií významně nepotvrzují a autoři se rozcházejí. Avšak všichni se shodují na tom, že je potřeba dalšího výzkumu a jsou si vědomi nedostatků ve výzkumu. Každá studie, se kterou jsem se setkala, na svém počátku uvádí řadu pozitivních účinků, které jsou od masáže ve sportu očekávány, které urychlují zotavení a regeneraci organismu, jenž je pravidelně vystavován většinou jednostranné sportovní zátěži. Účinky jsou děleny z různých hledisek a každý autor má na tuto problematiku trochu odlišný pohled a používá odlišný název pro ten samý účinek masáže.

Obecně je masáž charakterizována jako mechanoterapie, kde dochází k mechanickému působení na svalový systém. Dělení účinků masáže, jak bylo řečeno, není jednotné. Dle mého názoru je to proto, že spolu jednotlivé účinky velmi úzce souvisejí, vzájemně se prolínají a nelze je od sebe zcela oddělit. Jejich působení není izolované,

jelikož i lidský organismus pracuje jako celek a žádný systém nepracuje izolovaně. Lamp a Benjamin (2005) se přiklánějí také k celostnímu přístupu ke sportovci a uvádějí, že sportovní masáž pracuje na několika úrovních, a to na fyzické, psychické, emocionální a sociální stránce sportovce.

Jako obecné účinky sportovní masáže na lidský organismus literatura uvádí účinky *(bio)mechanické, fyziologické, biochemické, reflexní (neurologické) a psychologické.*

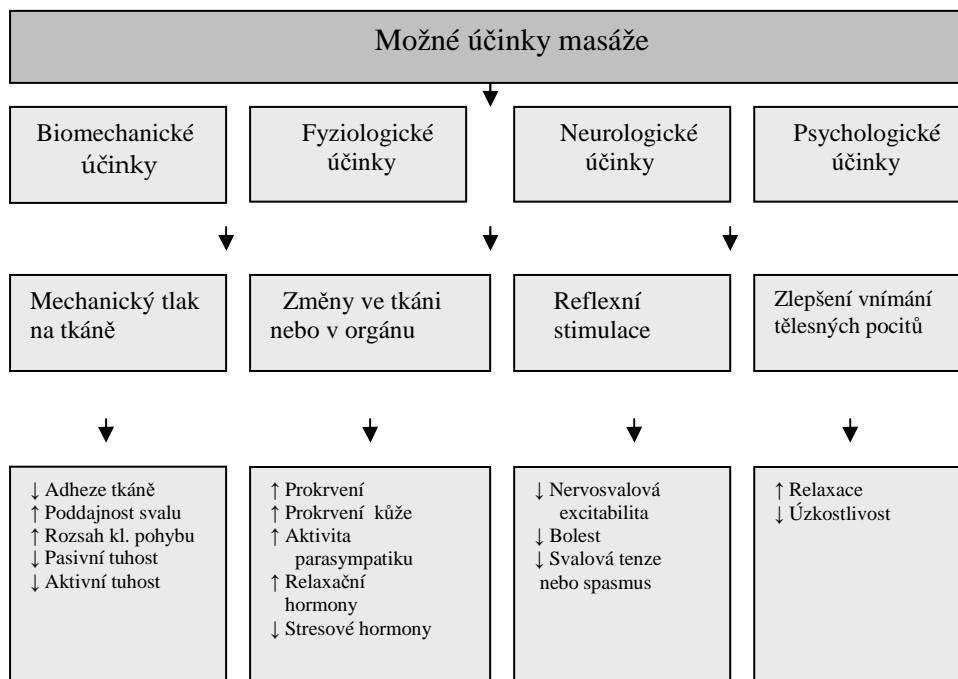
Mechanické účinky jsou výsledkem působení tlaku na sval, dochází ke zrychlení průtoku krve, s čímž souvisejí **účinky fyziologické** a s nimi úzce související **biochemické účinky**, jež poukazují na metabolické změny ve svalu, na který je působeno, a to ve smyslu urychlení metabolických pochodů. Jedná se tedy, jak již uvedeno, o urychlení krevního oběhu a s ním souvisejícími jevy (např. odstranění laktátu, kreatinkinázy, enzymů, močoviny, vyplavení látek histaminového charakteru, adrenalinu, acetylcholinu, prostaglandínů, akumulace neutrofilů ve svalu (únik bílých krvinek do svalu pro léčbu zánětu = bolesti) (Smith, 1994). Tiidus (1997) píše o zvýšení pohybu hydrogenových iontů ze svalových buněk, urychlení doplnění draslíku, vysokoenergetických fosfátů či glykogenu.

S fyziologickými účinky dále souvisejí **účinky reflexní**. Někteří autoři je uvádějí jako **neurologické**. Dle Kvapilíka (1991, 1992) a Riegerové a kol.(2002) jsou nejdůležitější. Dochází ke dráždění proprioreceptorů v kůži, podkoží, ve svalech i šlachách. Při masáži dochází k iradiaci vzruchů a tak má vliv i na okolí a vyvolává v něm reakce (např. vliv na svalový tonus). Z tohoto vyplývá celkový dopad masáže na organismus.

Psychologické účinky se váží na reakci na dotek. Velikost psychologického účinku je velmi individuální a může ovlivnit celkový dopad sportovní masáže na jedince vzhledem k jeho vnímání masáže na svém těle a jeho postoji k masáži jako prostředku aktivní regenerace. Sportovní masáž je využívána k podpoře uvolnění a relaxace. Relaxace se vlivem masáže může projevat např. zvýšením endorfinů v plazmě, snížením úrovně vzrušení, úrovně stresových hormonů a aktivací parasympatické odpovědi. Výzkumy Weinberga et al. (1988) a Hemmingse (2000) potvrzují pozitivní psychologický účinek masáže z hlediska zlepšení nálady. V oblasti

psychologických účinků masáže na lidský organismus Weerapong et al. (2005) uvádí pozitivní vliv na stres (vnitřní neklid).

Možné účinky sportovní masáže Weerapong et al. (2005) dělí na 4 skupiny (tab. č.1):



Tabulka 1. Teoretický model možných účinků masáží dle Weeraponga et al. (2005)

V publikaci Benjamina a Lampa (2005) se objevuje termín „řetězení účinků“ *reakcí* (chain – reaction). V tomto řetězení se napojují tzv. primární a sekundární účinky masáže. Primární účinky ovlivňují účinky sekundární př. zvýšení prokrvení vyvolá zlepšení výživy buněk a dojde k rychlejšímu zotavení, elastičtější a pružnější pojivě tkáňe zlepší rozsah pohybu a tím se zvýší síla, snížení úzkosti přispívá ke zlepšení duševní soustředěnosti a k lepší koncentraci.

Za primární účinky považují přímý vliv na fyziologické a psychické změny sportovce a na jeho kondici a sekundární účinky navazují na účinky primární.

Primární účinky masáže dle Benjamina a Lampa (2005)

- zlepšené prokrvení
- svalová relaxace (uvolnění)
- oddělení svalové a pojivě tkáňe (fascie)
- podpora hojení jizvy

- normalizace pojivové tkáně
- deaktivace trigger points
- celkové uvolnění (relaxace)
- snížení stresu a neklidu
- pocit pohody
- zlepšení pozornosti a duševní jasnosti

Sekundární účinky masáže dle Benjamina a Lampa (2005)

- více energie
- volnější pohyb v kloubech
- rychlejší zotavení
- redukce bolesti
- odpovídající úroveň emocionální stimulace
- pozitivnější náhled na svět a motivace

Jak dělí naši současní autoři účinky masáže na lidský organismus?

Mezi předními českými autory zabývajícími se účinky sportovní masáže jsem bohužel dodnes nenalezla výzkumnou studii, která by sledovala působení masáže na organismus sportovce, ať již ve smyslu fyziologickém či psychologickém. Jediná práce experimentálního charakteru byla publikována v roce 1972 Hoškovou (1972), kde byl zkoumán vliv působení masáže odstraňující únavu v různém tempu masážních hmatů, a to jak subjektivními, tak objektivními metodami hodnocení. Čeští autoři se ve svých publikacích ve výčtu možných účinků masáže na lidský organismus v podstatě shodují se zahraničními autory. I když jejich dělení není stejné, je jednodušší, většinou uvádějí podobné poznatky, shodují se také mezi sebou a málokdy se odkazují na výzkum. Popisují účinky sportovní masáže jako komplexní a dále je dělí do 3 skupin na *reflexní* (dráždění či tlumení kožních receptorů), *biochemické* (zlepšení prokrvení, zvýšení teploty těla, zlepšení celkové látkové výměny) a na *mechanické* (urychlení krevního a mízního oběhu, urychlení odplavení metabolitů a zlepšení vstřebávání některých výpotků). Uvádějí, že masáž po výkonu urychluje zotavení svalů, zlepšuje krevní oběh, odstraňuje zplodiny metabolismu. Cílená masáž může odstranit křeče, sníží riziko zánětů vazivové tkáně, urychlí zhojení poškozeného

vaziva, zmírňuje otok kloubů a může zlepšit kloubní pohyblivost. (Kvapilík, 1991, 1992, 1980; Matek, 1988; Riegerová a kol., 1995, 2002; Flandera, 2005)

Flandera (2005) se jako jediný se dívá na účinky masáže i z jiného pohledu a dále dělí účinky masáže z hlediska působení masáže na organismus dle místa účinku na místní, vzdálené a celkové účinky. Místní účinky se týkají přímého působení na kůži, urychlení krevního a mízního průtoku, zlepšení prokrvení (rozšíření kapilár), odplavování metabolitů, zlepšení vstřebávání otoků, zlepšení výživy a svalové činnosti a v neposlední řadě ke snížení svalového napětí. Myslím, že bychom místní účinky mohli nazvat zároveň účinky fyziologickými. Vzdálené účinky se shodují s účinky reflexními. Jako celkové účinky masáže zmiňuje vznik biogenních aminů – biologicky aktivních látek plnících důležité funkce v nervovém systému, dále zlepšení látkové výměny spojené se změnou ve vnitřním prostředí a činností endokrinních žláz.

Sedmík (1999, 2008) se prakticky shoduje s ostatními českými autory, ale nedělí účinky masáže jako ostatní naši autoři do 3 kategorií. Nicméně z jeho pohledu vyplývají opět jako první účinky reflexní. Zmiňuje především humorální, celkovou odezvu organismu na masáž (uvolnění histaminu a H-látek na základě mechanického působení), odezvu nervovou (po podráždění nervových receptorů) a dále odezvu hormonální (vyplavení hormonů do krevního řečiště).

Zdůrazňuje, i ochrannou funkci masáže, protože díky zlepšenému prokrvení kůže a podkoží dochází k lepšímu vstřebávání kyslíku, živin, ochranných látek (imunoglobulinů) kůží. Hovoří o tlumivém účinku kožní bolesti díky působení na nervová zakončení v kůži.

Účinky sportovní masáže se, hlouběji než čeští autoři, zabývá slovenský autor Jánošdeák (1989). Dle Jánošdeáka (1989) je mechanismus působení masáže poměrně komplikovaný. S českými autory se v dělení účinků masáže shoduje, avšak zaměřuje se i na výzkum a hlubší rozbor mechanismu působení masáže. Masáži přičítá účinky na ovlivnění svalového napětí a uvádí i možnost svalové hypertrofie pomocí masáže. V rámci zlepšení prokrvení říká, že dochází k podpoře návratu žilní krve z periferie což se projevuje příznivě na tepenném proudění a tím se ulehčuje práce levé srdeční komory. V souvislosti s prokrvením a sportovním výkonem Jánošdeák (1989) a stejně tak i Riegerová (1995, 2002) uvádějí rozdíl množství otevřených kapilár ve svalu v průřezu 1mm². V klidu je to 30- 270 kapilár a po masáži až 1400 kapilár.

Jánošdeák (1989) se zabývá hlouběji i účinky masáže na látkovou přeměnu a vylučování. Dle Handelsonova pozorování (in Jánošdeák, 1989) se po masáži zvyšuje spotřeba O₂ přibližně od 10-20% a při aplikaci masáže po výkonu ještě více. Urychlení metabolických pochodů znamená odplavování odpadních produktů metabolismu a dochází k většímu vylučování moči. Po masáži to může činit až 60%. Jde o intenzivnější mobilizaci vody, především z podkožního vaziva, ze svalů a větší přítok krve ledvinami, což někteří autoři (in Jánošdeák, 1989) vysvětlují jako reflexní účinek masáže na ledviny.

4.3. Současný výzkum účinnosti masáže ve sportu

Efektivita masáže může záviset na zručnosti či dovednosti a zkušenosti maséra a na druhu masáže (sportovní, léčebná, podvodní, ledová,...), na masážním prostředku, na masírované lokalitě a jejím zacílení, na výběru masážní techniky, na délce trvání masáže, na počtu a frekvenci masáží, na výběru pohybové aktivity, která předcházela masáži (stav svalové tkáně před masáží) - různé modely zatížení, kterému byly testovaní vystaveni v různých studiích. Z toho vyplývá různá velikost či vážnost poškozené svalové tkáně, která byla následovně masírována.

Účinnost masáže závisí i na vzorku testovaných jedinců, v přístupu masírovaného k masáži, jeho očekávání, individuální odpověď na masáž u stejného masážního protokolu, jakým způsobem byli vybráni jedinci pro výzkum, zda proběhla randomizace. Významnou roli hraje i placebo efekt. Vzhledem k tomu, že *in lege artis*, musíme brát v úvahu individualitu jedince (sportovce), jeho momentální funkční stav (včetně stavu limbického systému – nálady, svalového tonu, roční doby, počasí, motivace, vztahu k obtížím, atd.), je téměř vyloučené vytvořit homogenní skupinu. (Poděbradský, Vařeka, 1998)

Dále jsou účinky masáže ovlivněny i tím, zda je jako prostředek zotavení po zátěži použita pouze samotná masáž nebo kombinace postupů, mezi které je masáž zahrnuta. Kombinace postupů se jeví ve výzkumu jako nejefektivnější způsob urychlení zotavných procesů. (Rodenburg, Steenbeek et al., 1994, in Zainuddin et al. 2005)

Při výzkumu účinků masáže ve většině případů masíruje kvalifikovaný masér s několikaletými zkušenostmi, jsou i studie, ve kterých masírují studenti, někdy se

setkáváme i s výzkumy, kdy nemasíroval stále stejný masér, což velmi ovlivňuje konečné výsledky.

Aplikace masáže se liší i ve smyslu zacílení. Bývají masírovány různé a různě velké svalové skupiny (svaly předloktí, extenzory bederní páteře, hamstringy, m. quadriceps femoris, lýtkový sval, atd.), v některých případech i celé tělo, což samozřejmě také ovlivňuje výsledky.

Výsledky výzkumu nejsou jednoznačné ani v délce aplikace masáže. Od krátké 3 min či 5min masáže po 15min, 20min či 30 min masáž, Morales (2005) dokonce aplikoval ve svém výzkumu 40min masáž.

Dále je důležitá doba aplikace masáže po zátěži nebo po výkonu. Ruští sportovní maséři tvrdí, že sportovní masáž by měl být aplikována 1 – 3 h hodiny po ukončení zátěže. Smith et al. (1994) uvádí, že pro efektivitu masáže ve sportu je doba po zátěži velmi důležitým (rozhodujícím) prvkem. Doba aplikace masáže po zátěži je však ve výzkumu také velmi rozličná, od masáže aplikované bezprostředně po zátěži až po aplikaci 24h po výkonu, kdy autoři předpokládají nástup tzv. opožděné svalové bolestivosti (Delayed Onset Muscle Soreness). Největší množství výzkumů provádělo masáž 2-4h po zátěži.(Zainuddin et al., 2005) Pouze Tiidus a Shoemaker (1995) opakovali 10min masáž ještě 2. a 4. den po zátěži. Jönhagen, Ackermann, Ericsson (2004) opakovali 12min masáž dolní končetiny 1. a 2. den po zátěži.

Zátěž, která předcházela masáži se ve výzkumech také velmi odlišuje. Od izometrické zátěže trvající 3 min (Brooks et al., 2005), 90s výdrž v extenzi (Tanaka, Leisman, Mori et al., 2002; Mori et al., 2004), 60 maximálních kontrakcí excentrického charakteru (Zainuddin et al., 2005), po ½ maraton (Dawson, Dawson, Tiidus, 2004) , 5 km maximální test na cykloergometru (Monedero, Donne, 2000), anaerobní 30s Wingate test (Martin et al., 1998), 6x30s intenzivní zátěž na cykloergometru (Barlow et. al. 2007), 5x2min boxování (úder) (Hemmings et. al. 2000), submaximální excentrické zatížení lýtkového svalu. (Hart et al. 2005) Z tohoto vyplývá, že charakter zatížení je opravdu velmi odlišný.

Dalším problémem ve výzkumu je užívaná technika masáže, protože ta má neoddiskutovatelný vliv na celkový i lokální účinek masáže ať již na fyziologické, biochemické parametry, ale i na parametry psychologické. (Sherman et al., 2006) Masáž ve sportu vychází ze Švédské masáže a zahrnuje různé kombinace roztírání, hnětení, tření, tepání, chvění a vibrací, avšak záleží vždy na masérovi, jakou kombinaci, jakou rychlost, jakou hloubku hmatu zvolí, což ovlivňuje její účinek na organismus. (Moraska, 2005) Nikdo se ve výzkumu příliš nezabývá přesným popisem prováděné techniky masáže. Technika, která má stejné pojmenování se může lišit individuálně podle toho kdo ji užívá. I z těchto důvodů se výsledky, zdánlivě velmi podobného výzkumu sledujícího stejné parametry, rozcházejí. Dle Shermanové et al. (2006) je popsáno více než 80 forem masáže, z nichž se největší množství rozvinulo v posledních 30 letech. Je to z důvodu, že cíle jsou velmi specifické. Prvotním a společným faktorem pro všechny druhy masáží je dotyk, který dle mého názoru souvisí především s psychologickým působením masáže nejen ve sportu. Domnívám se, že proto i výsledky jsou připisovány především účinkům psychologickým.

Konečně se mnoho autorů přiklání ke kombinaci několika prostředků (rozcvičení, strečink) s masáží a tento postup se jeví jako neúčinnější. Zde je však složité posoudit, jaký podíl v účinnosti regenerace měla právě masáž. (Rodenburg, Steenbeek et al., 1994, in Zainuddin et al., 2005; Tiidus, 1997; Smith et al. 1994)

Ačkoliv se mnoho autorů účinky sportovní masáže zabývá, stále je třeba dalšího výzkumu. Objektivizace výsledků řady výzkumů je problematická. Některé vědecké práce ukazují na nejasnosti týkající se účinků masáže a řada autorů se domnívá, že skutečně vědecky a relevantně byl zatím potvrzen pouze psychologický účinek sportovní masáže. To ovšem, dle mého názoru, nijak nesnižuje možnosti využití masáží v praxi jako významného prostředku urychlujícího regeneraci organismu sportovce. Z celostního pohledu na člověka, kdy jsou systémy fyziologický, psychologický a autogenní navzájem spojeny, dochází nutně k vzájemnému ovlivnění těchto systémů. I přes z výzkumu vyplývající prokázanou účinnost masáže pouze na psychiku člověka, jsem přesvědčena, že v praxi masáž zůstane významným prostředkem využívaným v rámci urychlení zotavení a regenerace ve sportu.

4.3.1. Fyziologické účinky a biochemické účinky

Souhlasím s autory, kteří zahrnují biochemické účinky masáže do fyziologických, jelikož se domnívám, že souvislost je tak úzká, že je velmi složité je od sebe oddělovat. Navíc ve výzkumu jdou fyziologické a biochemické ukazatele možných účinků masáže ruku v ruce.

Fyziologické parametry zkoumané z pohledu účinnosti masáže na urychlení nebo zkvalitnění procesu zotavování po sportovním výkonu nejsou ve většině zkoumány izolovaně, ale každá studie většinou sleduje více ukazatelů. Autoři se zabývají možnostmi zlepšené cirkulace a prokrvení po aplikaci masáže a s tím související odplavení metabolitů z tkáně (svalu). Mezi nejčastěji sledovaným ukazatelem fyziologických účinků je sledování opožděné svalové bolestivosti (Delayed Onset Muscle Soreness, dále DOMS) a jejích projevů (bolest, otok, tuhost svalů, snížená svalová síla, zmenšený rozsah pohybu - flexibilita).

Charakteristika opožděné svalové bolestivosti (DOMS)

K opožděné svalové bolestivosti dochází a bolest vrcholí obvykle 24 – 48h po zatížení a za 96h většinou odezní. (Connolly et al., 2003; Proske, Morgan, 2001; Proske, 2005) Někteří autoři (Hilbert et al., 2003) uvádějí, že postupně odeznívá až do 5 – 7 dnů. Velikost poškození závisí na velikosti intenzity zatížení a na tom, zda je sval na zatížení zvyklý (je trénovaný, adaptovaný). (Proske, Morgan, 2001)

Mechanismus poškození

Poškození spočívá v mechanickém porušení sarkomer (Warren et al. 1993, in Connolly et al., 2003), což sekundárně způsobí šíření zánětlivé odpovědi. (Gleeson et al., 1995, in Connolly et al. 2003) Proske a Morgan (2001) ještě uvádějí, že poškození sarkomer v myofibrilách způsobuje následně poškození ve vazbě excitace-kontrakce (E-C poškození – excitation-contraction). Warren et al. (2001, in Proske, Morgan, 2001) došli k závěru, že 75% nebo ještě více poklesu svalového napětí ihned po excentrické zátěži bylo přisouzeno selhání procesu vazby E -C.

Excentrická zátěž způsobí poškození buněčných membrán, což vyvolává zánětlivou odpověď, která vede k vyplavení prostaglandinů (prostaglandin E [PGE₂]) a syntéze leukotriénů. PGE₂ přímo vyvolává pocit bolesti. Leukotriény zvyšují cévní permeabilitu a přitahují neutrofilů do místa poranění (poškození).

„Rašení“ neutrofilů vyvolává tvorbu volných radikálů, které zhoršují poškození buněčných membrán. Výsledkem pohybu buněk a tekutiny z krevního řečiště je otok v intersticiálním prostoru spolu se zánětlivou reakcí. Tato situace může přispět k bolesti.

Proske a Morgan (2001) zmiňují i skutečnost, že vedle poškození svalových vláken může být počátečním příznakem svalové bolesti i porucha smyslových orgánů ve svalu a porucha propriocepce.

