

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

Fakulta tělesné výchovy a sportu

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2010

Zuzana Pavelková

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

Fakulta tělesné výchovy a sportu



**SNÍŽENÍ SVALOVÉHO NAPĚTÍ MUSCULUS SOLEUS A
MUSCULUS GASTROCNEMIUS CAPUT MEDIALE
PO BĚŽECKÉM VÝKONU**

Bakalářská práce

Vedoucí bakalářské práce:

PhDr. Petr Šifta, Ph.D.

Zpracovala:

Zuzana Pavelková

Praha 2010

Abstrakt

Název bakalářské práce: Snížení svalového napětí musculus soleus a musculus gastrocnemius caput mediale po běžeckém výkonu

Autor: Zuzana Pavelková

Studijní obor: TVS_B

Vedoucí bakalářské práce: PhDr. Petr Šifta, Ph.D.

Rok obhajoby: 2010

Souhrn:

Bakalářská práce se zabývá měřením svalového napětí musculus soleus a musculus gastrocnemius caput mediale po běžeckém výkonu. Cílem této práce je najít metody, které dokážou tento svalový tonus snížit. Teoretická část práce je zaměřena především na svalový tonus, stručný popis a funkci aplikace suché jehly, kryoterapie a strečinku. Cílem výzkumné části bylo porovnat rozdíly v efektivitě užitých metod (suché jehly, kryoterapie a strečinku). V průběhu výzkumu byly u vybrané skupiny hodnoceny výsledky z hlediska změn svalového napětí jednotlivých regeneračních metod. Ukázalo se, že nejpozitivněji ovlivní svalové napětí aplikace suché jehly. Napětí snížila také lokální kryoterapie, strečink naopak svalové napětí zvýšil. Vysvětlují si to tím, že strečinkem se svaly naopak aktivují a připraví na zátěž, až dlouhodobě a pravidelně prováděná strečinková cvičení mají regenerační účinek.

Klíčová slova: svalový tonus, aplikace suché jehly, kryoterapie, strečink

Abstract

Dissertation Title: The decreasing of muscle tone of musculus soleus and musculus gastrocnemius caput mediale after running performance

Autor: Zuzana Pavelková

Branch of study: TVS_B

Disertation Tutor: PhDr. Petr Šifta, Ph.D.

Year of Presentation: 2010

Abstract:

This bachelor thesis is engaged in measuring muscle tone of musculus soleus and musculus gastrocnemius caput mediale after running performance. The aim of the thesis was to find methods, decreasing the muscle tone. Theoretical part of thesis is engaged in muscle tone, brief description and function of application of dry-needling, cryotherapy and stretching. The objective of research was comparison of the difference in effectiveness of mentioned methods (dry-needling, cryotherapy, stretching). During the research were, on the chosen group of people, evaluated results after application of specified regeneration methods. In conclusion, it turned out that the most effective method is dry-needling. Muscle tone was also decreased by local cryotherapy, while stretching increased it. My explanation is that stretching activates the muscles and prepares them for endurance, but the regeneration effect of stretching comes after long-term and regular exercises.

Key words: muscle tone, dry-needling, cryotherapy, stretching

Touto cestou bych chtěla poděkovat PhDr. Petru Šiftovi, Ph.D. za odborné vedení práce, za praktické rady, za možnost využít jeho znalosti a zkušenosti v této problematice a průběžné hodnocení diplomové práce. Dále děkuji za spolupráci při měření a získávání výsledků Mgr. Pavlíně Novákové, Ph.D.

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracovala samostatně a použila jsem pouze literaturu uvedenou v seznamu bibliografické citace.

Zuzana Pavelková

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

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

Obsah

Obsah	7
1 Úvod	8
2 Teoretická východiska.....	10
2.1 Svalové napětí	10
2.2 Aplikace suché jehly	12
2.3 Kryoterapie.....	13
2.4 Strečink	14
3 Cíle a hypotézy	18
4 Metodika práce	19
4.1 Organizace práce.....	19
4.2 Popis přístroje myotonometr	20
5 Výsledky.....	23
6 Diskuze.....	30
7 Závěr	32
8 Literatura	34

1 Úvod

Dostálová, Miklánková (2005) upozorňují, že v současné době je populace ovlivňována negativními vlivy rozvojem technické civilizace. Pohybová činnost člověka se soustředí do tzv. sedavého životního stylu, který se vyznačuje nedostatkem tělesného pohybu.