Velikost poškození a časové rozvržení jednotlivých kroků rozvoje DOMS záleží nejen na povaze zatížení, ale také na vnitřních faktorech jednotlivce. Connolly (2003) se odvolává na další autory, kteří tvrdí, že větší poškození se objevuje u delších svalů. Jednotlivci, kteří mají tužší svaly, mají většinou horší průběh DOMS.

DOMS je považována za výsledek poškození svalové tkáně a dochází k zánětlivé reakci nekontraktilní pojivové tkáně, což vyvolává pocit bolesti pokud je sval palpován, napínán nebo aktivován. (Byrne, Twist, Eston, 2004) Rovněž Gulick et al. (1996) říkají, že se DOMS projevuje citlivostí na palpaci a na pohyb, sníženou flexibilitou a sníženou maximální volní silou.

Mezi další projevy DOMS je řazena i tuhost svalů, otok svalů (McHugh et al., 1999, in Connolly, 2003) a snížená rychlost kontrakce související s únavou.

Účinky masáže na DOMS

Dle Ernsta (1998) se předpokládá, že masáž má skrz mechanické působení na tkáň účinky na cirkulaci krve a lymfy, tím na snížení otoku tkáně, ischemie a zabránění tím akumulaci produktů způsobujících bolest. Autoři zabývající se mechanismem vzniku DOMS po zátěži a zkoumáním různých přístupů, jak projevy tohoto fenoménu

zmírnit, popisují DOMS jako bolest nastávající po vystavení organismu zatížení převážně excentrického charakteru, na které organismus není zvyklý. Mezi tyto prostředky jsou řazeny prostředky farmakologické, prostředky na rostlinné bázi, strečink, masáž, lehké cvičení, ultrazvuk, místní analgetika, doplňky výživy atd. Dle Connollyho et al. (2003) jsou nejčastěji užívanými metodami pro zmírnění projevů opožděné svalové bolestivosti pasivní strečink a masáž. Zde narážíme na malý počet studií, které by účinky těchto technik podporovaly, resp. podporovaly jejich pozitivní účinky. Některé studie, které provedly kombinaci postupů jako rozcvičení, strečink, masáž, horkou podvodní masáž, ledovou masáž prokázaly pozitivní účinky a urychlení zotavení po zátěži (Rodenburg et al., 1993, in Connolly, 2003), je však velmi problematické přisoudit účinky např. právě jenom masáži.

4.3.1.1. Výzkum vlivu masáže na DOMS

Jedna z prvních studií zabývající se faktem, že sportovní masáž může významně zredukovat DOMS byla provedena Smithem et al. (1994). Cílem bylo určit, zda 30minutová sportovní masáž podaná 2 hodiny po ukončení excentrické zátěže může významně zredukovat akutní zánětlivé projevy ve svalové tkáni a akumulaci neutrofilů, což by v konečném výsledku redukovalo projevy DOMS a hladinu kreatinkinázy, která je nepřímým ukazatelem poškození svalové tkáně a dále zda masáž může mít vliv na zvýšení úrovně séra kortisolu, jelikož kortisol má protizánětlivý účinek. Jejich výsledky potvrzují, že sportovní masáž podaná 2 hodiny po zátěži redukuje intenzitu DOMS a redukuje též hodnoty hladiny kreatin kinázy. Je to pravděpodobně způsobeno interferováním s aktivitou neutrofilů, což je připisováno mechanické činnosti masáže. Tato studie byla provedena u netrénovaných jedinců.

Dle Hilberta et al. (2003) by při poskytnutí masáže brzy po vzniku zánětlivého procesu ve svalové tkáni mohl mechanický tlak, který je při masáži vyvíjen, snížit lemování neutrofilů a tím snížit zánět a následně i svalovou bolestivost. Hilbert et al. (2003) se ve svém výzkumu zabývali nejen otázkou jak masáž působí na cirkulaci neutrofilů, ale také jak ovlivňuje maximální výkon, rozsah pohybu a svalovou bolest během DOMS. Fyziologické účinky masáže na DOMS aplikované 2h po zatížení se kromě účinnosti na snížení bolesti nepotvrdily v žádném ze 3 zmiňovaných parametrů, což je v rozporu s výzkumem Smitha et al. (1994). Možné vysvětlení rozdílných výsledků může být ve

velikosti poškození svalové tkáně předchodí zátěží, která byla u Hilberta et al. (2003) intenzivnější a pravděpodobně způsobila mohutnější zánětlivou reakci.

Zainuddin et al. (2005) sledovali vliv masáže na maximální izometrickou a izokinetickou sílu, rozsah pohybu, hladinu kreatinkinázy a svalovou bolest. Masáž neměla pozitivní účinky na svalovou sílu a na rozsah pohybu, ale byla účinná při redukci velikosti bolesti, při snížení otoku a aktivity kreatinkinázy. Shodují se tak se Smithem et al. (1994) a podporují pozitivní účinek masáže na poškození svalové tkáně.

Je těžké vysvětlit, proč masáž může DOMS redukovat. Někteří autoři tento jev vysvětlují zvýšeným krevním průtokem při masáži, která pomáhá odplavit látky, které bolest způsobují a snižuje se otok. Žádná ze studií však nepotvrdila snížení migrace neutrofilů nebo jiných leukocytů (makrofágů) do poškozených částí. Masáž bolavých svalů může zvýšit práh bolesti sensorických vláken a na určitou dobu blokovat pocit bolesti. (Armstrong, 1992, in Zainuddin et al., 2005)

Jönhagen et al. (2004) zkoumali lokální vliv sportovní masáže na svalovou tkáň. Sledovali parametry bolesti, velikost svalové síly a hladinu neuropeptidů. Uvádějí, že dle nejnovějších výzkumů sportovní masáž způsobuje vazodilataci v podkoží, která je výsledkem vyplavení neuropeptidů, calcitoninu (calcitonin gene-related peptide CGRP) a neuropeptidu Y (NPY), jež jsou zástupci sensorického a autonomního nervového systému, resp. jsou známy jako silné vazoregulační neuropeptidy. Navíc jsou tyto neuropeptidy považovány za tlumiče bolesti (markery, indikátory bolesti). Proto je do svého výzkumu zařadil jako další ukazatele vlivu masáže na svalovou tkáň z fyziologického hlediska. Závěry Jönhagena et al. (2004) ukazují na to, že sportovní masáž nemá vliv na rozdíl ve svalové síle ani na rozdíl v pocitech vnímání bolesti ve svalu m. quadriceps femoris u masírované a nemasírované dolní končetiny. Také koncentrace neuropeptidů CGRP a NPY nebyla rozdílná. Masáž tedy nemá vliv na urychlení lokální regenerace svalu.

Výzkum Jönhagena et al. (2004) je v souladu s Tiidusem a Shoemakerem (1995), kteří také nedošli k pozitivním výsledkům podporující účinky masáže na velikost svalové

síly a dále na prokrvení po excentrickém zatížení u musculus quadriceps ani po 96h po zátěži.

4.3.1.2. Výzkum vlivu masáže na prokrvení

Mori et al. (2004) se zaměřili na vliv 5minutové masáže na změny prokrvení kůže a na intrasvalové prokrvení spojené s lokální svalovou únavou. Jednou z příčin této únavy je snížení přívodu krve do pracujícího svalu a s tím i snížené množství kyslíku a dále nesprávné odplavování metabolitů ze svalu. (Mori et al., 2004) Proto sledovali - prokrvení kůže a velikost prokrvení ve svalu, kožní teplotu a subjektivní pocity únavy. Použili neinvazivní metodu měření prokrvení, a to infračervenou spektroskopii (infrared spectroscopy) a infračervenou termografii (infrared thermography). Pro vnímání únavy volili vizuální analogovou škálu (VAS).

Mori et al. (2004) došli k výsledkům podporujícím větší účinnost masáže na prokrvení a teplotu svalu ve srovnání s pasivním odpočinkem. Změny v prokrvení i v teplotě svalu však byly malé. Není zcela jasné, zda se teplota zvýšila masírováním nebo z pouhého převodu tepla z masérových rukou při masáži či z obou důvodů.

Mori et al. (2004) se tak neshodují s výsledky Tiiduse a Shoemakera (1995, 1997), kteří také měřili prokrvení svalu, a to pomocí laserového ultrazvuku Doppler Ultrasound pro měření prokrvení a došli k závěru, že prosté opakování flexe a extenze v kolenu bylo účinnější na velikost prokrvení než masáž.

Kučera a Dylevský (1997) uvádějí, že při dynamickém zatížení se krevní řečiště svalu střídavě uvolňuje a komprimuje. Sval je při této činnosti obvykle dobře prokrven. Možná právě proto je dynamické lehké cvičení účinnější na prokrvení než masáž.

Prentice (2002) vysvětluje účinky na cirkulaci na základě reflexního mechanismu. Masáží dochází ke zvýšení prokrvení na základě dráždění sympatiku. Pokud dochází k rozšíření kapilár, zvýší se objem a průtok krve a dochází ke zvýšení teploty masírované oblasti. Jelikož však prokrvení po masáži má malou podporu ve výzkumu, tak i otázka odplavení laktátu z masírovaného svalu je diskutabilní.

4.3.1.3. Výzkum vlivu masáže na odplavení laktátu

Ilinen a Cash (1988, in Hemmings, Smith, Graydon et al., 2000) vidí fyziologický podklad pro podporu účinnosti masáže na odplavení laktátu ze svalu ve velikosti prokrvení. Avšak, jak již bylo uvedené výše, účinky masáže na prokrvení nejsou jednoznačné. Účinky masáže na hladinu laktátu, resp. na urychlení jeho odplavení ze svalu, se zabývá mnoho autorů. Ani jedna studie však vliv masáže na hladinu laktátu neprokázala.

Hemmings, Smith, Graydon et al. (2000) ve své srovnávací studii fyziologických a psychologických účinků masáže ve sportu došli k závěru, že masáž neměla ve srovnání s pasivním odpočinkem žádný vliv na odplavení laktátu ze svalu u skupiny boxerů.

Martin et al. (1998) zkoumali účinnost různých prostředků regenerace na rychlost odplavení laktátu po anaerobní zátěži na cykloergometru. Výsledky prokázaly významný podíl aktivního 20minutového cvičení (40% VO₂ max) na snížení hladiny laktátu. Stejně dlouhá masáž, ani pasivní odpočinek, neměly významný vliv na odplavení laktátu. Samotné aktivní zotavení (lehké cvičení, vyklusání, atd.) se jeví ve srovnání s jinými prostředky regenerace, včetně masáže, jako účinnější na urychlení odplavení laktátu. Tuto domněnku vyslovuje i Tiidus (2000).

Monedero a Donne (2000) zkoumali efektivitu 15minutové intervence 4 různých prostředků regenerace po maximálním zatížení na cykloergometru. Zvolili pasivní regeneraci, aktivní (lehké šlapání na kole intenzitou 50% VO₂max), sportovní masáž a kombinaci aktivního zotavení s masáží. Jejich výsledky ukazují na větší efektivitu kombinace aktivního zotavení a masáže v souvislosti s urychlením odplavení laktátu, avšak připisují větší účinnost aktivní složce v kombinaci. Kombinaci jako neúčinnější formu odplavení laktátu prosazuje Bell a Mc Swain (in Benjamin, Lamp, 2005), kteří zastávají názor, že pokud ihned po zátěži je provedeno lehké cvičení a následovně aplikována masáž je toto nejúčinnější prostředek na odplavení laktátu ze svalu.

4.3.1.4. Výzkum vlivu masáže na otok svalů

Prentice (2002) uvádí, že masáž působí na lymfatický systém a urychluje tok lymfy, jenž je závislý na působení vnějších sil jako jsou gravitace, svalová kontrakce, pohyb

nebo právě masáž. Lymfatický systém pomáhá vstřebávat otoky. Proto má dle Prencice (2002) masáž i účinky proti otoku.

Hart, Swanik a Tierney (2005) ve své studii sledovali účinky sportovní masáže na svalovou bolestivost v rámci DOMS a s ní související otok svalu po excentrické zátěži. Zabývali se porovnáním účinku pouhé aktivní regenerace a kombinace 5min aktivní regenerace (lehkého cvičení) v kombinaci s krátkou 5minutovou masáží m. triceps surae, a to 24hodin po zátěži, kdy je předpokládáný počátek DOMS a dále pak 48 a 72hodin po zátěži. Sledovali zda 5 minutová masáž bude mít pozitivní vliv na intramuskulární otok svalu, tedy na obvod svalu m. triceps surae a zda bude mít vliv na vnímání bolesti tohoto svalu. Masáž trvající 5min byla volena z praktického hlediska, kdy autoři shledávají problém v nedostatku času na dlouhou aplikaci masáže. Výsledky výzkumu krátké 5min sportovní masáže 24hodin po zátěži nepotvrdily pozitivní vliv masáže na otok a bolest svalu, tudíž na ovlivnění DOMS. Minimální odchylky se objevily pouze při měření svalu na úrovni 15,24cm (6in), tedy tam, kde je svalové břicho m. triceps surae největší. Samozřejmě postupem času (měření po 24, 48 a 72h od) se hodnoty otoku svalu snižovaly, což mohlo být způsobeno prostým vlivem času na změny ve svalů a snižování otoku přirozenou cestou.

Dawson, Dawson, Tiidus (2004) ve své studii testují účinky masáže na svalovou sílu a otok svalu a dále z hlediska psychologického, kdy hodnotí vnímání bolesti po ½ maratonu. Dané parametry zkoumali po aplikaci 30min masáže na m. quadriceps a hamstringy dolních končetin, přičemž jedna dolní končetina sloužila jako experimentální a druhá jako kontrolní. Výsledky ukazují na prakticky nulové výsledné hodnoty hovořící ve prospěch masáže ve smyslu fyziologickém. V žádném časovém úseku (1, 4, 8 a 11 den po zátěži) nebyl zaznamenán rozdíl mezi dolními končetinami ve velikosti svalové síly ani ve velikosti otoku svalu. Testování však vnímali rozdílně pocity bolesti. Menší bolest vnímali u masírované končetiny. Toto poukazuje na individuální působení masáže na vnímání bolesti svalu což je ve shodě s Hemmingsem (2001), který také potvrzuje, že masáž může mít pozitivní psychologický účinek na masírovaného ve smyslu vnímání stavu zotavení. Limit jejich studie však spočívá především ve faktu, že masáž prováděli dva maséři a jako kontrolní byla volena druhá končetina, což může mít vliv na konečné výsledky.

Zainuddin et al. (2005) sledovali změny otoku svalů horní končetiny (flexory a extenzory lokte) po 10min masáži aplikované 3h po excentrické zátěži. Po masáži zaznamenali významné rozdíly ve velikosti obvodu svalu 3. a 4. den po zátěži. Avšak 30min, 1. a 2. den tyto rozdíly významné nebyly. Je otázka, zda 3. a 4. den šlo o vliv masáže, neboť za tuto dobu mohl sval přirozenou cestou zregenerovat.

4.3.1.5. Výzkum vlivu masáže na svalovou sílu

Studie Brooksově et al. (2005) se zaměřila na okamžité účinky 5min masáže na specifickou malou svalovou skupinu (svaly předloktí), kdy měřili okamžitě po masáži její vliv na výkon. Tuto intervenci považují Brooks et al. (2005) za vhodnou z důvodu testování jedince v průběhu jedné návštěvy a okamžitého měření hodnot odpovědi svalové skupiny (svalová síla) po masáži během jednoho měření, čímž je eliminován vliv dalších možných intervenujících proměnných.

Výsledky ukázaly pozitivní účinek masáže na sílu svalů předloktí. Účinek masáže byl větší než u pasivního odpočinku a placebo intervenci (uvolňování pletence ramenního), především pak na nedominantní horní končetině.

Cílem studie Barlowa, Clarkeho, Johnsona et al. (2007) bylo zjistit zda jednoduchá aplikace masáže hamstringů může způsobit změny v určených charakteristikách EMG, konkrétně m. biceps femoris během submaximální izometrické kontrakce. Výsledky neukázaly významný podíl jednoduché 15min masáže na změny proměnných měřených pomocí EMG. Sledovanými proměnnými byla amplituda EMG a frekvence signálů EMG. Změny středních hodnot frekvence během 30s kontrakce, které typicky indikují svalovou únavu, nebyl masáží nijak zvlášť ovlivněn.

4.3.1.6. Výzkum vlivu masáže na flexibilitu a rozsah pohybu

V dřívější studii stejní autoři Barlow, Clarke, Johnson et al. (2004) zkoumali vliv 15min masáže na flexibilitu (protažení) masírovaných svalů (hamstringů), a to při testu „sit and reach“.

Výsledky ukazují, že jednoduchá masáž nemá vliv na zlepšení výkonu v testu sit and reach absolvovaného ihned po masáži. Avšak výsledky ukazují, že procento změny je závislé na počátečních hodnotách každého jedince. Navíc je flexe v kyčelním kloubu také závislá na stavu zkrácení bederní části páteře (a to z 60%) (Barlow, Clarke, Johnson et al., 2004). Pokud je flexe v kyčelním kloubu limitována právě zkrácením

bederní části páteře nebo i flexibilitou v ramenních kloubech, tak masáž hamstringů pravděpodobně nemůže mít účinek na výkon v testu.

Vliv masáže na flexibilitu zkoumali i McKechnie, Young a Behm (2007). Zajímá je účinek rozdílných hmatů (hnětení vs. tepání) ve srovnání s pasivním odpočinkem. Výsledky ukazují na kladný vliv 3 min masáže na flexibilitu masírované svalové skupiny (plantární flexory) ve srovnání s pasivním odpočinkem, avšak mezi hmaty se rozdíl v účinku neprokázal, což je překvapivé, protože bylo předpokládáno, že právě tyto dva hmaty, pro svou rozdílnost, budou mít jiný účinek. Je možné, že na jiný ukazatel by tyto hmaty působily rozdílně.

4.3.2. Psychologické účinky

Kvapilík (1980) vysvětluje psychologický vliv masáže na jedince působením současně na nervovou soustavu a psychiku člověka.

Výzkum psychologických účinků masáže ve sportu není bohatý (Hemmings, Smith, Graydon et al., 2000), ale jeho výsledky podporují pozitivní vliv masáže na psychiku sportovce, a to převážně z hlediska subjektivního vnímání nálady a psychické pohody, která bývá nejčastěji zkoumána pomocí dotazníku POMS (Profile Of Mood State). Dále je sledováno vnímání zotavení a svalové bolesti pomocí různých typů škál.

Převážně psychologickými účinky masáže po zátěži se zabývá Hemmings. Udává, že psychologická regenerace po intenzivní zátěži musí jít ruku v ruce se zotavením fyziologickým. Hemmings (2000a) Pozitivní vliv masáže na tzv. psychickou pohodu potvrzují Caffareli a Flint (1993, in Hemmings, 2000a). Byla nalezena souvislost mezi masáží a zlepšením nálady (rozpoložení) resp. po masáži byly nalezeny nižší stupně psychického napětí, únavy, deprese a zlosti. Hemmings (2000a) uvádí, že problém ve výzkumu psychologických účinků masáže může být ovlivněn již samotným kontaktem maséra a sportovce a dále subjektivním postojem masírovaného k masáži. Tuto skutečnost již předem může docílit zlepšení nálady či rozpoložení.

Kaada a Torsteinbo (1989) objevili 16% zvýšení hladiny koncentrace endorfinů po masáži. Předpokládají, že vyplavení endorfinů může být možným vysvětlením pro pocitu pohody po masáži.

4.3.2.1. Výzkum psychologických účinků masáže

Hemmings (2000a) sledoval skupinu boxerů, kterým byla po klasickém tréninku aplikována 20min masáž a její účinky byly srovnávány s pasivním odpočinkem a s pouhým dotýkáním ihned po tréninku a po 3 dnech. Pomocí modifikovaného dotazníku POMS, který obsahoval 5 subškál (hněv, ráznost, napětí, deprese, únava) zjišťovali účinek masáže na psychickou pohodu po sportovním tréninku. Dotazník POMS vyplňovali těsně před a ihned po intervenci. Z výsledků vyplývá, že masáž má pozitivní psychologické účinky, a to na vnímání únavy a napětí po tréninku. Výsledky se sice ne zcela shodují s výzkumem Weingerga et al. (1988, in Hemmings, 2000), protože Weingerg došel k lepším výsledkům i v jiných parametrech, což však mohlo být způsobeno limitací Weinbergova výzkumu ve smyslu ovlivnění již samotnou anticipací (pozitivní očekávání pozitivního účinku masáže) a jejího vlivu na celkový výsledek. Aby tuto anticipaci vyloučil, aplikoval Hemmings (2000a) jako další intervenci pouhé dotýkání.

Hemmings, Smith, Graydon et al. (2000) sledovali v dalším výzkumu opět boxery. Kromě fyziologických parametrů (zotavení, výkon) opět sledovali vliv 20min masáže velkých svalových skupin (dolní končetiny, záda, pletenec ramenní, horní končetiny) na psychiku, a to ve smyslu vnímání zotavení po výkonu. Stupeň zotavení hodnotili pomocí 7 stupňové škály (linear rating scale). Ukázalo se, že masáž má vliv na subjektivní vnímání zlepšení zotavení ve srovnání s pasivním odpočinkem. Zajímavý je fakt, že i přes nulový účinek na hladinu laktátu a glukózy, masírovaní boxeři měli po druhém opakovaném výkonu lepší výsledek. I přes vyšší hladinu laktátu byl výkon masírovaných lepší. Vysvětlením může být očekávání testovaných, že masáž bude účinná a tím možné vyvinutí většího úsilí při druhém výkonu.

Cílem další výzkumné studie Hemmingse (2000b) bylo sledování psychologických a imunologických účinků masáže na člověka. Opět sledoval skupinu boxerů a soustředil se na vnímání pocitu stupně zotavení po tréninku a po 20min masáži, po pasivním odpočinku nebo po pouhém dotýkání pomocí již zmiňované 7 stupňové škály, ve které se ptal na subjektivní pocity zotavení. Výsledky ukázaly významný přínos masáže při subjektivním vnímání stupně zotavení ve srovnání s dalšími intervencemi. Dále zkoumal množství slin přirozeně vytvořených v ústech. Množství a průtok slin se významně redukuje v průběhu tělesného zatížení, což je pravděpodobně výsledek

sníženého výkonu autonomního sympatického nervového systému, který tak limituje množství vody ve slinách. Imunologické studie ve sportu došly k poznatku, že během cvičení dochází ke stagnaci tvorby slin, což má negativní vliv na přirozenou obranu imunity a může se tak zvýšit náchylnost k infekcím horních cest dýchacích. Hemmings (2000b) vychází z poznatků Greena a Greena (1987, in Hemmings, 2000b), že existují důkazy o tom, že masáž může zvýšit tvorbu a množství slin u odpočívajících jedinců. Masáž by tedy mohla hrát důležitou roli při posilování imunity u sportovců po tréninku.

Výsledky tohoto výzkumu ukazují, že po každé intervenci došlo ke zvýšení množství slin. Avšak mezi druhy intervencí (masáž, odpočinek, dotek) významné rozdíly zaznamenány nebyly. Je možné, že by stejný výzkum došel k jiným výsledkům v případě testování jiných sportovců než boxerů nebo i nesportovců. Výzkum Greena a Greena (1987, in Hemmings, 2000b) totiž pozitivní vliv masáže na zvýšenou tvorbu slin prokázal, avšak jejich výzkumný vzorek tvořili nesportovci, a to mohlo mít na rozdíl výsledků vliv.

Morales (2005) ve své disertační práci zkoumal parametry fyziologické i psychologické. Zabývá se pojmem „*psychoneurobiologický systém*“ jedince a vlivem masáže na tento systém. Psychologické účinky masáže zkoumal pomocí dotazníku POMS, upraveného a zkoumajícího na 7 základních položek. Po 3 aplikacích Wingate testu, testoval vliv 40min masáže celého těla a srovnával se skupinou s placebo intervencí. Zkoumal krátkodobé účinky jednoduché masáže na stav nálady a hladinu kortisolu ve slinách, dále na imunní systém (hladina imunoglobulinu A - IgA ve slinách) u aktivních jedinců. Dále zkoumal možné interakce mezi psychologickými účinky masáže a výše uvedenými biologickými ukazateli. Na základě svých výsledků se shoduje s meta-analýzou Moyera, Roundse a Hannuma (2004) v tom, že masáž může mít vliv na organismus pouze v případě několika mechanismů působení (převážně působení na parasymptikus a na psychiku jedince).

Morales (2005) došel k výsledkům podporujícím vliv relaxační masáže na snížení ráznosti (vigor). U biologických ukazatelů však nedošel k signifikantnímu rozdílu ani u hladiny kortisolu ani u hladiny IgA.

Fieldová (1998, in Moyer, Rounds, Hannum, 2004) na rozdíl od Moralese po masáži pozorovala snížení hladiny stresových hormonů (kortisolu) a dále pak snížení stavu úzkosti a depresí. V roce 2005 pak Fieldová (2005), sledovala vliv masáže na hladinu kortisolu, serotoninu a dopaminu. Dopamin a serotonin jsou neurotransmitery snižující stav stresu a deprese. Kortisol je vyplavován při stresových situacích a v poslední době je často jmenován jeho negativní vliv na imunitu. Došla k závěru, že masáž má vliv na tyto biochemické ukazatele ve snížení hladiny kortisolu a zvýšení hladiny serotoninu a dopaminu. Došlo ke snížení depresí, syndromů bolesti atd.

Je možné, že k rozdílům ve výsledcích Moralese a Fieldové došlo proto, že každý sledoval jinou specifickou skupinu jedinců. Morales se zabývá sportovci a Fieldová se zabývá velmi širokým spektrem pacientů převážně s psychickými poruchami. Nicméně se na její výzkumy odvolává většina autorů zkoumajících psychologické účinky masáže.

Nesmíme zapomenout, že základním a společným prvkem pro jakýkoliv druh masáže je dotyk druhé osoby. Dle Hoškové (2000) masáž není ryze mechanická záležitost a má mnohem širší kontext. Zvláštními předpoklady jsou u masáže hmatová citlivost a vnímavost k tělu masírovaného a schopnost vcítění se do jeho psychického stavu. Masírovaný vnímá citlivě doteky maséra a často si uvědomí rozdíl mezi předchozím napětím svalů a jejich uvolněním po masáži. Masáž umožňuje masérovi vnímat jak se masírovaný cítí (Tischer, 2006), může tak kontrolovat napětí i uvolnění svalů, které masíruje a působit tak na psychiku masírovaného sportovce.

4.3.3. Reflexní (neurologické účinky)

Mezi neurologické účinky masáže bychom mohli zařadit především vliv na únavu, na svalové napětí a bolest.

Příčiny únavy během svalové práce zahrnují faktory, které sídlí v mozku a jsou uváděny jako centrální mechanismus a na faktory, které přímo ovlivňují sval také ve svalech samotných, což jsou mechanismy periferní. Centrální mechanismus únavy není příliš prozkoumán, periferní mechanismy únavy zahrnují specifické poruchy v neuromuskulárním přenosu a šíření impulsu, dysfunkce v sarkoplasmatickém retikulu zahrnující uvolnění a vstřebávání Ca, vyčerpání substrátů a další metabolické faktory, které narušují tok zásob energie pro potřebu svalové kontrakce. (Davis, 1995)

Vliv masáže na lokální svalovou únavu zkoumali Tanaka, Leisman, Mori et al. (2002) pomocí EMG a vizuální analogové škály. Předpokládali, že aplikace 5min masáže v bederní části ovlivní stupeň únavy těchto svalů způsobený jejich kontrakcí. Jejich předpoklad se nepotvrdil, mezi masáží a pasivním odpočinkem nebyly v ukazatelích EMG významné rozdíly.

Masáž měla vliv pouze na vnímání pocitu zotavení. Rozdíly průměrů změn na vizuální analogové škále mezi masáží a pasivním odpočinkem však byly relativně malé. Přesto opět podporují spíše psychologický účinek masáže. Je však zajímavé, že několik testovaných poukazovalo na zvýšení únavy po masáži. To může být spojeno se zvýšenou relaxací svalovou, která po masáži nastala. Pak se někteří cítili příliš relaxovaní a následující zátěž (kontrakce) jim činila větší potíže. Relaxační masáž je vhodná jako prostředek urychlení zotavení po zátěži, po soutěži. Avšak reakce svalu na masáž v tomto smyslu může být negativní pro potřeby následující svalové práce.

Oblast zkoumání vlivu masáže na svalové napětí není příliš probádána. Bylo provedeno několik studií zkoumajících vliv masáže na svalový tonus, konkrétně na reflexní aktivitu svalu, měřením změn amplitudy H-reflexu. (Callaghan, 1993) Sullivan et al. (1991) sledovali vliv masáže na změnu amplitudy H-reflexu. Při provádění masáže došlo ke snížení amplitudy H-reflexu. Toto snížení amplitudy vysvětlují jako možné snížení excitability alfa-motoneuronu v měřeném svalu. Studie byla provedena pouze na zdravých jedincích. V případě neurologického onemocnění by mohly být výsledky zcela jiné.

4.4. Mechanické vlastnosti svalové tkáně

Obor mechaniky zabývající se vztahy mezi napětím, deformacemi a rychlostí deformace je reologie.

Silově deformační charakteristika tkání, tkáňových struktur a orgánů charakterizuje základní mechanické vlastnosti a z jejich časové závislosti pak jejich základní reologické vlastnosti: viskozitu, plasticitu, hmotnost a elasticitu.

Elasticita je charakterizována tuhostí neboli Youngovým modulem pružnosti, viskozita je charakterizována součinitelem kinematické vazkosti a konečně plasticita je charakterizována součinitelem tření. (<http://biomech.ftvs.cuni.cz>)

Bartlett (1999) říká, že nejdůležitější vlastností svalové tkáně je elasticita a kontraktilita. Elasticita svalu je dána převážně sarkolemou a pojivovou blánou (povázkou) obalující svalová vlákna. Elastická vlákna v pojivové tkáni způsobují zkracování svalu do původní délky po předchozím protažení, kolagenová vlákna chrání před přetažením.

Trojan (2003) uvádí, že elasticita svalů je daná mechanickými vlastnostmi buněčné membrány, vazivových struktur svalu a zejména molekulárních struktur kontraktálního aparátu. I neaktivovaný sval je elastický, tj. klade odpor deformaci při prodlužování nad tzv. klidovou délku. Elastická síla, kterou je nutno při protahování svalu překonávat, má nejen statickou, ale také dynamickou složku, která roste s rychlostí protahování.

Za hlavní zdroj elasticity byly dříve považovány různé složky extracelulárního pojiva a buněčné membrány. Dylevský, Druga, Mrázková (2000) uvádějí, že elasticitu sarkomery podmiňují bílkoviny titin, zvaný konektin a nebulin. Obě bílkoviny kladou při protažení elastický odpor. Titin se podílí na stavebním plánu struktury sarkomery a na klidové tenzi neaktivovaného svalu.

Véle (2006) říká, že svalová tkáň je pružná a elastická a její vlastnosti se rychle mění podle signálů přicházejících z CNS.

Typickou vlastností, která modifikuje poddajnost biologických struktur je viskoelasticita. Svaly vykazují viskoelastické vlastnosti. Mají viskózní chování, které závisí na poměru aplikovaného protažení a elastické chování, které závisí na síle aplikovaného protažení. (Gajdosik, 2001)

Viskoelastické vlastnosti svalové tkáně se podílejí na svalovém napětí, dále se na něm podílí přímé řízení z centrálního nervového systému (CNS). Proto svalové napětí a jeho proměnlivost závisí na stavu CNS. (Véle, 1997)

4.4.1. Svalový tonus

Svalový tonus je dle Véleho (2006) proměnlivé napětí ve svalu závislé na stavu CNS. Souvisí palpačně s konzistencí svalu a turgorem okolních tkání. Proměnlivý tonus je

v úzkém vztahu k elasticitě svalu, která je jeho stálou vlastností. Reologické vlastnosti vazivové tkáně rovněž participují na svalovém napětí.

Trojan (2003) rozlišuje klidový tonus kosterního svalstva, který je reprezentován ve viskoelastických strukturách svalu a je způsoben akčními potenciály svalových vláken. Jeho aktivní složka představuje aktivní elasticitu svalu. Dále rozlišuje reflexní tonus, který je řízen signalizací za svalových vřetének, která závisí na stupni natažení svalu a gama inervaci. S reflexním řízením pomocí proprioreceptorů - svalového vřeténka a Golgiho šlachového tělíska - je často spojována tuhost svalu. (Bartlett, 1999)

Dle Bartletta (1999) je mechanická tuhost svalu okamžitá rychlost změny síly ku délce svalu. Tuhost stoupá s časem během napětí ve svalu a je přímo závislá na stupni přesahu filament a na vazbě cross-bridge.

Aarestadová et al. (2004) definuje svalový tonus jako tuhost (nepoddajnost) svalové tkáně, odpor vůči pasivnímu protažení, jež je odrazem mechanicko –elastických vlastností a nervového řízení svalu. Tuhost je definována jako množství síly potřebné pro vyvolání posunu tkáně.

Kubo, Kanehisa a Fukunaga (2002) jako tuhost definovali ve své studii elasticitu svalové tkáně.

Svalovým napětím a tuhostí svalu se ve své disertační práci zabýval velmi do hloubky. Šifta (2005)

4.5. Hodnocení svalového napětí myotonometrem

Měřením svalového tonu, resp. svalové tuhosti pomocí přístroje jako objektivní metody hodnocení svalu se zabývali již ve 30. letech 20. století např. Perémy a Steinlechner. Výzkumy a odborné články maďarského Perémyho (2005) vydané v Journal of Neurology ukazují na jeho snahu zachytit klidový tonus příčně pruhových svalů. V roce 1933 měřil a porovnával poměr tonu flexorů a extenzorů lokte u zdravých a nemocných jedinců, a to pomocí myotonometru prof. Franze Herzoga. Ve Vídni v roce 1938 Steinlechner (2007) popisuje možnosti měření svalového tonu pomocí nového přístroje myotonometru pro hodnocení svalu

neinvazivní metodou, bez užití jehly. Zdůrazňuje jeho sterilní použití, vyzdvihuje rychlost měření a sbírání dat a fakt, že měření mohou být libovolně často za sebou prováděna. Další předností je jeho dobrá ovladatelnost.

V současnosti se u nás Šifta, Süssová a Otáhal (2004, 2005, 2006, 2008) zabývali objektivizací palpační metody. Stav zotavení svalové tkáně zjišťovali nepřímo, pomocí myotonometru, kterým je simulována palpance svalu. Véle (2006) uvádí, že při palpaci svalu se hodnotí „charakter“ odporu, který palpovaná tkáň klade. Získaná informace však je mnohočetná, dynamická, subjektivní povahy a slovy těžko přesně popsitelná. Posuzuje se i reaktivita svalové tkáně na podnět vzniklý palpací. Dále lze palpací hodnotit konzistenci svalu, která je výsledkem participace více faktorů: stav svalové tkáně, stav cévního a lymfatického oběhu, změny vaziva svalu, infiltráty, sufuze, apod. Véle (2006) uvádí, že při „objektivním“ měření tonu přístrojem (myotonometrem), který zatlačuje kovový výstupek do tkáně a naměřený tlak je pak hodnocen jako svalový tonus, dochází k nepřesnému rozlišení mezi tonem a konzistencí. Tvrdí, že tímto přístrojem lze také naměřit vysoký stupeň tonu i u vazivové kontraktury, kde již nelze o svalovém tonu mluvit. Vysoká hodnota zjištěného tlaku udává dle Véleho (2006) tuhost tkáně, neboli její konzistenci, ale ne hodnotu svalového tonu.

Lewit (1990) dokonce uvádí, že palpance je nepostižitelná a nenahraditelná technickými nástroji.

Také Kozlovskij (in Šifta, 2005) zastává názor, že palpaci nelze nahradit přístrojem, protože u přístrojového vyšetření chybí propioceptivní složka a tudíž výsledky získané přístrojem jsou neúplné a zkreslené.

Dle Šifty (2005) je interpretace palpačního vyšetření nepřesná a rozdílná a zcela určitě závislá na zkušenostech vyšetřovatele. Výhodou je, že přístrojové výsledky lze uchovat v elektronické podobě, kdežto palpační vyšetření je subjektivní a nelze vjemy (výsledky) uchovat. Šifta (2005) je názoru, že palpační vyšetření je zatíženo větší chybou, než u vyšetření přístrojem, kde vzniká chyba absencí propioceptivní složky.

Šifta (2005) uvádí, že při měření myotonometrem je nejvhodnější metodou pro hodnocení svalové tkáně zobrazení velikosti odporu tkáně v závislosti na hloubce zanoření měřicího hrotu do zkoumané tkáně. Výsledkem je hysterézní křivka vznikající při zasouvání a vytahování měřicího hrotu do měkké tkáně. Tuto křivku lze následně použít pro relevantní popis viskoelastických vlastností měkkých tkání.

Myotonometr byl využit při měření viskoelastických vlastností měkkých tkání při spastickém syndromu Šiftou, Süsovou a Otáhalem (2004, 2005, 2006, 2008). Jejich výsledky potvrzují, že pomocí myotonometru je možné měřit viskoelastické vlastnosti měkké tkáně při spastickém syndromu. Autoři však zmiňují nutnost sestavení dokonalejšího přístroje, který by umožnil automatizované měření v různých zátěžových zónách.

Tuhost svalu pomocí myotonometru hodnotil i Kato et al. (2004). Uvádějí, že tuhost svalu souvisí klinicky s nervovou aktivací svalu. Jejich výzkum spočíval v určování reliability a validity hodnocení změn v tuhosti svalové m. biceps brachii a m. brachioradialis při izometrické kontrakci ve flexi v lokti pomocí elektromechanického přístroje - myotonometru, který by nahradil klinicky subjektivní hodnocení palpací svalu, a to za předpokladu, že změny ve svalovém napětí vyvolají změny v tuhosti svalu. Použili myotonometr vyrobený v Japonsku a zmiňují, že ač se některé myotonometry liší, princip jejich měření – hodnocení tuhosti svalu - je stále stejný. V diskusi zmiňují fakt, že měření myotonometrem je výhodnější pro měření „masitých“ svalů. Měření m. biceps brachii bylo více konzistentní než u m. brachioradialis. Myotonometr se jeví jako užitečný prostředek pro sériové měření tuhosti svalu velkých svalů.

Myotonometr (Myotonometr - Neurogenic Technologies, Inc. Missoula, MT) ve své studii použili také Aarestad et al. (2004), kteří udávají, že se jedná o přenosný elektronický přístroj, který je schopen kvantifikace svalového tonu, síly a úrovně závažnosti spasticity. Pomocí myotonometru měřili svalový tonus (tuhost) a parézu svalů m. biceps brachii a m. gastrocnemius medialis u dětí se spastickým typem postižení po mozkové příhodě. Zjišťovali stav svalového napětí v relaxovaném stavu svalu a při izometrické volní kontrakci svalu.

Aarestad et al. (2004) uvádí, že byla prokázána schopnost myotonometru změřit a rozlišit změny klidového tonu m. biceps brachii a změny během svalové kontrakce i u zdravých jedinců. Zmiňuje studie, které potvrzují, že měření myotonometrem má vysokou reliabilitu i u zdravých jedinců. (viz. praktická část)

Zdravé jedince testovali myotonometrem Leonard, Desher, Romo et al. (2003). Za účelem kvantifikace svalové tuhosti sledovali chování m. gastrocnemius lat. a m.

biceps brachii. Posuzovali dva stavy: relaxovaný sval a sval během volní izometrické kontrakce. Byla prokázána vysoká reliabilita výsledků měření. (viz. praktická část)

Leonard et al. (2006) ve své další studii používá myotonometr pro měření poškozeného i nepoškozeného m. biceps brachii a pro nalezení procenta rozdílu v tuhosti mezi oběma horními končetinami, a to během volních pohybů a během pasivních pohybů. Korelace mezi měřením svalové tuhosti během volních pohybů a pasivních pohybů byla vysoká pro obě testované HK. Rovněž byla prokázána vysoká reliabilita výsledků měření. (viz. praktická část)

Ve Španělsku Barroso y Martín et al. (1999) ve své studii sledovali hemiparetického pacienta při intenzivním rehabilitačním programu. Pro hodnocení svalového tonu v rámci následující autorehabilitace pacienta použili myotonometr (miotonometro Myotonus -02), který pomocí počítačového systému může sbírat informace o svalovém tonu pomocí číselných dat, tato data archivovat a pak porovnat různé druhy chování svalu (kontrakce x relaxace) a prezentovat je graficky. Měření svalového tonu bylo realizováno prostřednictvím aplikace mechanického tlaku na kůži určitou silou, a to do konkrétního určeného svalu, kdy se hodnotí deformace tkáně tohoto svalu (levý m. deltoideus).

Shchurova, Shchurov a Grebenyuk (2004) kvantitativně hodnotili změny lokomočního aparátu spojené s věkem. Kromě svalové síly a svalové funkce sledovali i svalovou tuhost, kterou měřili pomocí myotonometru. Měřili klidové hodnoty m. gastrocnemius caput laterale. Použitý myotonometr byl vyvinut v Ilizarov Research Center for Restorative Traumatology and Orthopedics. Pomocí měření myotonometrem zjistili, že změny tuhosti svalu m. gastrocnemius nejsou ovlivněny věkem pokud se jedná o zdravé jedince.

Šifta (2005) ve své práci měřil pomocí myotonometru m.gastrocnemius caput mediale a m. soleus. Jedná se o svaly povrchové, dobře palpovatelné a tudíž, dle Šifty, vhodné pro sledovaný účel.

Z výzkumů vyplývá, že mezi nejčastěji měřené svaly pomocí myotonometru patří extenzory a flexory loketního kloubu (biceps brachii, m. brachioradialis), dále m. gastrocnemius medialis et lateralis a m. deltoideus.

Autoři Szirmai a Juranyi (2007) se zabývají zónami, které se pomocí myotonometru měří po celém těle před masáží. Autoři vytvořili schéma lidského těla, ve kterém nastiňují jednotlivé body na těle, které jsou dobře měřitelné. Hledají nejlepší cesty jak co nejlépe myotonometrem měřit svaly. Žádné výsledky ohledně účinků masáže neuvádějí, pouze ukazují na nejvhodnější místa na těle pro měření myotonometrem.

Tuhost svalu testovali Cleak a Eston (1998) , a to pomocí myometru. Měření však spočívá v zaznamenání bodu v momentě, kdy testovaný aplikovaný tlak na sval začíná vnímat jako nepříjemný. Jde tedy o jiný princip měření.

4.6. Bolest a její hodnocení

Kučera, Dylevský a kol. (1997) uvádějí, že jedním z nejvýznamnějších faktorů ovlivňujících svalovou funkci je nocicepce. V případě vzniku patologické situace dochází k uvolňování nociceptivních informací. Nociceptivní informace zcela automaticky vyvolávají aktivity, jejichž cílem je hrozící škodě předejít nebo skutečnou škodu co nejrychleji likvidovat nebo minimalizovat. Na těchto reakcích se účastní různé systémy (humorální, afektivněmotivační, atd.). Vlastní podíl svalového systému na kontrole nocicepce spočívá v reflexním přeprogramování, v ovlivnění řízení výstupní motorické informace za účelem omezení pohybu v segmentu a za účelem reflexního útlumu nocicepce prostřednictvím zvýšené mechanocepce, která vzniká při zvýšeném svalovém napětí.

Vnímání bolesti zabraňuje tzv. endogenní systém analgezie, který je součástí centrálních sestupných zpětnovazebních systémů řídicích a ladících percepční mechanismy v nižších etážích somatosenzorických drah. Tento systém je situován v řadě oblastí mozku (somatosenzorická nebo prefrontální kůra, hypotalamus). (Trojan, 2003)

Dráha bolesti může být tlumena i pomocí neuromodulátorů, což jsou endogenní opioidní peptidy (např. enkefaliny, dynorfin, β -endorfin) na synapsích interneuronů,

kteře mohou navodit postsynaptickou inhibici míšních neuronů nebo presynaptickou inhibici jejich aferentních vláken. Endogenní opiáty působí také tlumivě v poškozené periferní tkáni přímo na podrážděné nociceptory nebo nepřímo přes zakončení postganglionárních vláken.

Kromě endogenních opiátů působí tlumivě na míšní nocicepční neurony při stimulaci nucleu raphe serotonin, jindy, např. při dráždění locus coeruleus, noradrenalin (stresová analgezie), somatostatin, atd. (Trojan, 2003)

Moraska (2005) uvádí, že příčina pocitu bolesti je nejasná, vychází z předpokladu přítomnosti škodlivých chemikálií ve svalu – vytékání enzymů, akumulace kyseliny mléčné, tlak, chemické látky (histamin, prostaglandíny) produkované zánětlivým procesem a dráždící nervová zakončení. V pojivových tkáních jsou přítomny zvýšené hladiny močoviny a hydroxyprolinu a hydroxylyzinu.