Kučera et al. (1998) nás dále informuje, že potřeba pohybu trvá celý život a pokud nedojde k naplnění této potřeby, vznikají poruchy. Proto by pohyb či sportovní aktivity měly být součástí denního režimu každého jedince. Každý člověk musí přizpůsobit fyzickou aktivitu věku, pohlaví, zdravotnímu stavu, také prostředí, ve kterém žije a charakteru povolání ve vztahu k podílu fyzické práce. To vše se vždy odrazí na jeho výkonnosti a zdraví.

Nejen pohyb či sportovní aktivity jsou pro člověka důležitou součástí života. Stejně tak důležitou roli pro zdraví člověka hrají relaxace a regenerace.

Relaxací rozumíme uvolnění svalového a psychického napětí. Toto uvolnění příznivě působí na tělesný a duševní stav každého z nás. Je prevencí stresu, negativních emocí, a tím i civilizačních onemocnění. Umět odpočívat není jednoduché, je třeba se mu naučit. Každý občas prožíváme období či chvíle, kdy cítíme napětí. Abychom v životě obstáli, potřebujeme nejen aktivaci, napětí, ale dokonce i mírný stres, který je pro organismus stimulující. Právě díky podnětům z mírného stresu se lépe adaptujeme, dokážeme zvládnout fyzickou a psychickou zátěž a přizpůsobujeme se novým podmínkám. Je jisté, že nemůžeme prožít celý život ve stavu trvalého, i když mírného napětí či ve stavu hluboké relaxace. Odpočinek i aktivace se musí pravidelně střídát, doplňovat a vzájemně ovlivňovat. Například po značném fyzickém výkonu je snížena vnímavost na vnější prostředí. Proto by po něm vždy měl následovat krátký odpočinek. Umět relaxovat je předpokladem úspěšného výkonu. V každodenním životě, v práci, ve škole, při sportu dosahuje dlouhodobého úspěchu jen ten, kdo umí vhodným způsobem zátěž vykompenzovat (Wasserbauer et al., 1999).

Na sportovce jsou v dnešní době kladeny velmi vysoké nároky. Trénují mnohokrát týdně, o víkendech jezdí na závody nebo zápasy a v průběhu absolvují velké množství soustředění, kde zvyšují svoji fyzickou kondici až třífázovými tréninky. I s tímto fyzickým nasazením se mnohdy zapomíná na to nejdůležitější - na regeneraci. Mnohdy devadesáti minutám tréninku odpovídá deset minut strečinku na začátku a pět

minut na konci. To je naprosto neadekvátní a často to vede ke zranění. Kvalitní trenér by měl trénink vést tak, aby zbylo dostatek času na plnohodnotné protažení svalů a uvolnění kloubů. Strečink není jedinou regenerační metodou, jak se nám občas ve sportu jeví. Je to však nejméně náročná a nejvíce využívaná metoda.

Aplikace suché jehly je vhodná nejen k regeneraci například po jednorázovém přetížení svalu neuváženým tréninkem, ale i k léčení zranění pohybového aparátu. K přetížení svalů může dojít nejen přílišnou aktivitou, ale stejně tak i dlouhým sezením, špatným držením těla nebo nadváhou. Aplikace suché jehly není standardní regenerační prostředek, jako například masáž.

Také kryoterapie omezuje riziko přetrénování a podporuje svalovou relaxaci i celkovou biologickou regeneraci.

V této práci se zabývám účinkem aplikace suché jehly, kryoterapie a strečinku na svalový tonus lýtky zvýšený po běžeckém výkonu, který by se měl, podle mých hypotéz, po aplikaci těchto tří metod opět snížit a tím připravit svaly na další sportovní výkon.

Při intenzivním trénování jsou svaly velmi zatěžovány a jejich napětí se stupňuje. Dochází ke strukturální přestavbě a zkrátí se jeho vazivová složka. Svalové zkrácení se může projevat nejen svalovou dysbalancí a nesprávným držením těla, ale také omezeným rozsahem pohybu a menším svalovým výkonem. Proto je velmi důležité nepodceňovat regeneraci a relaxaci, při kterých se svalové napětí snižuje.

2 Teoretická východiska

Teoretická část práce je zaměřena především na svalový tonus a stručný popis a funkci aplikace suché jehly, kryoterapie a strečinku.