Ve vnímání bolesti hraje roli tzv. vrátková teorie řízení bolesti, která předpokládá, že nocicepční neurony v zadním rohu jsou prostřednictvím interneuronů v substantia gelatinosa – fungujících jako vrátka – tlumeny vzruchovou aktivitou tlustých vláken. Otvíráním a zavíráním vrátek je podle této představy buď usnadňován nebo blokován přístup informací o působící bolesti do podkorových center a do mozkové kůry, a tím regulováno i vnímání bolesti. (Trojan, 2003)

Vrátkovou teorii v souvislosti s účinky masáže zmiňuje Morales (2006). Uvádí, že tato teorie je založena na „soutěži“ (konkurenci) mezi bolestivým stimulem a inhibičním stimulem při tlaku na měkké tkáně. Stimuly pocházející z manuálního tlaku mimo jiné jsou vedeny do CNS prostřednictvím drah rychlejších než jsou dráhy nociceptivní a tím je dosaženo odstranění bolesti. Tato teorie byla nedávno potvrzena při ověření participace jiných centrálních mechanismů (peri-aqueductální hmota v mozkovém kmeni) v analgezií zprostředkované smyslovými podněty.

I dle Weeraponga et al. (2005) může masáž redukovat bolest tím, že dojde k aktivaci nervového vrátkového mechanismu v míše. Informace z dotyku během masáže může stimulovat tlustá rychlá nervová vlákna, která pak zablokují pomalá tenká nervová vlákna, která detekují bolest. Tento efekt vyplývá z místní laterální inhibice v míše a vysvětluje proč dotyk v bolestivé oblasti je účinnou cestou jak zmírnit bolest.

Vrátkovou teorii popisují v rámci účinků masáže na bolest i Moyer, Rounds a Hannum (2004). Popisují i další 4 teorie:

Jde o vliv masáže na aktivitu parasymptiku, kdy tlak vyvíjený při masáži může stimulovat aktivitu n. vagus (Field, 1998, in Moyer, Rounds and Hannum, 2004), který na oplátku vede k redukci hladiny stresových hormonů a k fyziologické reakci (povzbuzení) a následující odpověď parasymptiku. Tak může masáž působit pozitivně na redukování úzkosti, deprese a bolesti. Zmiňují i možný efekt masáže tímto způsobem na imunitní systém. Odpověď parasymptiku se projevuje snížením aktivity kardiovaskulárního systému, snížení hladiny stresových hormonů a pocitem klidu a pohody.

Třetí teorií je vliv chemie těla, kde se Moyer, Rounds a Hannum (2004) odkazují na 2 studie, které po masáži odhalily zvýšenou hladinu serotoninu, jenž může inhibovat přenos bolestivých podnětů (nervových signálů) do mozku. Další studie poukazují na fakt, že při masáži se působením tlaku vyplavují endorfiny do krevního řečiště. Těmito cestami se může ulevit bolesti a zlepšit pocit pohody.

Čtvrtou teorií je mechanický vliv masáže, který je ve sportu nejvíce zkoumán. Tlak může ulevit bolesti a urychlit hojení. Manipulací s měkkými tkáněmi se sníží adheze tkání alepší se cirkulace krve a lymfy, což také ulevuje bolesti způsobené po zátěži. Zmiňují však studii Tiiduse (1999), který nedošel k jasným průkazným výsledkům této teorie.

Poslední teorií je zlepšení spánku (restorative sleep). Sunshine (1996, in Moyer, Rounds, Hannum, 2004) došel k závěru, že masáž může podpořit kvalitu spánku, resp. hlubokého spánku. Tímto způsobem by masáž také mohla nepřímo redukovat bolest.

Na dělení Moyera, Roundse a Hannum (2004) navazuje Morales (2006) a dochází k závěru, že zmírnění bolesti pomocí masáže pravděpodobně souvisí s neurologickým účinkem díky míšní inhibici bolestivého podnětu nad mechanickým (zvítězí). Nebo může mít původ biochemický tím, že dojde k uvolnění určitých látek analgetického charakteru jako je serotonin nebo β -endorfiny.

Moraska (2005) předpokládá, že vnímání svalové bolesti je ovlivněno průtokem tekutiny tkání, kdy pomocí masáže lze snížit koncentrace chemikálií nakumulovaných ve svalu a dále, že pomocí masáže může být urychlen přísun živin do poškozené tkáně.

Přirozeně vzniklá bolest

Bolest při zotavování je charakterizována 2 složkami:

- Rychlým počátečním nástupem reprezentujícím pravděpodobně snížení (pokles) svalové kontrakce (mechanoreceptivní vstup, informace).
- Pomalejší druhou složkou, která pravděpodobně reprezentuje pomalé šíření, metabolismus a vyplachování bolestivých chemikálií.

Acevedo, Ekkekakis (2006) uvádějí, že při kontrakci trvalého charakteru (držení), kdy dochází k ischemii ve svalu je hodnocení bolesti horší.

Motl et al. (2003, in Acevedo, Ekkekakis, 2006) uvádí, že významnou roli ve vnímání bolesti během zátěže hraje antagonismus (nepřátelství, odpor) adenosinového receptoru.

Vedle přímé manipulace nocicepce existují také demografické, sociální a genetické vlivy na vnímání svalové bolesti během zátěže. Např. Cook et al. (1998, in Acevedo, Ekkekakis, 2006) prokázal, že ženy ve srovnání s muži hodnotily bolest dolních končetin jako horší během jízdy na cykloergometru, šlo ale o absolutní intenzitu zátěže. Když se převedla zátěž na relativní, ženy hodnotily bolest mírněji než muži.

Gulick et al. (1996) vznik bolesti spojuje se zvýšeným otokem svalu po zátěži, kdy dochází ke zvýšení tlaku během excentrické svalové aktivity, který může mít za následek zvýšení pohybu intravaskulárních tekutin do intersticiálních prostor uvnitř svalových vláken. Studie, které se tímto fenoménem zabývaly, spojují vznik bolesti s otokem uvnitř svalových vláken. Buroker a Schwane (1989, in Gulick et al., 1996) argumentují tím, že neurony bolesti jsou fyzicky zdeformované otokem.

Hodnocení a kvantifikace svalové bolesti

Při hodnocení svalové bolesti se jedná o slovní hodnocení na bolestivé nadprahové podněty. Existuje mnoho škál, pomocí kterých lze hodnotit bolest. Tyto škály mají

pořadí od „žádná bolest“ až po „extrémně intenzivní bolest“ nebo „nejhorší možná bolest“. Mohou být užity pro typ bolesti - dimenze bolesti – bolest smyslová (intenzita) a pocitová (nepohodlí). Validita a reliabilita těchto škál byla dokumentována a prokázána v mnoha studiích, patří sem např. Visual Analogue Scale (VAS). (Acevedo, Ekkekakis, 2006)

Dle Sladké (2001) hodnotit bolest je u lidí velmi těžké. Uvádí, že existuje několik metod, které vypovídají o tom, jak člověk cítí bolest subjektivně, psychologicky. Jako nejznámější z nich uvádí metodu vizuální analogové škály (VAS), kde jednoduchým určením místa na deseticentimetrovém měřítku zjistíme intenzitu bolesti.

Byrne, Twist a Eston (2004) tvrdí, že svalová bolest je nejznámější faktor poškození svalu po zátěži mezi sportovní populací. Objektivní měření bolesti bylo prováděno tzv. myometrem, kterým se měřila velikost aplikované síly na skupinu svalů a měřila práh bolesti. Subjektivně je bolest měřena pomocí mnoha druhů numerických škál, dotazníků a vizuálních analogových škál.

Různé druhy škál, které se používají pro hodnocení vnímání bolesti popisuje National Initiative of Pain Control (NIPC™), řadí sem Wong-Baker FACES Pain Rating Scale, 0–10 Numeric Pain Rating Scale, Visual Analog Scale, Verbal Pain Intensity Scale, Where is Your Pain?, Neuropathy Pain Scale, Descriptor Differential Scale.

Dalším ze způsobů měření bolesti je tzv. algometrie tlaku, která měří myofasciální bolest. Spočívá v navození určité úrovně specifické bolesti, v odpovědi na určitou známou sílu aplikovanou kolmo na kůži otáčivým hrotem, jehož průměr je přizpůsoben velikosti povrchu svalu, který je měřen. (Morales, 2006) Algometrie tlaku měří práh bolesti vzhledem k tlaku, který je definován jako nejmenší možný tlak, který jedinec ohodnotí jako bolestivý v určitém momentu. Když je na sval aplikován tlak, mechanoreceptory vyššího prahu jsou v tomto svalu aktivovány. (Christidis, Kopp, Ernberg, 2005, in Morales, 2006) Algometrie tedy využívá práh bolesti jako informaci pro hodnocení svalové bolesti. I přes vysokou důvěryhodnost tohoto měření z pohledu pozorovatele není algometrie ideální z důvodu vysoké variability intra a interpersonální. Tato variabilita je více zdůrazněna u žen, pravděpodobně je spojena s hormonálními výkyvy a změnami spojenými s ovulačním cyklem, kdy se může měnit vnímání bolesti u žen.

Masáž a její účinky na vnímání bolesti

Zkušenost sportovců s bolestí je velmi různorodá, a proto je velmi obtížné ji měřit a kvantifikovat. (Morales, 2006)

Hodnocením vnímání bolesti se v rámci zkoumání účinků masáže na lidský organismus, a především na svalovou tkáň, zabývá více autorů.

Pro své výzkumy používají nejčastěji škály Visual Analogue Scale, Descriptor Differential Scale a Graphic Ratings Scale. Často také používají dotazník POMS (Profile of Mood States), ten však více při zkoumání psychologických účinků masáže, z hlediska nálady.

Masáž je velmi úzce spojena s bolestí, primárně byla definována jako „analgetický generátor.“ Masáž se užívala jako forma léčby různých patologických stavů, kdy základním symptomem byla bolest, např. bolest hlavy. Avšak došlo se k závěru, že je tento efekt masáže velmi individuální a velkou roli zde hraje pacientovo očekávání a jeho víra v pozitivní účinek masáže. (Preyde, 2000, in Morales, 2006)

Zainuddin et al. (2005) měřili svalovou bolest na vizuální analogové škále. Tato škála měla formu 100mm přímky, kde 0 = žádná bolest a 100 = extrémní bolest. VAS je dle Zainuddina et al. (2005) úspěšně využívána při hodnocení pocitů bolesti.

Určovali velikost bolesti při palpaci v místě úponu svalu brachioradialis a brachialis. Tlak a místo palpce byly vždy stejné. Opět však musíme konstatovat, že vnímání bolesti je velmi individuální a tudíž je velmi subjektivní pro kvantifikaci bolesti a poškození svalové tkáně.

100mm škálu VAS použili pro hodnocení bolesti ramene v rámci výzkumu účinků masáže i Van den Doder a Roberts (2003).

Také Jönhagen et al. (2004) měřil pocity velikosti bolesti pomocí VAS (škála 0 – 10), aby zjistil rozdíl mezi masírovanou a nemasírovanou dolní končetinou.

Hart, Swank a Tierney (2005) rovněž aplikovali VAS pro zjištění vnímání bolesti (škála 0-10) po 5minutové masáži.

Tanaka, Leisman, Mori et al.(2002) a Mori et al. (2004) pomocí VAS hodnotili úroveň vnímání únavy po masáži.

Pro měření bolesti v rámci zkoumání účinků použili Hilbert et al. (2003) další techniky měření hodnocení bolesti, a to DDS (Descriptor Differential Scale), což je diferenciální škála bolesti, která hodnotí určení (odhad) bolesti na jednoduchých stupnicích, podobně jako vizuální analogová škála, numerická nebo verbální stupnice. Měří sensorické a emocionální aspekty bolesti.

Dawson, Dawson a Tiidus (2004) vnímání svalové bolesti hodnotili pomocí jiné škály, a to 7 bodové škály GRS (Graphic Ratings Scale).

5. PRAKTICKÁ ČÁST

5.1. 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

Ověřujeme zda manipulace výše uvedenými experimentálními faktory vede ke změnám výstupních proměnných reprezentujících stav zotavení bezprostředně po zátěži. Ovlivňujeme aktivně experimentální podmínky, které činně vyvolávají příslušné experimentální efekty. (Blahuš, 1996)

Práce je pojatá jako pilotní studie a jejím konceptem je objektivní zjištění úrovně zotavení svalové tkáně z hlediska jejích viskoelastických vlastností a obvodu svalu po specifickém zatížení a zhodnocení psychologického účinku masáže.

5. 2. 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**. Thomas a Nelson (1996) u designu Switching-Replications uvádějí, že pokud jsou testované osoby náhodně přiřazeny do skupin jedná se o opravdový (true) experimentální 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. 2)

	FAKTOR 1 = prostředek regenerace	FAKTOR 2 = typ zátěže
HLADINA 1	masáž	anaerobní zátěž
HLADINA 2	pasivní odpočinek	aerobní zátěž

Tabulka 2 Schéma 2x2 faktorového designu

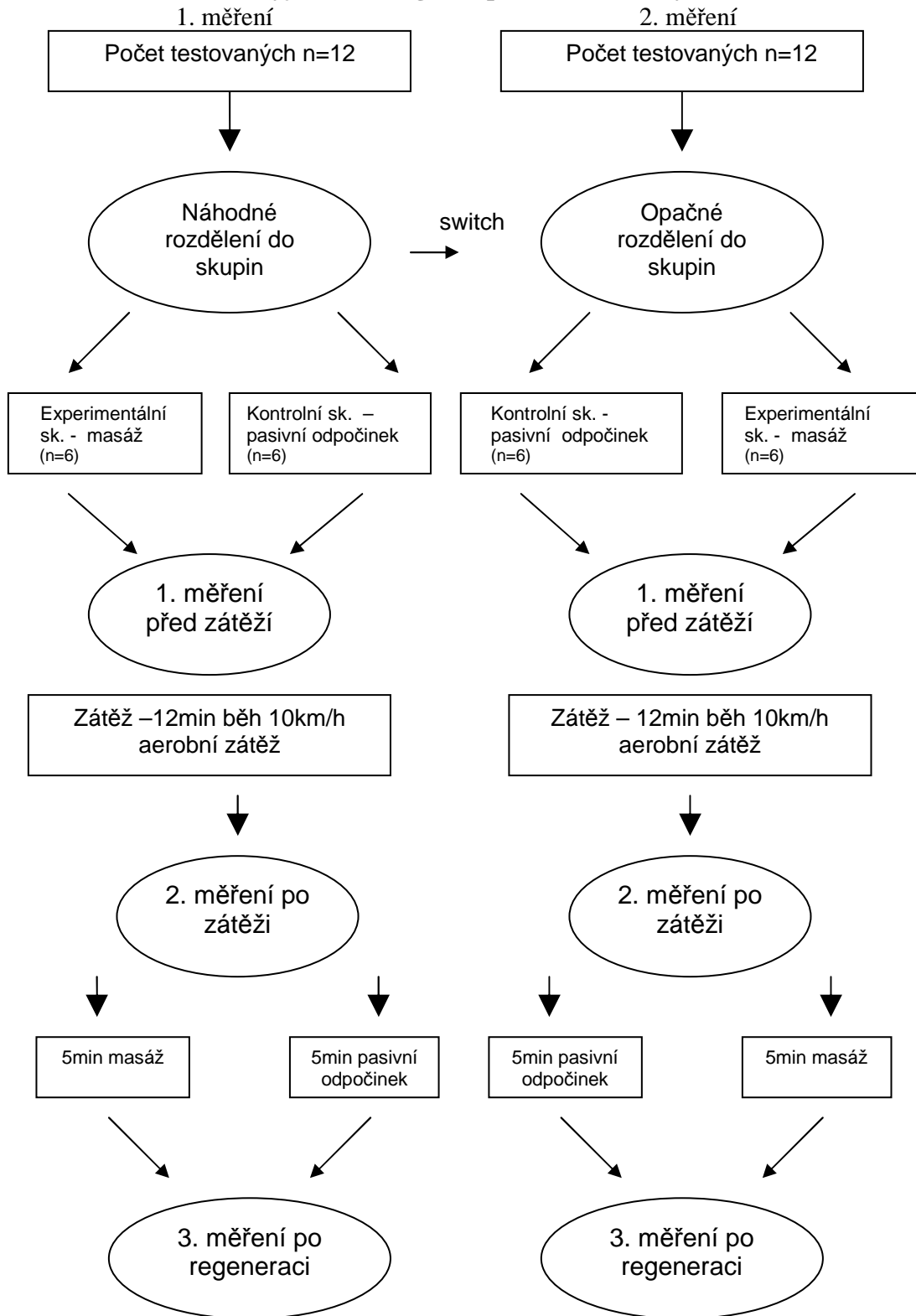
Anaerobní zátěž:

1. skupina experimentální - 5min masáž m. triceps surae
2. skupina kontrolní - 5 min pasivní odpočinek

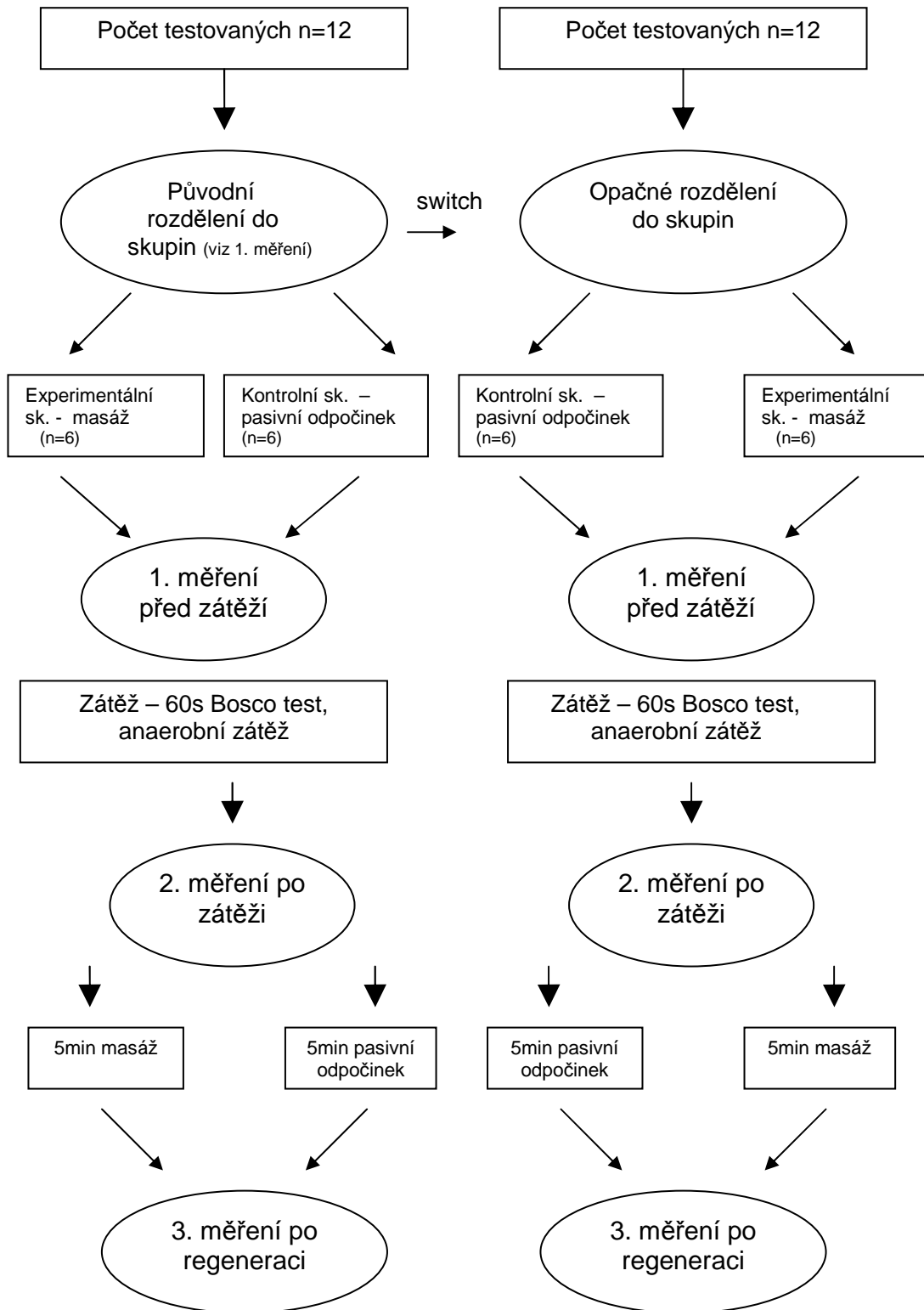
Aerobní zátěž:

1. skupina experimentální - 5min masáž m. triceps surae
2. skupina kontrolní - 5 min pasivní odpočinek

Graf 1 Grafické vyjádření designu experimentálního výzkumu



Graf č. 2 Grafické vyjádření designu experimentálního výzkumu
3. měření 4. měření



5.3. Výběr a charakteristika souboru

5.3.1. Výběr souboru

Randomizace výběru jedinců pro testování proběhla podle Trochima (2001). Dle Trochima (2001) nejde o randomizovaný výběr z populace, ale o náhodné přiřazení do skupiny. Dále uvádí, že náhodné přiřazování do skupiny je jedním z bodů zajišťujících interní validitu.

Z celkového počtu studentů 3. ročníku TVS a TVS v kombinaci byli vybráni studenti pro výzkum. Před měřením byli náhodně rozděleni do 2 skupin – experimentální a kontrolní. V experimentální skupině byla při prvním měření po zátěži (aerobní) aplikována 5min masáž a kontrolní skupina 5 min pasivně odpočívala. Při druhém měření byly tyto skupiny prohozeny a proces probíhal stejným způsobem. Po změně typu zátěže (anaerobní) probíhal proces zcela identicky.

5.3.2. 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 (x) a směrodatnými odchylkami (s) kalendářního věku, tělesné výšky, hmotnosti a BMI. (\pm). (tab. č. 3)

Tabulka 3 Základní znaky souboru

Znak	Testování n = 12	
	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		

5.4. Podmínky a postup měření

5.4.1. Podmínky měření

Nejprve byla realizována pilotní studie, která ukázala na některé problémy. Poté proběhl vlastní experiment. Měření proběhla 4krát, v týdenním intervalu. Při prvních 2 měřeních byla aplikována 12min zátěž aerobního charakteru, při dalších 2 měřeních byla aplikována zátěž anaerobního charakteru (Bosco test).