2.1 Svalové napětí

Trojan et al. (1996) popisuje, že základem veškeré hybnosti je svalový tonus, zajišťovaný činností páteřní míchy. Na něm je vybudován systém postojových a vzpřimovacích reflexů (motorický systém polohy, opěrná motorika), při jejichž řízení se účastní retikulární formace, statokinetické čidlo a mozeček (vestibulární a spinální mozeček). Motorický systém polohy je pak základem složité soustavy úmyslných pohybů (motorický systém pohybu, cílená motorika), řízených činností mozkové kůry, bazálních ganglií a korového mozečku. Přitom všechny nervové vlivy, které způsobují svalovou kontrakci, se uplatňují ve své konečné podobě prostřednictvím motoneuronů uložených v jádrech hlavových nervů a v páteřní míše.

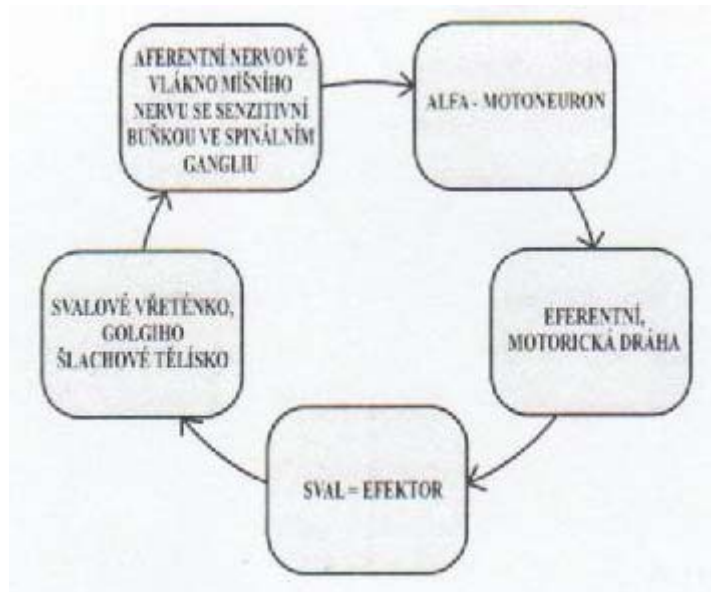
Každý sval má určitý stupeň napětí. V nejširším slova smyslu chápeme pod pojmem svalový tonus každý stav napětí svalu, který nebyl vyvolán úmyslně, volním úsilím, tj. rozhodnutím jedince. V zásadě můžeme rozlišovat tzv. klidový tonus svalu a reflexní tonus svalu.

Klidový tonus má podklad v elastických strukturách svalu a představuje příznivou výchozí polohu svalu pro kontrakci. Existuje dlouhodobě, bez energetických nároků, nejeví únavu ani nevykazuje činnostní potenciály.

Reflexní tonus má charakter slabé izometrické kontrakce (sval se nestahuje, nekoná žádnou práci). Je řízen signalizací ze svalových vřetének, která závisí na pasivním protažení svalu a gama inervaci. Receptory propioceptivních reflexů jsou svalová vřetenka a šlachová tělíska. Reflexní oblouk začíná a končí ve stejném svalu (viz. obrázek č. 1). Pro udržování reflexního svalového tonu má význam i senzitivní inervace z okolí kloubů. Na udržování reflexního napětí se zpravidla nepodílí celý sval, ale jednotlivé motorické jednotky se ve funkci střídají. Reflexní tonus napomáhá rychlému uskutečnění náhlé kontrakce.

Jako posturální - polohový - tonus je označován izometrický stah antigravitačních svalů. Posturální tonus zabezpečuje vzpřímený stoj a je řízen reflexně z míšních a mozkových center (Trojan et al., 2005).

Obrázek č. 1: Schéma dráhy monosynaptického reflexního oblouku



Pramen: (Šifta, 2005)

Je zřejmé, že ovlivnění svalového tonu je mimovolní i volní. Neříkáme si, jak moc velké chceme mít napětí v lýtkovém svalu, určité nastavení tam je, ale volně můžeme toto napětí např. zvětšit (izometrická kontrakce). To znamená, že tonus svalů je řízen dvěma systémy. Mimovolně se jedná především o proprioreceptivní spinální reflexy a tzv. gama systém. Volní inervace je přes alfa motoneurony řízená z vyšších etáží CNS.

Šifta ve své práci (2005) rozděluje svalový tonus na fyziologický (normotonie, eutotonie) a patologický. Při patologickém tonu dochází ke zvýšení tonu (hypertonii), snížení (hypotonii) nebo úplnému vymizení (atonii). Stupka (2001) popisuje, že tyto stavy svalů vznikají na základě reflexních dějů v organismu podvědomě jako reakce na zevní prostředí. Proto, abychom definovali svalové napětí, dělíme změny svalového napětí z hlediska biomechaniky na atonii, hypotonii, normotonii, hypertonii. Zvláštní skupinou změn svalového napětí patřících pod hypertonii je spasticita/rigidita vznikající na základě poruch centrálního motoneuronu a dalších částí CNS.