Každé měření bylo provedeno v učebně masáží na Katedře Zdravotní TV a TVL FTVS UK (teplota místnosti 22C°), ve stejný den v týdnu, ve stejnou dobu (dopolední hodiny). Celkové testování každého jedince probíhalo cca 20min při aplikaci aerobní zátěže a 12 minut při aplikaci anaerobní zátěže. Postup měření byl vždy stejný.

5.4.2. Postup měření

- 1. měření - myotonometrem změřeni stavu viskoelastických vlastností m. triceps surae u dominantní (odrazové) dolní končetiny a obvodu lýtka 15 cm pod kloubní linií kolene
- Zátěž aerobního charakteru (12min běh, 10km/h) / anaerobního (60s Bosco test)
- 2. měření ihned po zátěži - viskoelastické vlastnosti m. triceps surae
 - obvod lýtka
 - vyjádření pocitu bolesti (diskomfortu) na VAS
- 5min regenerace – pasivní odpočinek / sportovní masáž lýtka dle masážního protokolu (tab.č. 4)
- 3. měření svalu myotonometrem, obvodu lýtka, vyjádření pocitu bolesti (diskomfortu) na VAS

V případě anaerobní zátěže byl v 5. minutě po zátěži každému testovanému odebrán z prstu vzorek krve pro určení hladiny laktátu pro kontrolu anaerobního charakteru zátěže.

Každý testovaný obdržel piktogram VAS, na který 24h po zátěži zaznamenal pocity bolesti (diskomfortu) ve svalu.

Tabulka 4 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

5.5. Měřicí procedury - instrumenty

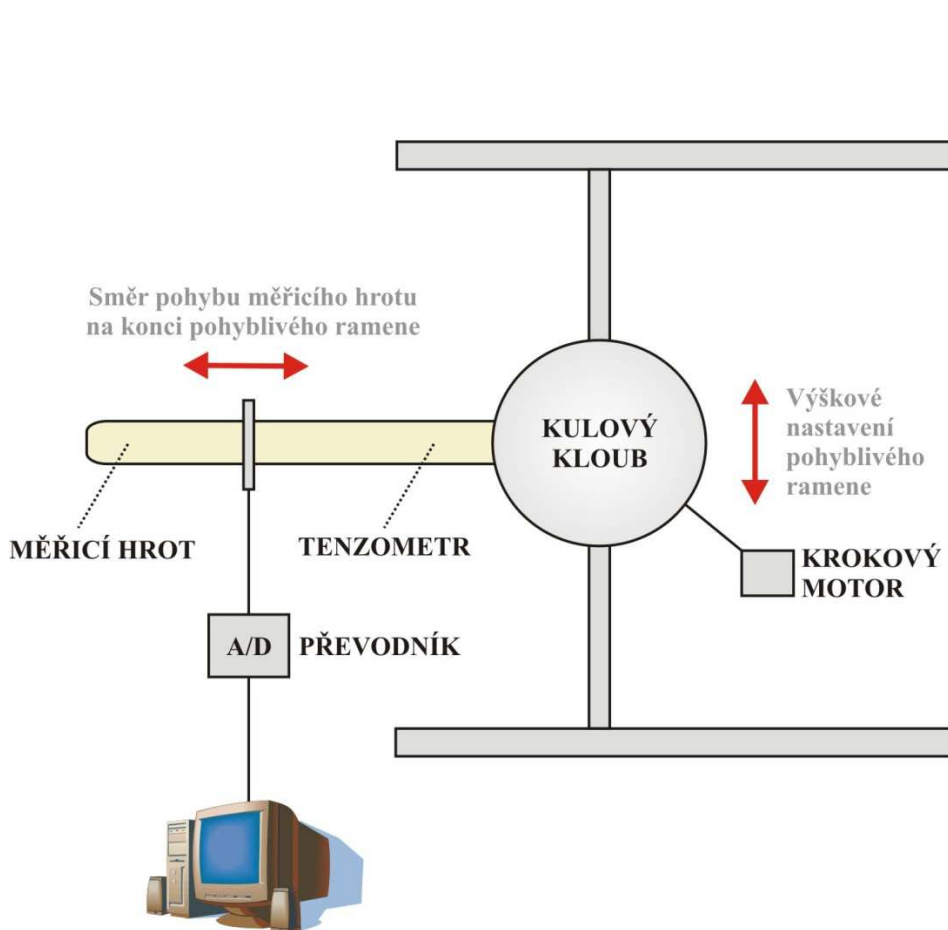
- 1) Viskoelastické vlastnosti svalové tkáně – tuhost, elasticita - stupeň „zplastičtění“ – myotonometr
- 2) Obvod svalu - stupeň zbytnění a následného uvolnění a ochabnutí svalu – antropometrické měření (krejčovský metr)
- 3) Pocit bolesti (diskomfortu) ve svalu –VAS (100mm)

5.5.1. Měření myotonometrem

Stav zotavení svalové tkáně jsme zjišťovali nepřímo, pomocí myotonometru (obr. č. 1), kterým je simulována palpace svalu. Hodnoceny byly viskoelastické vlastnosti svalu (tuhost, elasticita).

Při měření myotonometrem byl testovaný v poloze vleže na břiše, měřenou dolní končetinu podloženou tak, aby byla v mírné flexi. Tato poloha byla volena z důvodu uvolnění lýtkového svalu. Byla měřena střední část m. gastrocnemius caput mediale a střed bříška m. soleus. Jedná se o svaly povrchové, dobře palpovatelné a tudíž vhodné pro sledovaný účel. (Šifta, 2005). Každý sval byl změřen 2x.

Obr. 1 Schéma myotonometru



Zdroj: Šifta, disertační práce (2005)

Základním prvkem celého přístroje je tenzometrický snímač, který je připevněn na pohyblivé rameno s měřicím hrotem. Měřicí hrot myotonometru o ploše $3,7 \text{ cm}^2$ (plocha palce) byl přiložen kolmo k měřenému svalu a poté se rychlostí $3,5 - 4 \text{ mm/s}$ s lineární odchylkou 3 % zanořoval do svalů a pak zpět. Zanoření a vynoření hrotu je poháněno krokovým motorem a děje se po dráze 32mm oběma směry. Maximální síla působící přes hrot na tenzometr, který je základním prvkem celého přístroje, je 110N, při rozlišení 0,43N a přesnosti $\pm 1 \%$. (Šifta, 2005)

Hodnocení viskoelastických vlastností svalové tkáně

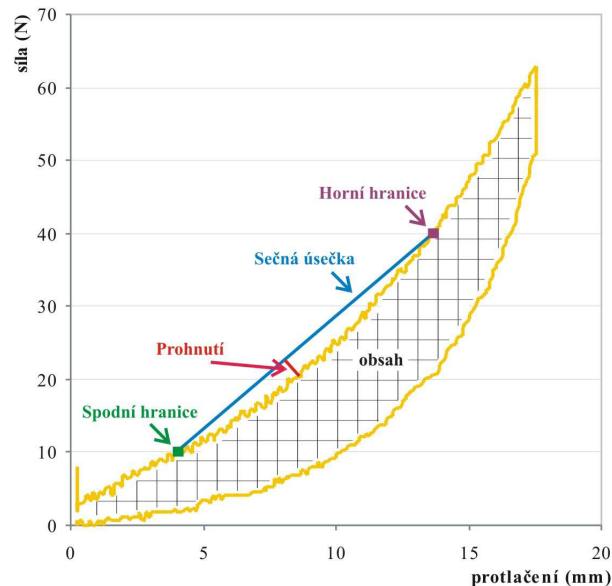
Dle Šifty (2005) je nejvhodnější metodou pro hodnocení svalové tkáně zobrazení velikosti odporu tkáně v závislosti na hloubce zanoření měřicího hrotu do zkoumané

tkáně. Při měření měkké tkáně myotonometrem získáme vždy hysterézní křivku, která leží v intervalu mezi Pascalovou tekutou kapalinou a Euklidovou tuhou hmotou.

Jmenovaná hysterézní křivka vzniká při zasouvání a vytahování měřicího hrotu do měkké tkáně. Tuto křivku lze následně použít pro relevantní popis viskoelastických vlastností měkkých tkání.

Při měření a následném vyhodnocování měření myotonometrem včetně popisu výsledných hysterézních křivek (obr. č. 2) vycházíme a navazujeme na disertační práci Šifty (2005).

Obr. 2 Vyjádření vlastností hysterézní křivky



Zdroj: Šifta, disertační práce (2005)

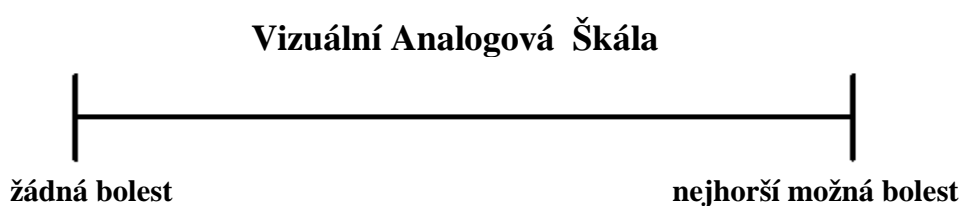
Sledujeme 2 parametry křivky, a to její strmost a prohnutí vzestupující křivky. Větší strmost křivky znamená větší tuhost svalové tkáně. Čím víc je křivka prohnutá, tím víc je sval elastičtější a zároveň „zdravější“.

Dále podle charakteru hysterézní smyčky lze také odvodit množství disipované energie a tím zjistit, v jakých podmínkách se sval nachází. Dle Šifty (2005) se bude jednat o tužší sval v případě většího obsahu hysterézní smyčky. Množství disipované energie nebude v tomto případě hodnoceno, jelikož je nutno přístroj po zasunutí do tkáně ručně přepnout, aby se mohl zase vysunout. Výsledek by nebyl přesný.

Reliabilitu měření myotonometrem ověřili Aarestad et al. (2004) pro m. biceps brachii v rozmezí 0,82-0,95 a pro m gastrocnemius caput laterale v rozmezí 0,72-0,96, dále Leonard, Desher, Romo et al. (2003), který zjistil intrarater reliabilitu v rozmezí 0,84-0,99 a interrater reliabilitu v rozmezí 0,75- 0,96. Leonard et al. (2006) zjistil reliabilitu měření pro nepoškozený m. biceps brachii 0,882.

5.5.2. 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™). Každý byl podrobně informován jakým způsobem je třeba zaznamenat pocity bolesti nebo diskomfortu ve svalu na škálu. Pocity bolesti ve svalu testování zaznamenávali do piktogramu ihned po zátěži, po intervenci a poté druhý den (24h po zátěži), kdy je předpokládáný nástup DOMS. VAS je nejčastěji používaným prostředkem pro hodnocení bolesti (diskomfortu) či stupně zotavení po masáži, což je uvedeno v teoretické části. Validita a reliabilita VAS a dalších podobných typů škál byla dokumentována a prokázána v mnoha studiích. (Acevedo, Ekkekakis, 2006)



Obr. 3 Piktogram VAS

5.5.3. Měření obvodu 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). Při měření obvodu lýtka provedli před měřením jednoduchý slepý test-retest pro určení reliability měření obvodu svalu mezi a uvnitř jednotlivých sezení (intersession, intrasession). Byla prokázána vysoká reliability opakovaného měření (intraclass correlation coefficient range =0,993-0,997). Při měření testovaný seděl s uvolněnou dolní končetinou. Měřila vždy stejná osoba.

5. 6. Charakteristika experimentálních faktorů

Experimentálními faktory jsou prostředek regenerace (masáž, pasivní odpočinek) a typ zátěže předcházející regeneraci (aerobní, anaerobní).

5. 6 .1. Prostředky regenerace

Sportovní masáž

Lýtkový sval byl 5 minut masírován dle masážního protokolu, který odpovídá standardnímu postupu sportovní masáže používaného u nás. Čas určený jednotlivým masážním hmatům byl volen na základě zkušeností maséra. Jednalo se o masáž odstraňující únavu. Masážní hmaty byly prováděny pomalým tempem. Testované masíroval vždy stejný kvalifikovaný zkušený masér.

Během masáže masírovaný vždy ležel v klidu na masážním stole v poloze na břiše. Chodidlo masírované dolní končetiny bylo přes okraj stolu, aby lýtkový sval byl zcela uvolněný. Jako masážní prostředek byla použita masážní emulze Emspoma – základní.

Pasivní odpočinek

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

5.6. 2. Typ zátěže - charakter vybraného zatížení

Dodnes jsme našli studii, která by aplikovala různé druhy zátěže před aplikací masáže a poté sledovala vliv zatížení její účinnost. Proto byla aplikovány dva různé druhy zátěže a sledována účinnost masáže po aplikaci dvou odlišných druhů zatížení.

Velikost zatížení, jak uvádějí Dovalil a kol. (2005), zůstává jistým problémem. Jediný univerzální ukazatel velikosti zatížení neexistuje, protože jde o vícerozměrnou

veličinu, jejíž charakteristika závisí na intenzitě cvičení, době trvání cvičení, počtu opakování, intervalu odpočinku mezi cvičením a způsobem odpočinku, a to jak jednotlivě, tak i ve vzájemné spojitosti.

Aerobní zátěž

Jako zátěž aerobního charakteru jsme volili 12minutový běh rychlostí 10km/h na běhátku typu HP Cosmos ® Saturn v biomedicínské laboratoři FTVS UK. Běh 12min odpovídá standardizovanému Cooperovu testu vytrvalosti. Dovalil a kol. (2002) uvádějí vymezení vytrvalosti trvající více jak 10minut jako vytrvalost dlouhodobou, kde dochází převážné aktivaci energetického systému O₂. Mac Dougall et al. (1982, in Dovalil a kol., 2002) uvádějí podíl energetických systémů na činnosti různé doby trvání a relativně maximální intenzity, v případě činnosti trvající 10 min se systém O₂ podílí 90%.

Anaerobní zátěž

Jako zátěž anaerobního charakteru jsme volili jednorázovou dynamickou koncentricko - excentrickou zátěž (výskoky). Stupeň zatížení byl volen tak, aby sval pracoval v anaerobním laktátovém režimu. Za nejvíce odpovídající jsme vybrali Bosco test (60s test vertikálních výskoků), který spočívá v provádění maxima vertikálních výskoků po dobu 60s tak, aby kontakt s podložkou trval nejkratší možnou dobu a doba strávená ve vzduchu byla co nejdelší. (Heller, 2005) V této práci se jednalo se o modifikaci Bosco testu, kde nebyla užitá měřicí deska zaznamenávající dobu strávenou kontaktem s podložkou a dobu strávenou ve vzduchu, jelikož cílem nebylo zhodnotit tuto dobu, ale po specifické anaerobní zátěži porovnat druhy regenerace. S odstupem 5 minut od zátěže byl každému testovanému odebrán z prstu vzorek krve pro určení hladiny laktátu, abychom se ujistili, že šlo skutečně o zátěž anaerobního charakteru, kdy dochází ke tvorbě kyseliny mléčné ve svalu.

5.7. Rozsah platnosti

Vymezení

Výsledky mohou být využity pouze pro obdobnou populaci jedinců (sportovci s určitou pohybovou zkušeností, určitého věku, BMI, atd). Vzhledem k malému počtu testovaných je práce považována za pilotní studii. Z tohoto důvodu nelze výsledky této práce generalizovat na celou populaci lidí (sportovců vrcholových, sportovců jiné věkové kategorie, nespportovců, nemocných, atd.)

Omezení

Výsledky výzkumu mohou být ovlivněny aktuálním stavem vyšetřovaných osob (nálada, motivace, únava, svalový tonus, vztah k masáži, apod.). Další roli může hrát i zkušenost maséra, délka masáže, doba odstupu masáže od zátěže, masírovaná svalová skupina, volba, rychlost a hloubka masážních hmatů, druh zátěže, denní doba testování, atd.). Měření myotonometrem může být zatíženo chybou vzhledem nedokonalému technickému řešení.

5.8. 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 opakovaním měření. Meloun a Militský (2004) uvádějí, že ANOVA je v technické praxi uplatňována při určování vlivu typu přístroje, lidského faktoru a obsluhy na výsledek 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 η^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

6.1. Výsledky měření myotonometrem

Výstupem měření myotonometrem jsou hodnoty tensometru a snímače zapsané v časové závislosti do jednoduchého souboru. 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.

U každého testovaného jsou graficky znázorněna měření svalů m. gastrocnemius medialis a m. soleus u každého typu zátěže.

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

- vzestup tečné příímky
- prohnutí rostoucí hysterézní křivky

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

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

Obsah hysterézní smyčky není zahrnut z důvodu jeho nepřesné interpretace způsobené technickými okolnostmi při ručním přepínání při měření myotonometrem.

U každé hysterézní křivky byla spočítána hodnota vzestupu (strmosti) křivky a hodnota prohnutí rostoucí křivky. (přílohy č. 1, 2)

V následujících tabulkách jsou zobrazeny základní popisné statistiky u jednotlivých parametrů m. gastrocnemius a m. soleus. Dále grafy, které ukazují opravené průměry hodnot daných parametrů vzestupu a prohnutí křivky. Následují tabulky analýzy variance s F statistikou a posouzením věcné významnosti (Partial Eta Squared).

6.1.1. Změny velikosti parametrů m. gastrocnemius

Konkrétní změny velikosti parametrů vzestupu a prohnutí křivky m.gastrocnemius

Následující tabulky ukazují konkrétní změny parametrů vzestupu a prohnutí křivky pro m. gastrocnemius po zátěži a po regeneraci, a to vždy vzhledem ke konkrétním pozátěžovým hodnotám. Cílem je poukázat na tendenci působení konkrétní regenerace na konkrétní předchozí zatížení.

Rozdíl hodnot po zátěži a po regeneraci by se měl u parametru vzestupu i prohnutí snížit (tzn. nabýt záporných hodnot). Záporné hodnoty ukazují na zlepšení viskoelastických vlastností svalu – uvolnění svalu a zlepšení jeho elasticity. Naopak kladné hodnoty znamenají zhoršení stavu svalové tkáně jak ve smyslu ztuhnutí tak ve snížení jeho elasticity.

Tabulka 5 Změna parametrů křivky po aerobní x anaerobní zátěži a po regeneraci m. gastrocnemius (masáž)

testovaný č.	parametr vzestupu		parametr prohnutí	
	aerobní zátěž	anaerobní zátěž	aerobní zátěž	anaerobní zátěž
testovaný č.1	-1,4	0,3	-0,3	1,2
testovaný č.2	-0,5	0,9	-0,9	-0,2
testovaný č.3	-0,6	0,3	-0,1	0,3
testovaný č.4	-0,6	-0,9	0	-1,2
testovaný č.5	0,1	0,1	-0,1	0,1
testovaný č.6	0	0,3	0,3	1,6
testovaný č.7	-0,4	0,2	0	-0,6
testovaný č.8	0,2	-0,2	-0,5	-0,1
testovaný č.9	0,4	-0,8	0,5	0,1
testovaný č.10	0,2	-0,6	-0,1	0
testovaný č.11	-0,8	0,2	-0,7	-0,3
testovaný č.12	0,1	-0,7	0,3	-0,1

Parametr vzestupu m. gastrocnemius po masáži následující po aerobní zátěži se zlepšil u 6 testovaných a po anaerobní zátěži u 5 testovaných. Parametr prohnutí se po masáži následující po aerobní zátěži pozitivně změnil u 7 testovaných a po anaerobní zátěži u 6 testovaných. Nelze jednoznačně říci zda charakter zátěže ovlivnil následný účinek masáže na m. gastrocnemius z hlediska jeho viskoelastických vlastností.

Tabulka 6 Změna parametrů křivky po aerobní x anaerobní zátěži a po regeneraci m. gastrocnemius (pasivní odpočinek)

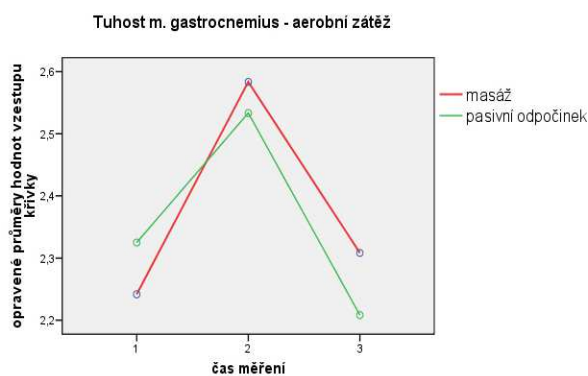
testovaný č.	parametr vzestupu		parametr prohnutí	
	aerobní zátěž	anaerobní zátěž	aerobní zátěž	anaerobní zátěž
testovaný č.1	-1,5	0,1	-0,7	-0,2
testovaný č.2	-0,3	0,3	-0,5	0,5
testovaný č.3	-0,1	1,2	-0,3	0,8
testovaný č.4	-0,5	-0,5	-0,1	0,5
testovaný č.5	-0,6	0,1	-0,5	-0,3
testovaný č.6	0,3	-0,2	1,3	0,2
testovaný č.7	-0,3	-0,1	0,2	-0,1
testovaný č.8	-0,9	-0,2	-0,1	0,7
testovaný č.9	-0,5	-0,2	0	0,1
testovaný č.10	0,2	0	-0,1	-0,3
testovaný č.11	-0,1	-0,5	-0,7	0,3
testovaný č.12	-0,4	0,2	1	0,6

Parametr vzestupu m. gastrocnemius po pasivním odpočinku následujícím po aerobní zátěži se zlepšil u 10 testovaných a po anaerobní zátěži u 6 testovaných. Parametr prohnutí se po pasivním odpočinku následujícím po aerobní zátěži pozitivně změnil u 8 testovaných a po anaerobní zátěži u 4 testovaných. Pasivní odpočinek se jeví jako účinnější na m. gastrocnemius z hlediska jeho viskoelastických vlastností po aerobní zátěži.

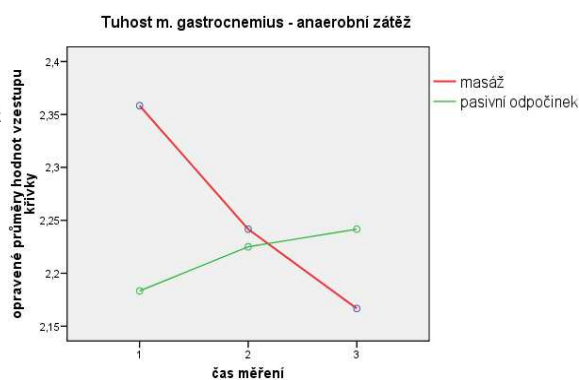
Tabulka 7 Základní průměrné hodnoty a směrodatné odchylky vzestupu křivky pro m. gastrocnemius

	zátěž	regenerace	Průměr	Směr. odchylka	N
Gastrocnemius tuhost před zátěží	aerobní	masáž	2,242	0,3147	12
		pasivní odpočinek	2,325	0,3957	12
		Total	2,283	0,3522	24
	anaerobní	masáž	2,358	0,5616	12
		pasivní odpočinek	2,183	0,2823	12
		Total	2,271	0,4438	24
Gastrocnemius tuhost po zátěži	aerobní	masáž	2,583	0,4783	12
		pasivní odpočinek	2,533	0,5365	12
		Total	2,558	0,4977	24
	anaerobní	masáž	2,242	0,4582	12
		pasivní odpočinek	2,225	0,2050	12
		Total	2,233	0,3472	24
Gastrocnemius tuhost po regeneraci	aerobní	masáž	2,308	0,4738	12
		pasivní odpočinek	2,208	0,2539	12
		Total	2,258	0,3752	24
	anaerobní	masáž	2,167	0,4075	12
		pasivní odpočinek	2,242	0,3801	12
		Total	2,204	0,3873	24

Graf 3



Graf 4



Rozdíl mezi opravenými průměry hodnot vzestupu křivky po aerobní zátěži a po masáži je 0,275 (uvolnění), po pasivním odpočinku 0,325 (uvolnění). Pasivní odpočinek má po aerobní zátěži tendenci více působit na uvolnění svalu, avšak nevýznamně. Rozdíl mezi opravenými průměry hodnot vzestupu křivky po anaerobní zátěži a po masáži je 0,075 (uvolnění), po pasivním odpočinku došlo ke ztuhnutí o 0,017, rozdíly nejsou významné. Při dané zátěži neměl druh regenerace významný vliv na tuhost svalu 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.

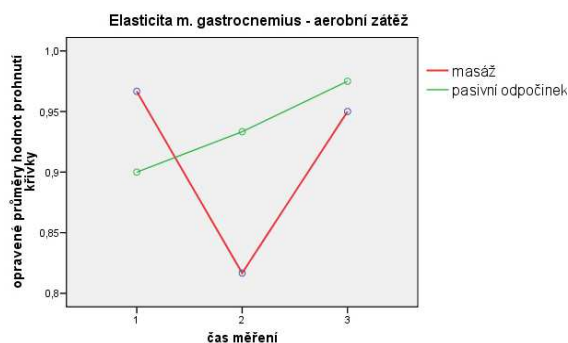
Tabulka 8 Kontrasty uvnitř skupiny – m. gastrocnemius - tuhost

Závisle proměnná	čas	Typ součtu čtverců III	st.v.	Průměrné čtverce	F	Sig.	η^2
čas	Level 1 vs. Level 2	0,677	1	0,677	3,684	0,061	0,077
	Level 2 vs. Level 3	1,300	1	1,300	4,814	0,034	0,099
čas * zátěž	Level 1 vs. Level 2	1,172	1	1,172	6,378	0,015	0,127
	Level 2 vs. Level 3	0,880	1	0,880	3,259	0,078	0,069
čas * regenerace	Level 1 vs. Level 2	0,002	1	0,002	0,010	0,920	0,000
	Level 2 vs. Level 3	0,005	1	0,005	0,019	0,890	0,000
čas * zátěž * regenerace	Level 1 vs. Level 2	0,255	1	0,255	1,389	0,245	0,031
	Level 2 vs. Level 3	0,060	1	0,060	0,223	0,639	0,005
Error(čas)	Level 1 vs. Level 2	8,084	44	0,184			
	Level 2 vs. Level 3	11,884	44	0,270			

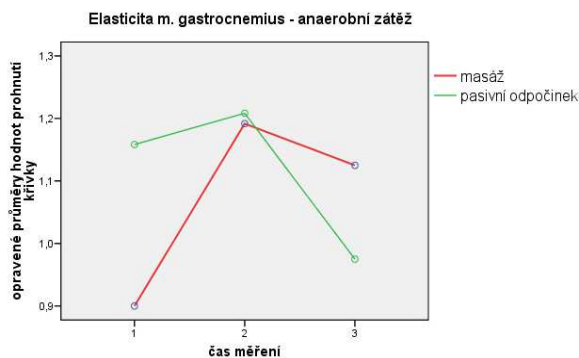
Tabulka 9 Základní průměrné hodnoty a směrodatné odchylky prohnutí křivky pro m. gastrocnemius

	zátěž	regenerace	Průměr	Směr. odchylka	N
Gastrocnemius elasticita před zátěží	aerobní	masáž	0,967	0,4677	12
		pasivní odpočinek	0,900	0,2256	12
		Total	0,933	0,3608	24
	anaerobní	masáž	0,900	0,3464	12
		pasivní odpočinek	1,158	0,3088	12
		Total	1,029	0,3470	24
Gastrocnemius elasticita po zátěži	aerobní	masáž	0,817	0,2725	12
		pasivní odpočinek	0,933	0,5646	12
		Total	0,875	0,4376	24
	anaerobní	masáž	1,192	0,5452	12
		pasivní odpočinek	1,208	0,4033	12
		Total	1,200	0,4690	24
Gastrocnemius elasticita regeneraci po	aerobní	masáž	0,950	0,3656	12
		pasivní odpočinek	0,975	0,2927	12
		Total	0,963	0,3241	24
	anaerobní	masáž	1,125	0,2734	12
		pasivní odpočinek	0,975	0,2832	12
		Total	1,050	0,2828	24

Graf 5



Graf 6



Rozdíl průměrných hodnot prohnutí křivky po aerobní zátěži a po masáži je -0,133 a po pasivním odpočinku -0,042. Po obou druhích regenerace došlo ke zlepšení elasticity svalu, masáž se jeví účinnější než pasivní odpočinek. Změny však nejsou významné. Rozdíl průměrných hodnot prohnutí po anaerobní zátěži a po masáži je 0,067 a po pasivním odpočinku 0,233. Zde došlo ke zhoršení elasticity svalu po obou druhích regenerace. Po masáži se elasticita nezhoršila v takové míře jako po pasivním odpočinku. Rozdíly však nejsou významné. Na anaerobní zátěž reagoval sval opačně než na zátěž aerobní v případě změn hodnot naměřených po zátěži - po regeneraci. Ani faktor času se nejeví v případě velikosti změn prohnutí křivky m. gastrocnemius jako statisticky a věcně významný.

Tabulka 10 Kontrasty uvnitř skupiny – m. gastrocnemius - elasticita

Závisle proměnná	čas	Typ součtu čtverců III	st.v.	Průměrné čtverce	F	Sig.	η^2
čas	Level 1 vs. Level 2	0,152	1	0,152	0,575	0,452	0,013
	Level 2 vs. Level 3	0,047	1	0,047	0,148	0,702	0,003
čas * zátěž	Level 1 vs. Level 2	0,630	1	0,630	2,387	0,129	0,051
	Level 2 vs. Level 3	0,677	1	0,677	2,141	0,150	0,046
čas * regenerace	Level 1 vs. Level 2	0,010	1	0,010	0,039	0,845	0,001
	Level 2 vs. Level 3	0,200	1	0,200	0,633	0,430	0,014
čas * zátěž * regenerace	Level 1 vs. Level 2	0,542	1	0,542	2,053	0,159	0,045
	Level 2 vs. Level 3	0,017	1	0,017	0,053	0,818	0,001
Error(čas)	Level 1 vs. Level 2	11,616	44	0,264			
	Level 2 vs. Level 3	13,909	44	0,316			

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.

6.1.2. Změny velikosti parametrů m. soleus

Konkrétní změny velikosti parametrů vzestupu a prohnutí křivky m. soleus

Následující tabulky ukazují konkrétní změny parametrů vzestupu a prohnutí křivky pro m. soleus po zátěži a po regeneraci, a to vždy vzhledem ke konkrétním pozátěžovým hodnotám. Vyhodnocování tabulek probíhalo stejným způsobem jako u m. gastrocnemius.

Tabulka 11 Změna parametrů křivky po aerobní x anaerobní zátěži a po regeneraci - m. soleus (masáž)

testovaný č.	parametr vzestupu		parametr prohnutí	
	aerobní zátěž	anaerobní zátěž	aerobní zátěž	anaerobní zátěž
testovaný č.1	-0,1	1,2	0,4	-0,2
testovaný č.2	0,5	0,4	0,2	0
testovaný č.3	-1	2	-0,1	0,2
testovaný č.4	-1,3	-0,9	-1,3	0,1
testovaný č.5	1,7	-0,1	0,2	0
testovaný č.6	-0,5	1,1	-0,4	0
testovaný č.7	-0,6	1,4	0,3	0,5
testovaný č.8	-0,2	-0,1	0,1	0,1
testovaný č.9	-0,8	-0,4	-0,3	-0,7
testovaný č.10	0	-2,7	-0,2	-0,7
testovaný č.11	-1	-1,6	0,2	-0,1
testovaný č.12	-0,3	-0,6	-0,5	-0,3

Parametr vzestupu m. soleus po masáži následující po aerobní zátěži se zlepšil u 9 testovaných a po anaerobní zátěži u 7 testovaných. Parametr prohnutí se po masáži následující po aerobní zátěži pozitivně změnil u 6 testovaných a po anaerobní zátěži u 5 testovaných. Masáž se jeví jako účinnější forma regenerace na stav viskoelastických vlastností m. soleus po aerobní zátěži.

Tabulka 12 Změna parametrů křivky po aerobní x anaerobní zátěži a po regeneraci m. soleus (pasivní odpočinek)

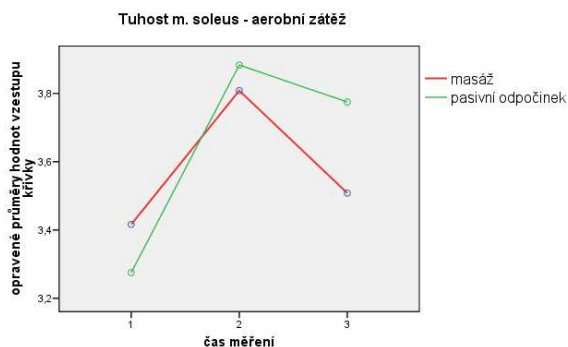
testovaný č.	parametr vzestupu		parametr prohnutí	
	aerobní zátěž	anaerobní zátěž	aerobní zátěž	anaerobní zátěž
testovaný č.1	-0,7	-0,2	-0,1	-0,2
testovaný č.2	2	0	1	0,2
testovaný č.3	-0,2	-0,6	-0,3	-0,1
testovaný č.4	-1,1	-1,5	-0,2	-0,8
testovaný č.5	0,7	0,8	0,2	0
testovaný č.6	-0,4	-1,1	0,1	-0,9
testovaný č.7	-1,5	-0,1	0,3	-0,2
testovaný č.8	-1,4	1,5	0,1	0,1
testovaný č.9	-0,4	1,1	0,1	-0,4
testovaný č.10	1,5	-1,3	0,2	-0,2
testovaný č.11	0,6	-0,1	0,2	0
testovaný č.12	-0,4	0,4	0,1	0,4

Parametr vzestupu m. soleus po pasivním odpočinku následujícím po aerobní zátěži se zlepšil u 8 testovaných a po anaerobní zátěži u 7 testovaných. Parametr prohnutí se po pasivním odpočinku následujícím po aerobní zátěži pozitivně změnil u 3 testovaných a po anaerobní zátěži u 7 testovaných. Pasivní odpočinek se jeví jako účinnější na m. soleus z hlediska jeho viskoelastických vlastností po anaerobní zátěži.

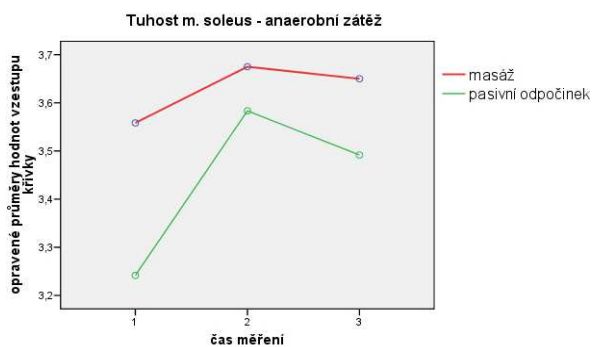
Tabulka 13 Základní průměrné hodnoty a směrodatné odchytky vzestupu křivky pro m. soleus

		zátěž		regenerace		Průměr	Směr. odchytky	N
Soleus tuhost před zátěží	zátěž	aerobní	masáž	masáž	3,417	0,9370	12	
			pasivní odpočinek	pasivní odpočinek	3,275	0,6690	12	
		Total	Total	3,346	0,7994	24		
		anaerobní	masáž	3,558	1,1357	12		
pasivní odpočinek	3,242		0,8979	12				
Total	Total	3,400	1,0142	24				
Soleus tuhost po zátěži	zátěž	aerobní	masáž	masáž	3,808	0,8544	12	
			pasivní odpočinek	pasivní odpočinek	3,883	0,8222	12	
		Total	Total	3,846	0,8209	24		
		anaerobní	masáž	3,675	0,9294	12		
pasivní odpočinek	3,583		0,9533	12				
Total	Total	3,629	0,9219	24				
Soleus tuhost po regeneraci	zátěž	aerobní	masáž	masáž	3,508	0,9922	12	
			pasivní odpočinek	pasivní odpočinek	3,775	1,0306	12	
		Total	Total	3,642	0,9987	24		
		anaerobní	masáž	3,650	0,7983	12		
pasivní odpočinek	3,492		1,0774	12				
Total	Total	3,571	0,9309	24				

Graf 7



Graf 8



Po aerobní i anaerobní zátěži m. soleus reagoval ztuhnutím, tečná přímka byla strmější a po regeneraci došlo k mírnému uvolnění svalu. Rozdíl průměrných hodnot tuhosti m. soleus po aerobní zátěži a po masáži je 0,300 a po pasivním odpočinku 0,108. Masáž se jeví jako účinnější, rozdíl však není nevýznamný. Rozdíl průměrných hodnot tuhosti m. soleus po anaerobní zátěži a po masáži je 0,025, po pasivním odpočinku 0,092. Tyto rozdíly nejsou významné.

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.

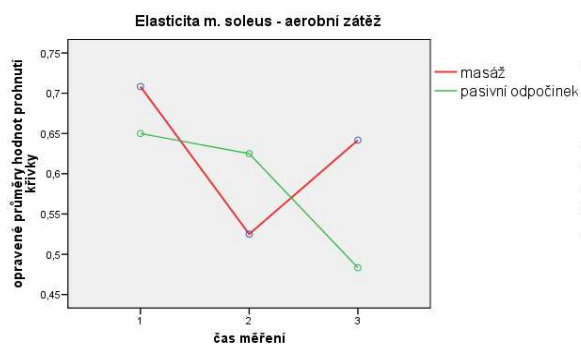
Tabulka 14 Kontrasty uvnitř skupiny – m. soleus - tuhost

Závisle proměnná	čas	Typ součtu čtverců III	st.v.	Průměrné čtverce	F	Sig.	η ²
čas	Level 1 vs. Level 2	6,380	1	6,380	6,423	0,015	0,127
	Level 2 vs. Level 3	0,827	1	0,827	0,724	0,399	0,016
čas * zátěž	Level 1 vs. Level 2	0,880	1	0,880	0,886	0,352	0,020
	Level 2 vs. Level 3	0,255	1	0,255	0,224	0,639	0,005
čas * regenerace	Level 1 vs. Level 2	0,585	1	0,585	0,589	0,447	0,013
	Level 2 vs. Level 3	0,047	1	0,047	0,041	0,840	0,001
čas * zátěž * regenerace	Level 1 vs. Level 2	0,000	1	0,000	0,000	0,989	0,000
	Level 2 vs. Level 3	0,200	1	0,200	0,175	0,677	0,004
Error(čas)	Level 1 vs. Level 2	43,704	44	0,993			
	Level 2 vs. Level 3	50,221	44	1,141			

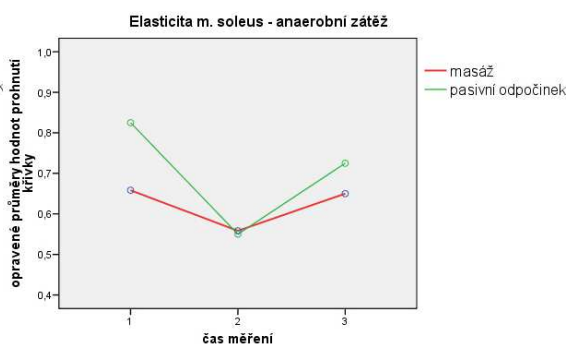
Tabulka 15 Základní průměrné hodnoty a směrodatné odchylky prohnutí křivky pro m. soleus

	zátěž	regenerace	Průměr	Směr. odchylka	N
Soleus elasticita před zátěží	aerobní	masáž	0,708	0,3801	12
		pasivní odpočinek	0,650	0,3030	12
		Total	0,679	0,3375	24
	anaerobní	masáž	0,658	0,3088	12
		pasivní odpočinek	0,825	0,3108	12
		Total	0,742	0,3147	24
Soleus elasticita po zátěží	aerobní	masáž	0,525	0,1815	12
		pasivní odpočinek	0,625	0,2701	12
		Total	0,575	0,2308	24
	anaerobní	masáž	0,558	0,2021	12
		pasivní odpočinek	0,550	0,2844	12
		Total	0,554	0,2413	24
Soleus elasticita po regeneraci	aerobní	masáž	0,642	0,4660	12
		pasivní odpočinek	0,483	0,1801	12
		Total	0,563	0,3549	24
	anaerobní	masáž	0,650	0,3119	12
		pasivní odpočinek	0,725	0,3223	12
		Total	0,688	0,3125	24

Graf 9



Graf 10



Po aerobní i anaerobní zátěži došlo ke zhoršení elasticity m. soleus, kdy hodnoty prohnutí křivky byly nižší. Rozdíl průměrných hodnot prohnutí křivky po aerobní

zátěži a po masáži je -0,117, což znamená zvětšení prohnutí křivky a zlepšení elasticity svalu. Rozdíl hodnot po aerobní zátěži a po pasivním odpočinku je 0,142, což znamená, že došlo ke snížení hodnot prohnutí křivky, tedy ke zhoršení elasticity svalu. Rozdíl průměrných hodnot prohnutí křivky po anaerobní zátěži a po masáži je -0,092 a po pasivním odpočinku -0,175. Masáž má po aerobní zátěži tendenci ovlivňovat pozitivně elasticitu svalu, po anaerobní zátěži má tuto tendenci pasivní odpočinek. Avšak tyto rozdíly nejsou významné.

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.

Tabulka 16 Kontrasty uvnitř skupiny - m. soleus - elasticita

Závisle proměnná	čas	Typ součtu čtverců III	st.v.	Průměrné čtverce	F	Sig.	η^2
čas	Level 1 vs. Level 2	1,021	1	1,021	10,690	0,002	0,195
	Level 2 vs. Level 3	0,175	1	0,175	1,183	0,283	0,026
čas * zátěž	Level 1 vs. Level 2	0,083	1	0,083	0,873	0,355	0,019
	Level 2 vs. Level 3	0,255	1	0,255	1,723	0,196	0,038
čas * regenerace	Level 1 vs. Level 2	0,001	1	0,001	0,009	0,926	0,000
	Level 2 vs. Level 3	0,092	1	0,092	0,620	0,435	0,014
čas * zátěž * regenerace	Level 1 vs. Level 2	0,333	1	0,333	3,491	0,068	0,074
	Level 2 vs. Level 3	0,350	1	0,350	2,364	0,131	0,051
Error(čas)	Level 1 vs. Level 2	4,202	44	0,095			
	Level 2 vs. Level 3	6,518	44	0,148			

Shrnutí vlivu regenerace na konkrétní změny sledované parametry 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.

6.2. Výsledky měření obvodu svalu

Konkrétní změny velikosti hodnot obvodu svalu

Následující tabulka ukazuje konkrétní změny obvodu svalu po zátěži a po regeneraci, a to vždy vzhledem ke konkrétním pozátěžovým hodnotám. Jde o konkrétní rozdíly naměřených hodnot a cílem je poukázat na tendenci působení konkrétní regenerace na konkrétní předchozí zatížení.

Tabulka 17 Rozdíly hodnot velikosti obvodu svalu

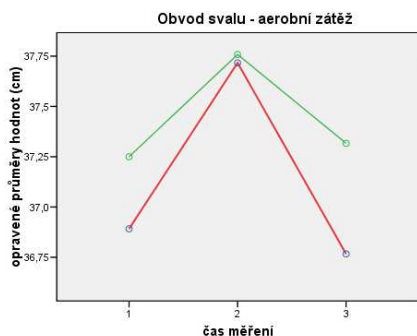
Testovaný č.	aerobní zátěž		anaerobní zátěž	
	masáž	pasivní odp.	masáž	pasivní odp.
Testovaný č. 1	-0,5	-0,3	0	0,5
Testovaný č.2	0,5	-2	0,5	0,2
Testovaný č.3	-2,3	-0,8	-0,5	-0,3
Testovaný č.4	-2,3	-0,5	-0,5	-0,5
Testovaný č.5	-0,7	0	-0,5	-0,5
Testovaný č.6	-0,2	-0,2	0	-0,3
Testovaný č.7	-1,4	0	-0,5	-0,5
Testovaný č.8	-0,2	0,2	-0,8	0
Testovaný č.9	-0,4	0,3	0	0,5
Testovaný č.10	-0,7	-0,5	-0,5	-0,5
Testovaný č.11	-0,7	-1	0	0
Testovaný č.12	-2,5	-0,5	0	0

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.