Atonie = úplné vymizení svalového tonu spojené s poruchou periferního motoneuronu.

Hypotonie = hypotonický sval je měkký, nepružný, „vlaje jako hadr“. Snadno se posouvá proti spodině, jeho břicho je ploché, má nedostatečnou elasticitu, při palpačním vyšetření nalézáme snížený odpor, má tendenci k hypotrofii a k nedostatečnému prokrvení.

Normotonie = fyziologický stav svalového napětí tak, jak byl popsán v předchozím textu. Normotonus má individuální charakter v závislosti na prahu dráždivosti nervového systému a je závislý na nastavení retikulární formace a na funkci bazálních ganglií a mozečku. Nedílnou součástí svalového napětí je psychika jako nejvyšší úroveň řízení CNS (Véle, 1997). Klidový normotonus je závislý na stavu vědomí - je známé, že ve spánku je svalové napětí nižší než za bdělého stavu nebo ve stresové situaci. Nepřímý vliv na svalový tonus má dýchání, virová či bakteriální infekce.

Hypertonie = stav svalového napětí, kdy při palpaci nalézáme zvýšený neelastický odpor v celé masě svalu, který se chová jako silný, hyperaktivní, neschopný relaxovat a jeho napětí není adaptibilní (Hermachová, 1999). Rychlíková (1997) definuje svalový hypertonus jako zvýšené klidové napětí svalu, které nejčastěji vzniká v důsledku reflexního mechanismu. Svalové hypertonie můžeme rozdělit do dvou skupin:

- Hypertonus vzniklý na základě funkční poruchy. To znamená, že vzniká na základě zvýšené senzitivní aference, která může vzniknout iritací ve svaly, tak i v jeho okolí, anebo dokonce i ve vnitřním orgánu, který s daným svalem vegetativně souvisí.
- Svalový hypertonus vzniklý na základě poruchy centrálního motoneuronu, kdy hovoříme o spasticitě nebo rigiditě.

2.2 Aplikace suché jehly

Pro vysvětlení metody aplikace suché jehly je nejprve důležité objasnit teorii spouštěvých bodů.

Teorie spouštěvých bodů je běžně používána v rehabilitační medicíně. Setkáváme se s ní v knihách například od prof. Lewita (1986).

První zmínka zabývající se spouštěvými body se datuje před 2. světovou válkou. Z této doby je také první definice, která popisuje spouštěvé body jako hyperiritační místa ve svalové tkáni, které souvisí s palpačně hypersenzitivním uzlem ve stažené svalové tkáni (hyperiritační místo způsobuje charakteristickou vzdálenou bolest, motorickou dysfunkci a přidružené vegetativní fenomény). S touto definicí přichází dr. Travellová, která se po zbytek života touto problematikou zabývala a vydala řadu publikací, například (Travell, Simons, 1999).

Podle posledních vědeckých výzkumů spoušťové body vznikají abnormální depolarizací motorické jednotky, a to následujícím způsobem:

- nadměrnou produkcí acetylcholinu,
- defektem acetylcholinesterázy,
- zvýšeným počtem nikotinacetylcholinových receptorů (Šifta, 2007).

Je zajímavé, že v posledních pracích zabývajících se touto problematikou je kromě lokální myofasciální tkáně již zahrnuta složka centrální nervové soustavy a biomechanické faktory (McPartland, 2004), (Kandel et al., 2000).

Teorie spoušťových bodů má široké spektrum využití od postizometrické relaxace až po akupunkturní terapii (Šifta, 2007). Metody jako suchá jehla nebo akupunktura jsou obvykle užívány k léčbě bolesti pohybového aparátu (Ernst, 2004). Z nedávného výzkumu (Furlan et al., 2005) vyplývá závěr, že aplikace suché jehly spolu s tradiční terapií je více efektivní na utlumení bolesti pohybového aparátu než tradiční terapie samotná.

2.3 Kryoterapie

Kryoterapie patří k řadě fyzikálních terapeutických prostředků v poslední době často používaných, a to ve formě celkové, nebo lokální. Léčba chladem nebo nízkými teplotami nepatří k metodám novým, ale používala se již ve starověku. Lékaři, jako např. Hippokrates, Galenos, Celsus a spousta dalších, znali protibolestivý účinek ledových obkladů, ledových koupelí a nápojů. Na zlomeniny a luxace se přikládaly studené zábaly (Capko, 1998).