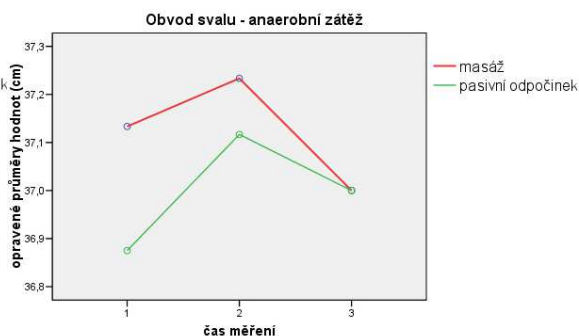
Tabulka 18 Základní průměrné hodnoty a směrodatné odchylky hodnot obvodu svalu

			Průměr	Směr. odchylka	N
	zátěž	regenerace			
Obvod před zátěží	aerobní	masáž	36,9	2,65	12
		pasivní odpočinek	37,3	2,66	12
		Total	37,1	2,60	24
	anaerobní	masáž	37,1	2,53	12
		pasivní odpočinek	36,9	2,63	12
		Total	37,0	2,53	24
Obvod po zátěži	aerobní	masáž	37,7	2,75	12
		pasivní odpočinek	37,8	2,98	12
		Total	37,7	2,80	24
	anaerobní	masáž	37,2	2,37	12
		pasivní odpočinek	37,1	2,66	12
		Total	37,2	2,46	24
Obvod regeneraci po	aerobní	masáž	36,8	2,84	12
		pasivní odpočinek	37,3	2,53	12
		Total	37,0	2,65	24
	anaerobní	masáž	37,0	2,55	12
		pasivní odpočinek	37,0	2,71	12
		Total	37,0	2,58	24

Graf 11



Graf 12



Po zátěži se obvod svalu zvětšil a po regeneraci sval reagoval zmenšením obvodu.

Rozdíl mezi zaokrouhlenými hodnotami po aerobní zátěži a po masáži je 0,9 cm a po pasivním odpočinku 0,4 cm. Rozdíl mezi hodnotami po anaerobní zátěži a po masáži je 0,2 cm a po pasivním odpočinku 0,1 cm. Masáž se jeví jako účinnější prostředek regenerace, rozdíly nejsou věcně ani statisticky významné.

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.

Tabulka 19 Kontrasty uvnitř skupiny - Obvod svalu

Závisle proměnná	čas	Typ součtu čtverců III	st.v.	Průměrné čtverce	F	Sig.	η^2
čas	Level 1 vs. Level 2	8,417	1	8,417	23,498	0,000	0,348
	Level 2 vs. Level 3	9,100	1	9,100	22,851	0,000	0,342
čas * zátěž	Level 1 vs. Level 2	2,950	1	2,950	8,236	0,006	0,158
	Level 2 vs. Level 3	3,255	1	3,255	8,174	0,006	0,157
čas * regenerace	Level 1 vs. Level 2	0,092	1	0,092	0,256	0,615	0,006
	Level 2 vs. Level 3	1,172	1	1,172	2,943	0,093	0,063
čas * zátěž * regenerace	Level 1 vs. Level 2	0,630	1	0,630	1,759	0,192	0,038
	Level 2 vs. Level 3	0,460	1	0,460	1,156	0,288	0,026
Error(čas)	Level 1 vs. Level 2	15,761	44	0,358			
	Level 2 vs. Level 3	17,523	44	0,398			

6.3. Výsledky měření vnímání bolesti - diskomfortu (VAS)

Konkrétní změny hodnot na VAS

Následující tabulka ukazuje konkrétní změny hodnot na VAS po zátěži a po regeneraci, a to vždy vzhledem ke konkrétním pozátěžovým hodnotám. Jde o konkrétní rozdíly hodnot určených na škále a cílem je poukázat na tendenci působení konkrétní regenerace na konkrétní předchozí zatížení.

Tabulka 20 Rozdíly hodnot na VAS

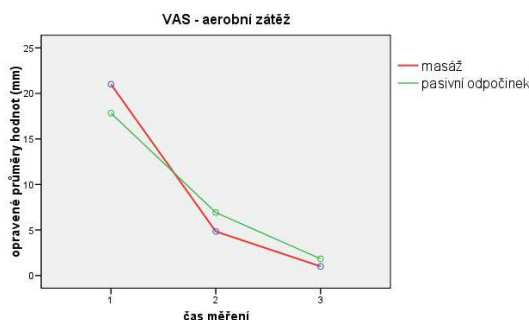
Testovaný č.	aerobní zátěž		anaerobní zátěž	
	<i>masáž</i>	<i>pasivní odp.</i>	<i>masáž</i>	<i>pasivní odp.</i>
Testovaný č. 1	-45	-36	-17	-25
Testovaný č.2	-6	-20	-7	0
Testovaný č.3	-10	-7	-8	-9
Testovaný č.4	-55	-26	-48	-39
Testovaný č.5	-8	-4	-26	-28
Testovaný č.6	-3	-5	-37	-12
Testovaný č.7	-10	-7	-33	-40
Testovaný č.8	-15	-4	-17	-13
Testovaný č.9	0	0	0	-5
Testovaný č.10	-4	-2	-25	-13
Testovaný č.11	-17	-10	-17	-12
Testovaný č.12	-21	-10	-7	-7

Vzhledem k oběma typům zatížení došlo po masáži i po pasivním odpočinku ke zmenšení velikosti vnímané bolesti (diskomfortu) u všech testovaných. Druhý den byl výsledek stejný. Není možné říci, který druh regenerace by mohl být účinnější.

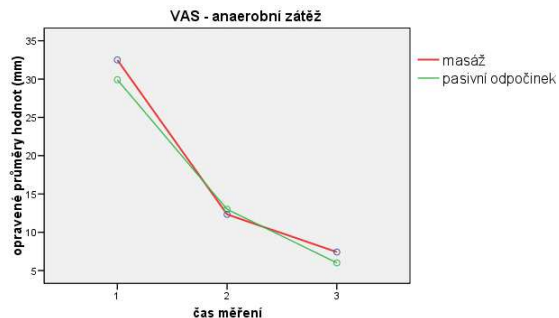
Tabulka 21 Základní průměrné hodnoty a směrodatné odchytky hodnot na VAS

	zátěž	regenerace	Průměr	Směr. odchylnka	N
VAS po zátěži	aerobní	masáž	21	22,5	12
		pasivní odpočinek	18	15,0	12
		Total	19	18,8	24
	anaerobní	masáž	33	23,4	12
		pasivní odpočinek	30	15,4	12
		Total	31	19,4	24
VAS po regeneraci	aerobní	masáž	5	7,9	12
		pasivní odpočinek	7	7,7	12
		Total	6	7,7	24
	anaerobní	masáž	12	14,6	12
		pasivní odpočinek	13	10,1	12
		Total	13	12,3	24
VAS 24h po zátěži	aerobní	masáž	1	1,7	12
		pasivní odpočinek	2	2,1	12
		Total	1	1,9	24
	anaerobní	masáž	7	17,6	12
		pasivní odpočinek	6	9,1	12
		Total	7	13,7	24

Graf 13



Graf 14



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.

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.

Tabulka 22 Kontrasty uvnitř skupiny - VAS

Závisle proměnná	čas	Typ součtu čtverců III	st.v.	Průměrné čtverce	F	Sig.	η^2
čas	Level 1 vs. Level 2	12 352,083	1	12352,08	63,321	0,000	0,590
	Level 2 vs. Level 3	1 302,083	1	1 302,083	19,597	0,000	0,308
čas * zátěž	Level 1 vs. Level 2	300,000	1	300,000	1,538	0,222	0,034
	Level 2 vs. Level 3	27,000	1	27,000	0,406	0,527	0,009
čas * regenerace	Level 1 vs. Level 2	216,750	1	216,750	1,111	0,298	0,025
	Level 2 vs. Level 3	33,333	1	33,333	0,502	0,482	0,011
čas * zátěž * regenerace	Level 1 vs. Level 2	12,000	1	12,000	0,062	0,805	0,001
	Level 2 vs. Level 3	2,083	1	2,083	0,031	0,860	0,001
Error(čas)	Level 1 vs. Level 2	8 583,167	44	195,072			
	Level 2 vs. Level 3	2 923,500	44	66,443			

7. DISKUSE

Masáž má dlouhou historii a ve sportu je velmi oblíbeným a prakticky nejčastějším prostředkem pro urychlení procesu zotavení po výkonu. Použití masáže je často spojováno pouze s praktickými zkušenostmi, proto je důvod se zabývat výzkumem jejího působení na organismus člověka. Výzkum účinků masáže je bohatý, avšak v mnoha ohledech rozporuplný. Tato skutečnost může vyplývat i z nejednotnosti dělení účinků masáže, jelikož jejich mechanismus působení na lidský organismus není izolovaný, naopak je velmi komplexní a složitý. Výzkum účinků masáže se převážně zaměřuje na sledování fyziologických a psychologických ukazatelů. Je však nejednotný z mnoha hledisek a jeho výsledky se velmi často rozcházejí. Domníváme se, že důvodem tohoto faktu je převážně subjektivní stránka vlivu masáže na každého jedince, jeho momentální funkční stav (včetně stavu limbického systému – motivace, nálady), jeho momentální svalový tonus, jeho vztah k obtížím, jeho postoj k masáži. Druhý faktor má vztah k masáži jako takové - druh masážní techniky, pořadí použitých hmatů, hloubka a rychlost hmatů, délka masáže, její odstup po zatížení, počet uskutečněných masáží, druh použitého masážního prostředku. Za třetí záleží na masérovi, na jeho přístupu k masáži i k masírovanému, na jeho kvalifikaci a především na zkušenostech. Čtvrtá skupina podmínek ovlivňující účinky masáže je masírovaná část těla, jaký sval byl masírován, zda se jednalo o sval posturální nebo fázického charakteru, jak velká svalová skupina byla masírovaná, jak byl masírovaný sval „poškozen“ předcházejícím zatížením. Charakter, intenzita a délka zatížení může ovlivnit rychlost a kvalitu zotavných procesů. V neposlední řadě záleží i na vnějších podmínkách jako je denní doba, roční období, aktuální počasí, teplota atd.

V této práci jsme se pokusili nalézt odpovědi na otázky týkající se rozdílu v účinnosti 5min masáže a pasivního 5 min odpočinku na m. triceps surae po dvou typech zatížení, aerobním a anaerobním. 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.

a) Weerapong et al. (2005) dělí účinky masáže na několik kategorií (viz. tab.č.1, s.21) Dle našeho názoru je velmi složité striktně možné účinky masáže na lidský organismus dělit. Proto se domníváme, že biomechanické a neurologické účinky souvisejí možná úžeji, než předpokládá výše jmenovaný autor. Např. poddajnost svalu

uváděná v mechanických účincích masáže, dle našeho názoru souvisí se stavem svalového napětí, které je uváděno v účincích neurologických. Právě oblast biomechanických a neurologických účinků, kam bychom mohli zařadit působení masáže na svalové napětí, není příliš prozkoumána. Dle Callaghana (1993) bylo provedeno několik studií zkoumajících vliv masáže na svalový tonus, konkrétně na reflexní aktivitu svalu s měřením změn amplitudy H-reflexu. Sullivan et al. (1991) zjistili, že při provádění masáže došlo ke snížení amplitudy H-reflexu, což vysvětlují jako možné snížení excitability alfa-motoneuronu v měřeném svalu. Na svalovém napětí se dle Véleho (1997) podílejí viskoelastické vlastnosti svalové tkáně.

Změnami viskoelastických vlastností svalu se žádná z nalezených výzkumných studií sledujících účinnost masáže a dalších prostředků regenerace nezabývala. Výzkumem viskoelastických vlastností se u nás zabývají Šifta, Süssová a Otáhal (2004, 2005, 2006, 2008) a proto jsme se rozhodli navázat na jejich práci. Při detekování změn tuhosti a elasticity svalu jsme použili myotonometr, který byl výše jmenovanými autory úspěšně využit u spastických pacientů. Myotonometr je užívaným prostředkem pro simulaci a objektivizaci palpce svalu. Pro měření byly voleny 2 svaly m. gastrocnemius a m. soleus, které jsou dobře palpovatelné a vhodné pro sledovaný účel. (Šifta, 2005)

b) Pozitivní působení masáže na obvod svalu dle našeho názoru souvisí se stavem lymfatického systému. Lymfatický systém pomáhá vstřebávat otoky a dle Prentice (2002) je závislý na působení vnějších sil jako jsou gravitace, svalová kontrakce, pohyb nebo právě masáž. Obvod svalu byl sledován ve studiích Dawsona, Dawsona a Tiiduse (2004), Zainuddina et al. (2005) a dále Harta, Swanika a Tierneyho (2005), kteří hodnotili změny obvodu m. triceps surae po 5min masáži lýtky a z jejichž práce jsme vyšli.

c) Svalová bolest je nejznámějším faktorem poškození svalu po zátěži. (Byrne, Twist a Ston, 2004) a masáž je velmi úzce spojena s bolestí. (Preyde, 2000, in Morales, 2006) Domníváme se, že pocitová bolest (diskomfort, nepohodlí) ve svalu je v souvislosti s dotykem při masírování velmi úzce spjata. Existuje několik teorií, které vysvětlují analgetický účinek masáže. Tyto teorie jsou uvedeny v teoretické části této práce. Změnami ve vnímání bolesti se v rámci psychologických účinků masáže zabývá

mnoho autorů. (Hemmings, 2000a; Hemmings, 2000b; Hemmings, Smith, Graydon et al., 2000; Zainuddin et al., 2005; Dawson, Dawson a Tiidus, 2004; Jönhagen et al., 2004; Hart, Swank a Tierney, 2005; Hilbert et al., 2003; Van den Doder a Roberts, 2003; Tanaka, Leisman, Mori et al., 2002; Mori et al., 2004) Bolest je v rámci výzkumu účinnosti masáže hodnocena pomocí různých škál, nejčastěji pomocí VAS, proto jsme použili tuto škálu. VAS 100mm užil ve svém výzkumu Zainuddin et al. (2005), Van den Doder a Roberts (2003), Mori et al. (2004).

Výzkumné studie používají různé modely zatížení, žádná neporovnávala vliv na účinnost masáže či jiného prostředku regenerace vzhledem k předchozímu charakteru zatížení, které může velikost účinku ovlivnit. Z velikosti a charakteru zatížení může vyplývat různá velikost či vážnost poškozené svalové tkáně, která je následovně masírována.

Jelikož jsme dosud nenalezli studii zabývající se tímto fenoménem, aplikovali jsme dva odlišné druhy zatížení. Jako aerobní zátěž byl volen 12min běh rychlostí 10km/h. Tato délka zátěže odpovídá standardizovanému Cooperovu testu vytrvalostních schopností. Jako anaerobní zátěž byl volen modifikovaný 60s Bosco test, který je dle Hellera (2005) vhodný pro testování anaerobních schopností.

Při hodnocení vlivu zatížení na sval vycházíme z podkladů Brooks et al. (2005) a Havlíčkové a kol. (2003).

Anaerobní druh zátěže mění sval z fyziologického hlediska tak, že se mění průtok lymfy, úroveň krevního kyslíku, glykogenu a laktátu, které způsobí přechodný diskomfort, oslabení a poruchy ve svalové výkonnosti. (Brooks et al., 2005) Acidóza způsobená nadprodukcí laktátu způsobuje metabolické a elektrochemické změny. Dojde k poklesu glykolýzy a k hyperpolarizaci sarkolemy a tím nastávají zhoršené podmínky pro vznik akčních potenciálů. Přímo tak dochází k ovlivnění práce kontraktálního aparátu. (Havlíčková a kol., 2003)

Za aerobních podmínek dochází k dostatečné dodávce kyslíku pracujícím svalům. Oběhový systém reaguje na zvýšené kyslíkové nároky zvýšeným srdečním výkonem a zátěžovou redistribucí krve. V pracujících svalech dochází k vasodilataci řízené vegetativní inervací, může docházet i k látkově vyvolanému prokrvení z místní

acidózy. (Havlíčková a kol. 2003) Změny ve svalu nejsou takového rozsahu a domníváme se, že neovlivňují jeho aktuální funkční stav v takové míře jako zatížení anaerobní.

Domnívali jsme se tedy, že po anaerobní masáži dojde přirozeně k většímu ovlivnění svalu z hlediska jeho viskoelastických vlastností, jež jsou přímo ovlivněny prací kontraktilního aparátu a předpokládali, že masáž bude na sval pozitivně účinkovat, ve větším měřítku než po zátěži aerobní, kdy k takovýmto změnám nedochází. Domníváme se, že obvod svalu souvisí s velikostí průtoku krve a lymfy, proto jsme se také předpokládali, že se obvod svalu více zvětší po anaerobní zátěži. Jelikož, jak již bylo uvedeno, masáž ovlivňuje průtok krve a lymfy, domnívali jsme se, že by mohla snížit velikost obvodu svalu více než po zátěži aerobní.

Hypotéza 1

H1 První hypotézou, kterou jsme si stanovili, byl předpoklad, že masáž ve srovnání s pasivním odpočinkem účinněji ovlivní tuhost, elasticitu svalu a obvod svalu. Pro potvrzení této hypotézy jsme si stanovili následující úkoly:

- Provést měření myotonometrem m. gastrocnemius a m. soleus dominantní dolní končetiny u skupiny sportovců a vyhodnotit změny viskoelastických vlastností těchto svalů bezprostředně po zatížení a následné regeneraci (masáž, pasivní odpočinek).
- Provést měření obvodu lýtkového svalu bezprostředně po zátěži, vyhodnotit změny způsobené regenerací a porovnat účinky masáže a pasivního odpočinku.

Hypotéza 2

H2 Předpokládali jsme, že po anaerobním zatížení svalu m. triceps surae bude mít masáž větší účinky než po zatížení aerobním. Pro potvrzení této hypotézy jsme stanovili následující úkoly:

- Porovnat reakci m. triceps surae na dva různé typy zatížení (aerobní x anaerobní).
- Porovnat změny tuhosti, elasticity a obvodu svalu po masáži a po pasivním odpočinku vzhledem ke konkrétní zátěži.

Viskoelastické vlastnosti svalu

Výsledky měření tuhosti m. gastrocnemius

Jako statisticky významný faktor na změnu tuhosti m. gastrocnemius byl pouze čas. Tuhost svalu se v závislosti na zatížení a regeneraci měnila. Z pohledu věcné a statistické významnosti pouze průměrně po jakékoliv zátěži a následné jakékoliv regeneraci. 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 (o 0,017). Při druhém anaerobním zatížení sval reagoval uvolněním na zátěž a dále opětovným mírným uvolněním na masáž (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

Zajímavý je fakt, že v případě velikosti změn prohnutí m. gastrocnemius se vliv času jako významný nejeví. 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 (o 0,133) v porovnání s pasivním odpočinkem (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 (o 0,067) jako po pasivním odpočinku (o 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.

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

Hypotéza 1 a 2 se v případě viskoelastických změn m. gastrocnemius nepotvrdila

Výsledky měření tuhosti m. soleus

Po aerobní i anaerobní zátěži m. soleus reagoval ztuhnutím, v tomto případě se čas jeví jako věcně i statisticky významný faktor, avšak pouze pro hladinu před zátěží a po zátěži. 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*

Po aerobní i anaerobní zátěži došlo ke zhoršení elasticity *m. soleus* a čas se zde jeví jako významný faktor 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.

- 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.

Hypotéza 1 a 2 se v případě m. soleus nepotvrdila.

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. M. gastrocnemius u spastických pacientů nevykazoval takové výsledky, jaké byly očekávané a jaké byly dle Šifty (2005) prezentovány odbornou veřejností. Z jakého důvodu tomu tak je není zcela jasné. 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, například nedefinovaným bodem přepnutí směru pohybu měřicího hrotu, nemožností změnit zátěžovou charakteristiku snímacího hrotu nebo navolit různé zátěžové režimy umožňující deformace zkoumané měkké tkáně o přesně definovaných frekvencích.

Obvod svalu

Výsledky našeho výzkumu ukazují na významný vliv času na změny obvodu m. triceps surae. Po zátěži se obvod svalu zvětšil a po regeneraci sval reagoval zmenšením obvodu. Avšak mezi účinky masáže a pasivního odpočinku jsme významné rozdíly nenalezli. I přes statisticky nevýznamné rozdíly mezi účinností masáže a pasivního odpočinku 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 (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 nezpůsobil změny ve svalu 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 zatížení 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.

Hypotéza 1 a 2 se v parametru obvodu nepotvrdila.

Výsledky naší práce se shodují s výsledky studie Harta, Swanika a Tierneyho (2005), kteří aplikovali 5min masáž 24, 48 a 72h po excentrické zátěži a zaznamenali statisticky významný vliv času na změny obvodu svalu. Nicméně rozdíl mezi masáží a pasivním odpočinkem významný nebyl. Při srovnání naší práce s touto studií musíme

brát v potaz, že se sice délka masáže shodovala, avšak charakter zatížení a odstup masáže byl odlišný. Dawson, Dawson a Tiidus (2004) zkoumali změny ve velikosti otoku svalu po aplikaci 30min masáže na m. quadriceps a hamstringy po ½ maratonu, přičemž jedna dolní končetina sloužila jako experimentální a druhá jako kontrolní. Odstup masáže byl (1, 4, 8 a 11 den po zátěži). V žádném časovém úseku nebyl zaznamenán rozdíl mezi dolními končetinami ve velikosti otoku svalu. Výsledky naší práce a práce Dawsona, Dawsona a Tiiduse (2004) jsou však těžko porovnatelné, jednalo se sice o zátěž aerobního charakteru, kterou jsme také aplikovali, avšak její délka byla velmi rozdílná, délka a odstup masáže také.

Zainuddin et al. (2005) po 10min masáži aplikované 3h po excentrické zátěži také nezaznamenal významný rozdíl ve velikosti obvodu horní končetiny. Rozdíly mezi masírovanou a nemasírovanou končetinou zaznamenal až 3. a 4. den po zátěži, což však může být výsledek přirozeného procesu regenerace. V prvních 2 dnech tyto rozdíly významné nebyly.

Odstup, délka masáže ani zvolená svalová skupina při porovnání všech výzkumů neměly vliv na velikost otoku svalu významným způsobem více než pasivní odpočinek.

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, i když testování ve studii Dawsona, Dawsona a Tiiduse (2004) absolvovali ½ maraton a také zde nebyly zaznamenány významné rozdíly mezi působením masáže a odpočinku. Všechny tyto studie byly provedeny se sportovci. Domníváme se, že bychom mohli dojít k jiným výsledkům, pokud by testovaný soubor tvořili nespportovci.

Limity výzkumu změn viskoelastických vlastností a obvodu svalů

Po anaerobní zátěži hodnoty laktátu odebraného 5 minut po zátěži prokázaly zvýšení hladiny laktátu v krvi ($6,09 \pm 1,74$ mmol/l⁻¹). Heller (2005) udává hodnoty koncentrace laktátu v Bosco testu v průměru $10,9$ mmol/l⁻¹ u mužů a $8,4$ mmol/l⁻¹ u žen. Jsme si vědomi, že hodnoty jsou v tomto případě nižší (muži $6,05 \pm 1,47$ mmol/l⁻¹, ženy $6,18 \pm 1,73$ mmol/l⁻¹). 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, nesportovci 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.

Hypotéza 3

H3 Ve třetí hypotéze jsme předpokládali, že při srovnání obou druhů regenerace bude mít masáž kladnější vliv na subjektivní vnímání bolesti svalu ve smyslu diskomfortu a masírovaní jedinci budou pocitovou bolest vnímat jako menší.

- Pro potvrzení této hypotézy jsme vnímání bolesti vyhodnocovali pomocí VAS.

Výsledky ukázaly, že 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. Jako věcně i statisticky významný faktor na velikost vnímání bolesti ve svalu po jakékoliv zátěži a po jakékoliv regeneraci se ukázal pouze vliv času.

Hypotéza 3 se nepotvrdila.

Vlivem masáže na redukci vnímání bolesti se zabývá mnoho autorů. Je zajímavé, že se tato hypotéza nepotvrdila vzhledem k většině pozitivních výsledků ve výzkumu

psychologických účinků masáže (hodnocení vnímání bolesti, nepohodlí či zotavení). Hemmings (2000a), Hemmings (2000b), Hemmings, Smith, Graydon et al. (2000) při srovnání masáže s pasivním odpočinkem došli k výsledkům podporujícím pozitivnímu vliv masáže na redukci vnímání bolesti a na zlepšení pocitu zotavení. Hemmings a jeho spolupracovníci však ihned po zátěži užili masáž trvající 20min. Délka masáže může samozřejmě ovlivnit její účinky. V naší studii byla použita 5min masáž. Je možné, že pro ovlivnění vnímání bolesti (diskomfortu) nebyla dostatečně dlouhá. Na rozdíl od jmenovaných autorů byla přesně cílená, a to na jednu svalovou skupinu. Masáž celého těla nebo větších svalových skupin by mohla více ovlivnit redukci vnímané bolesti, jelikož působí celkově na celý organismus ve větším měřítku než masáž pouhé malé svalové skupiny. Výše jmenovaní autoři prováděli masáž na velkých svalových skupinách na celém těle, což také mohlo více ovlivnit aktuální stav sportovce. Další autoři podporující pozitivní účinky masáže na snížení bolesti jsou Zainuddin et al. (2005), kteří aplikovali 10min masáž 3h po zátěži excentrického charakteru a Dawson, Dawson a Tiidus (2004), kteří aplikovali 30min masáž quadriceps a hamstringů po 1/2maratonu 1, 4, 8 a 11 den po výkonu. Testování vnímali menší bolest u masírované končetiny. I přesto, že design poslední jmenované studie nebyl zcela kvalitní - masírovali 2 maséři a jako kontrolní sloužila druhá končetina, výsledky byly pozitivní. Je vidět, že doba odstupu masáže byla v těchto výzkumných studiích delší. Je možné, že doba odstupu hraje významnou roli v účinnosti masáže na redukci bolesti.

Nicméně výsledky naší práce nejsou ojedinělé. Jönhagen et al. (2004), Hart, Swank a Tierney (2005) Hilbert et al. (2003) rovněž nepotvrdili větší účinnost masáže na snížení vnímání bolesti. Aplikovaná zátěž byla u všech excentrického charakteru, ale délka a odstup masáže od zátěže se lišily. Hart, Swank a Tierney (2005) užili 5min masáž s odstupem 24h, Hilbert et al. (2003) 20min masáž s odstupem 2h a Jönhagen et al. (2004) 10min masáž ihned po zátěži.

Autoři podporující pozitivní účinek masáže oproti pasivnímu odpočinku prováděli déletrvající masáž, je možné, že tento faktor by mohl mít vliv na výsledky našeho výzkumu. Masáž trvající 5min neměla vliv ani u studie Harta, Swanika a Tierneyho (2005), avšak odstup masáže zde byl 24 hodin. Domnívali jsme se, že ihned po zátěži by účinek mohl být jiný. Na druhou stranu i déletrvající masáž vliv na bolest nemusí

mít. Záleží i na typu zátěže, druhu masáže, na designu experimentu, na testovaných, atd.

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.

9. ZÁVĚRY

Cílem této práce bylo zhodnocení a porovnání míry účinku sportovní masáže a pasivního odpočinku na stav lýtkového svalu z hlediska jeho viskoelastických vlastností, obvodu a subjektivního vnímání bolesti (diskomfortu) ihned po zátěži dvojího charakteru. 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.

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.

Bylo by vhodné provést další výzkum s využitím déletrvající masáže, s porovnáním s dalšími druhy regenerace (strečink, aktivní odpočinek), s delším odstupem od zátěže a s aplikací zátěže buď jiného charakteru nebo s využitím jiných zátěžových testů. Dále by bylo zajímavé provést výzkum s jinou populací, např. s nesportovci.

Perspektivou pro další práci a výzkum v této oblasti je i použití dokonalejšího myotonometru, který by odstranil veškeré dosud zjištěné nedostatky.

Během výzkumu se funkce m. gastrocnemius ukázala jako ne příliš zřejmá. Bylo by vhodné zabývat se hlouběji vysvětlením toho, proč se výsledky měření m. gastrocnemius a m. soleus liší, přestože jsou anatomicky posuzovány jako dvě ze tří hlav jednoho svalu.

10. SEZNAM LITERATURY

Knižní a časopisové zdroje:

AARESTAD, D. D. et al. Intra- and Interrater Reliabilities of the Myotonometer When Assessing the Spastic Condition of Children With Cerebral Palsy. *J Child Neurol*, 2004, vol. 19, no.11, s. 894-901.

ACEVEDO, E. O., EKKEKAKIS, P. *Psychobiology of physical activity*. USA: Human Kinetics, 2006. 279 s. ISBN 0-7360-5536-3.

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.

BARLOW, A., CLARKE, R., JOHNSON, N. et al. Effect of massage of the hamstring muscle group on performance of the sit and reach test. (Short report), *British Journal of Sports Medicine*, 2004, 38, 249-351.

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 Medicíně*, 2007, 28, s. 253-256.

BARROSO Y MARTÍN, J.M. GARCÍA BERNAL, M.I., DOMÍNGUEZ-MORALES, R. et al. Recuperación funcional total en paciente hemiparético izquierdo post-traumatismo craneal mediante programa computerizado de bio-feedback neuromuscular remiocr-2. *Revista Española de Neuropsicología*, 1999, Vol. 1, No. 2-3, s. 69-88. ISSN 1139-9872.

BARTLETT, R. *Sports Biomechanics.Reducing Injury and Improving Performance*. E&FN SPON, An Imprint of Routledge, 1999. 276 s. ISBN 0-419-18440-6.

BENJAMIN, P.J., LAMP, S.P. *Understanding sports massage*. 2 vyd. USA: Human Kinetics, 2005. 155s. ISBN-13: 978-0-7360-5457-7.

BLAHUŠ, P. *K systémovému pojetí statistických metod v metodologii empirického výzkumu chování*. 1. vyd. Praha: Karolinum, 1996. 224 s.

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.

BYRNE, CH., TWIST, C., ESTON, R. Neuromuscular Function After Exercise-induced Muscle Damage. *Sports Medicine*, 2004, vol. 34. no. 1, s. 49-69.

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.

CALLAGHAN, M.J. The role of massage in the management of the athlete: a rewiiew. *British Journal of Sports Medicíně*,1993, vol. 27, no. 1, s. 28- 33.

CLEAK, M. J., ESTON, R.G. Muscle soreness, swelling, stiffness and strength loss after intense eccentric exercise. *British Journal of Sports Medicine*, 1992, vol. 26, no. 4, s. 267-272.

CONNOLLY, D. A.J., SAYERS S. P., McHUGH M.P. Treatment and Prevention of Delayed Onset Muscle Soreness. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2003, vol. 17, no.1, s. 197-208.

DAVIS, J., M. Central and peripheral factors in fatigue. *Journal of Sports Science*, 1995, vol. 13, no. 1, s. 49-53.

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

DOVALIL, J. a kol. *Výkon a trénink ve sportu*. 1 vyd. Praha: Olympia, 2002, 336 s. ISBN 80-7033-760-5.

DYLEVSKÝ, I., DRUGA, R. MRÁZKOVÁ O. *Funkční anatomie člověka*. 1.vyd. Praha:Grada, 2000. 664 s. ISBN 80-7169-681-1.

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

FIELD, T., HERNANDEZ-RAIF, M., DIEGO, M. Cortisol decreases and serotonin and dopamine increase following massage therapy. *International Journal of Neuroscience*, 2005, vol. 115, no. 10, s. 1397-1413.

FLANDERA, S. *Klasické masáže. Příručka pro absolventy kvalifikačních masérských kurzů*. Olomouc: Poznání, 2005, 212s. ISBN 80-86606-8.

FLANDERA, S. *Sportovní masáže. Příručka pro absolventy rekvalifikačních masérských kurzů*. Olomouc: Poznání, 2008. 156 s. ISBN 978-80-86606-73-6.

GAJDOSIK, R.J. Passive extensibility of skeletal muscle: review of the literature with clinical implications. *Clinical Biomechanics*, 2001, vol.16, no. 2, s. 87 – 101.

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.

HAVLÍČKOVÁ, L. a kol. *Fyziologie tělesné zátěže I. Obecná část*. 2. vyd. Praha: Karolinum, 2003. 203 s. ISBN 80-7184-875-1.

- HELLER, J. *Laboratory Manual for Human and Exercise Physiology*. Prague: Karolinum, 2005. 186 s. ISBN 80-246-0926-6.
- HEMMINGS, B. (a) Sport massage and psychological regeneration. *British Journal of Therapy and Rehabilitation*, 2000, vol. 7, no. 4, s.184-188.
- HEMMINGS, B. (b) Psychological and immunological effects of massage after sport. *British Journal of Therapy and Rehabilitation*, 2000, vol. 7, no. 12, s. 516-519.
- HEMMINGS, B., SMITH, M. GRAYDON, J. et al. Effects of massage on physiological restoration, perceived recovery, and repeated sports performance. *British Journal of Sports Medicine*, 2000, vol. 34, no. 2, s.109 – 115.
- 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.
- HOŠKOVÁ, B. *Masáž jako prostředek zvláštní tělesné výchovy*. Rigorózní práce. Praha, 1972. 89 s.
- HOŠKOVÁ, B. *Masáž ve sportu*. Praha: Olympia, 2000. 128 s. ISBN 80-7033-093-7.
- JAROŠ, M. *Sportovní masáž*. 1. vyd. Praha: Česká Obec Sokolská, 1934. 105 s.
- JIRKA, Z. *Regenerace a sport*. 1. vyd. Praha: Olympia, 1990. 250 s. ISBN 80-7033-052-X.
- JÖNHAGEN, S. ACKERMANN, P. ERIKSSON, T. et al. Sports Massage After Eccentric Exercise. *The American Journal of Sports Medicine*, 2004, vol. 32, no. 6, s. 1499 – 1503.
- KAADA, B., TORSTEINBØ, O. Increase of plasma beta-endorphins in connective tissue massage. *General Pharmacology*, 1989, vol. 20, no. 4, s. 487-489.
- KATO, G., ANDREW, P.D., SATO, H. Reliability and validity of a device to measure muscle hardness. *Journal of Mechanics in Medicine and Biology*, 2004, vol. 1, no. 2, s. 213-225.
- KUČERA, M., DYLEVSKÝ, I. a kol. *Pohybový systém a zátěž*. 1. vyd. Praha: Grada, 1997. 260 s. ISBN 80-7169-258-1.
- KUBO, K., KANEHISA, H., FUKUNAGA, T. Effect of stretching training on the viscoelastic properties of human tendon structures in vivo. *J Appl Physiol*, 2002, vol. 92, no. 2, s. 595-601.
- KVAPILÍK, J. a kol. *Masáž sportovců. Učební text pro školení sportovních masérů*. Praha: Olympia, 1980. 170 s.
- KVAPILÍK, J. *Sportovní masáž pro každého*. 3. vyd. Praha: Olympia, 1991. 147 s. ISBN 80-7033-120-8.

KVAPILÍK, J. A KOL. *Teorie a praxe sportovní masáže*. Praha: Karolinum, 1992. 249 s. ISBN 80-7066-629-3.

LEONARD, CH.T. et al. Correlation between impairment and motor performance during reaching tasks in subjects with spastic hemiparesis. *J Rehabil Med*, 2006, vol. 38, no. 4, s. 243-249.

LEONARD, CH.T., DESHER W.P., ROMO, J.W. et al. Myotonometr intra-and interrater reliabilities. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2003, vol.84, no. 6, s. 928 – 932. ISSN 0003-9993.

LEWIT, K. *Manipulační léčba v rámci léčebné rehabilitace*. 1. vyd. Praha: Nakladatelství dopravy a spojů, 1990. 426 s.

MURGA, F.M. et al. Rehabilitación neuropsicológica multidisciplinar, integral y holística. *Rev. de Psicol. Gral. y Aplic.*, 2002, vo. 55, no. 1, s.123-137.

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.

MATEK M. a kol. *Sportovní masáž*. Učební text pro školení sportovních masérů. 1. vyd. Praha: Olympia, 1988. 156 s.

McKECHNIE, G.J.B., WARREN, B.Y., BEHM, D.G. Acute effects of two massage techniques on ankle point flexibility and power of the planta flexors. *Journal of Sports Science and Medicine*, 2007, vol. 6, no. 4, s. 498-504.

MELOUN, M., MILITSKÝ, J. *Statistická analýza experimentálních dat*. 2. vyd. Praha: Academia, 2004. 953 s. ISBN 80-200-12-54-0.

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.

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.

MORASKA, A. Sports massage. A comprehensive review. *The Journal of Sports Medicine and physical Fitness*, 2005, vol. 45, no. 3, s. 370-80.

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.

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.

- PERÉMY, G. Untersuchungen über den Ruhetonus der quergestreiften Muskeln mit dem Myotonometr von Herzog an Gesunden und Kranken. *Journal of Neurology*, 2005 vol. 132, no. 3-4, p. 149-156.
- PODĚBRADSKÝ, J., VAŘEKA, I. *Fyzikální terapie I*. Praha: Grada, 1998. s. 264. ISBN 80-7169-661-7.
- 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.
- PROSKE, U. Muscle tenderness from exercise: mechanisms? *J Physiol*, 2005, vol. 564, no.1, s.1-1.
- RAJKOWSKA-LABON, E. et. al. Massage in the past, today and challenges for the future. In. *Annales Universitatis Marie Curie-Skłodowska. Lublin-Polonia. Sectio D*. 2007, vol. 62, no. 1, s. 165-169.
- RIEGEROVÁ, J., VODIČKA, P. VAŘEKOVÁ, R. *Regenerační a sportovní masáže*. 2.vyd. Olomouc: Univerzita Palackého, 1995. 56 s. ISBN 80-7067-495-4.
- 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, s. 173-176.
- SEDMÍK, J. *Masáže. Kompletní kniha masážních technik*. 3. vyd. Praha: NS Svoboda, 1999, 192 s. ISBN 80-205-1002-8.
- SEDMÍK, J. *Masáže od A do Z*. 1. vyd. Praha: NS Svoboda, 2008. 251 s. ISBN 978-80-0599-6.
- SHCHUROVA, E.N., SHCHUROV, V. A., GREBENYUK, L. A. Age-Related Changes in Contractile Capacity of Lower Extremity Muscles Caused by Inadequate Blood Supply. *Human Physiology*, 2004, vol. 30, no. 2, s. 209-215.
- SHOEMAKER, J.K., TIIDUS, P.M., MADER, R. Failure of manual massage to alter limb blood flow: measures by Doppler ultrasound. *Med. Sci. Sports Exercise*, 1997, vol. 29, no. 5, s. 610-614.
- 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.
- STEINLECHNER, K. Myotonometr. Ein neuer Aparat zur Messung des Muskeltonus. *Clinical and Experimental Medicine*, 2007, vol. 103, no. 3, s. 400-404.
- SULLIVAN et al. Effects of Massage of Alpha Motoneuron excitability. *Physical Therapy*, 1991, vol. 71, no. 8, p.11 – 16.

SZIRMAI, E., JURANYI, R. Myological tonus-contraction schéma of myotonometric zones of the body before massage. *Acta Medica Okayama*, 2007, vol. 16, no. 2, s. 61-70.

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

ŠIFTA, P., OTÁHAL, S., SÜSSOVÁ, J. Měření viskoelastických vlastností měkkých tkání při spastickém syndromu. *Kontakt*, České Budějovice, JU Zdravotně sociální fakulta. 2005, 1-2, Vol.VII.

ŠIFTA, P., OTÁHAL, S., SÜSSOVÁ, J. Measurement of viscoelastic properties of soft tissue in spastic syndrome. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, Vol. 20, n. 1, 2006, ISSN 1545 – 9683

ŠIFTA P., OTÁHAL S., SÜSSOVÁ, J., JAEGER, M. Measurement of viscoelastic properties of soft tissue in spastic syndrome. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 2008, vol. 22, no. 5, s. 545.

ŠIFTA, P., SÜSSOVÁ, J., OTÁHAL, S. Hodnocení spasticity pomocí přístroje zvaného myotonometr. In: *Sborník konference Nové perspektivy výzkumu a praxe*, Praha: FTVS UK, 2004, s. 6.

ŠIFTA, P., SÜSSOVÁ, J., OTÁHAL, S. Interpretace hysterézní křivky při sledování viskoelastických vlastností měkkých tkání. In: *Biomechanika, biofluidika a alternativní biomateriálové náhrady*. Praha: Univerzita Karlova, 2006. ISBN 80-86317-40-4.

THOMAS, J. R., NELSON, J.K. *Research methods in physical activity*. 3. vyd. USA: Human Kinetics, 1996. 487 s. ISBN 0-88011-481-9.

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

TIIDUS, P.M. A review of Human Massage Therapy: Assessing Effectiveness Primarily from Empirical Data in the Human Species. *AAEP Proceedings*, 2000, vol. 46, s. 302-304.

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

TISCHER, H. *Blahodárná masáž celého těla*. Praha: Grada, 2006. 88 s. ISBN 80-247-1512-0.

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

TROJAN a ko.. *Lékařská fyziologie*. 4. vyd. Praha: Grada, 2003. 772 s. ISBN 80-247-0512-5.

VAN DEN DODER, P.A., ROBERTS, D.L. A trial into the effectiveness of soft tissue massage in the treatment of shoulder pain. *Aust J Physiother*, 2003, vol. 49, no. 4, s. 183-188.

WEERAPONG, P. HUME, P. A. KOLT G.S. The Mechanisms of Massage and Effects on Performance, Muscle Recovery and Injury Prevention. *Sport Med*, 2005, vol. 35, no. 3, s. 235 – 256.

WEINBERG, R. JACKSON, A. KOLODNY, K. The relationship of massage and exercise to mood enhancement. *Sport Psychol*, 1988, vol. 2, no. 3, s. 202-11.

VÉLE, F. *Klinická kineziologie*. 1. vyd. Praha: Grada, 1997. 271 s. ISBN 80-7169-256-5.

VÉLE, F. *Kineziologie. Přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy*. 2.vyd. Praha: Triton, 2006. 375 s. ISBN 80-7254-837-9.

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.

ZVÁROVÁ, J. Biomedicínská statistika, I. Základy statistiky pro biomedicínské obory. Praha: Karolinum, 2001. 218 s. ISBN 80-7184-786-0.

Internetové zdroje:

http://biomech.ftvs.cuni.cz/pbpk/kompendum/biomechanika/vlastnosti_reologicke.php

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

SHERMAN, K.J. et al. Development a taxonomy to describe massage treatments for musculoskeletal pain. *BMC Complementary and Alternative Medicine*. [online]. 2006, vol. 6, no. 24. [cit.2008-13-11]. Dostupné z: <<http://www.biomedcentral.com/1472-6882/6/24>>.

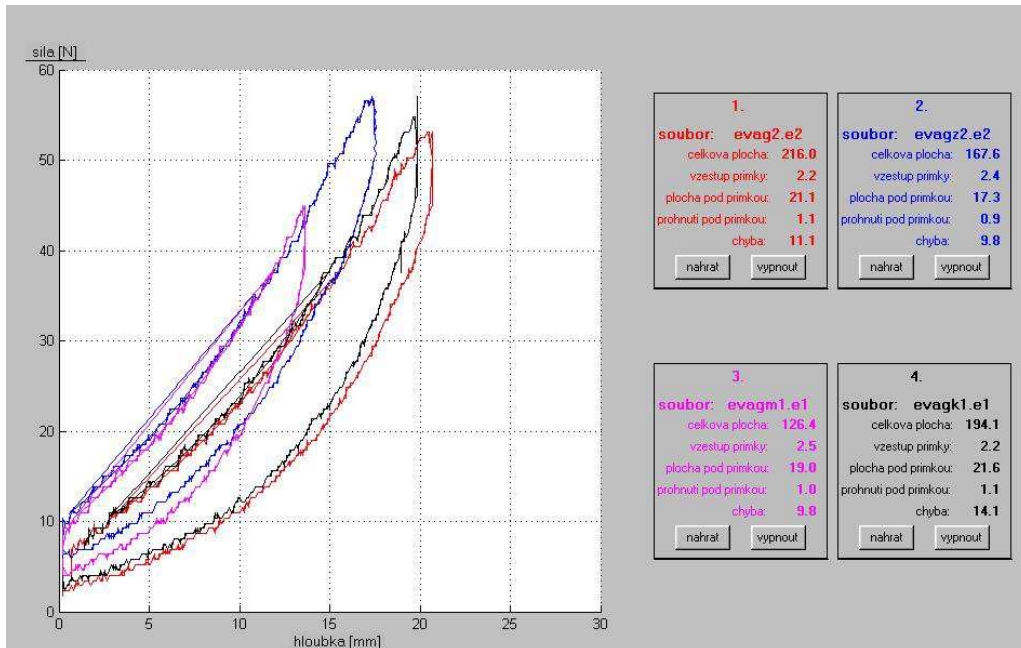
SLADKÁ, J. Laboratorní měření bolesti se zdá být reálné. *Medicína, odborné fórum lékařů a farmaceutů*. [online]. 2001, roč. 2. č. VIII, s. 3-4. [cit.2008-20-11]. Dostupné z :<<http://www.zdrava-rodina.cz/med/med0201/med0208.html>>.

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

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>>.

11. Přílohy

Příloha č.1 Příklad měření myotonometrem m.gastrocnemius



Příloha č.2 Příklad měření myotonometrem m.soleus