Kryoterapie je definována jako terapeutická aplikace určité substance na tělo, která odebírá tělu teplo, což má za následek snížení tkáňové teploty. Aplikace chladu snižuje tkáňový tok krve způsobený vazokonstrikcí, redukuje tkáňový metabolismus, spotřebu kyslíku, zánět a svalový spasmus (Nadler et al., 2004). Kryoterapie vyvolává jak efekt lokální (v místě aplikace), tak na úrovni míchy skrz neurologický a cévní mechanismus. (Nadler et al., 2001).

Kryoterapií se již zabývalo mnoho odborníků a její účinky jsou popisovány například v následující literatuře. Snižováním povrchové teploty se zabývají práce (Jutte et al., 2001), (Merrick et al., 1993), nitrosvalové teploty (Hobbs, 1983), (Jutte et al., 2001), (Merrick et al., 1993), (Myrer et al., 1998), (Zemke et al., 1998), buněčného

metabolismu (Jones, 1986), bolesti (Chapman, 1991), svalového spasmu (Basset, Lake, 1958), (Hartviksen, 1962) a krevního toku (Bennett, 1961), (Knight et al., 1980).

Lokální kryoterapií rozumíme působení nízkých teplot na určitou část organismu. Toto působení může mít léčebný, rehabilitační či regenerační cíl. (Kostřica, 1995). Lokální kryoterapie je běžně užívána k léčbě zranění pohybového aparátu (kostí, vazů, svalů a šlach). Tyto metody jsou užitečným doplňkem sportu (Nadler et al., 2004). Lokální léčba chladem snižuje teplotu kůže a pod ní ležící tkáň do hloubky od 2 do 4 cm, snižuje aktivační práh tkáňových nociceptorů a rychlost přenosu bolesti nervovými signály (Nadler et al., 2001).

2.4 Strečink

I když důkazů je více než dost, začnu tím, čím Bob Anderson, americký průkopník strečinku, ve své argumentaci končí: Proč cvičit strečink? Protože je to příjemné a člověk se potom cítí dobře.

Strečink (stretching) je anglické slovo, které znamená natahování, roztahování, ale v současnosti jím celý svět označuje zejména speciální cvičení vedoucí ke zvýšení pohyblivosti a ohebnosti těla. Jen pomalu pronikal do myšlení trenérů (ale i lékařů) poznatek, že uvolnění svalových skupin je dobré i pro něco jiného než samotnou sportovní techniku. Postupně se však množily důkazy o tom, že velké procento sportovních úrazů mají na svědomí málo poddajné, zkrácené svaly. A nešlo přitom o svaly, které by byly slabé nebo netréované. Příčinou zranění byla spíše neochota více se natáhnout. Zkracování svalů můžeme strečinkem nejen zastavit, ale také svalům vrátit ztracenou poddajnost. V této souvislosti je nutné připomenout, že strečinková cvičení zlepšují prokrvení svalů (Šebej, 2001).

Strečink zlepšuje rychlost, techniku, snižuje riziko zranění a umožňuje aktivní účast na mnohých sportech do pozdního věku každému, kdo rád rekreačně sportuje, i tomu, kdo se sportu věnuje profesionálně. Strečink před sportem zdokonalí specifické dovednosti, po sportu uvolní svaly a zabrání ztuhlosti některých jednostranně namáhaných částí.

Jedním z cílů strečinku je zlepšit svalové napětí, obnovit tělesnou rovnováhu a dosáhnout dokonalejší fyzické kondice a zlepšení zdravotního stavu. Svalové napětí má

vliv na správný postoj, ale také na rozsah pohybu – umožňuje tělu pohybovat se s co nejmenší námahou a neplýtvat zbytečně energií (Tobiasová, Sullivan 1992).

Šebej (2001) popisuje, že činnost svalů úzce souvisí s nervovým systémem. Když pocítujeme vnitřní napětí, mimovolně se napínají i celé svalové partie. Je to vidět na chůzi, držení těla i výsledcích aktivity. Strečinková cvičení není možné dokonale pochopit bez určitých vědomostí o tom, jak tento nervosvalový systém funguje. Strečink je systém metod, které mají zvýšit rozsah pohybu v kloubech. Týká se tedy kosterních svalů a té části nervového systému, která je řídí.

Svalová vlákna mají schopnost se na příkaz zkrátit a přitáhnout, odtáhnout nebo otáčet kostmi, na které jsou upnuté. Příkaz k tomuto procesu přichází v podobě vzruchu po nervovém vlákně. Existuje poloha maximálního stažení svalů (aktinové a myozinové řetězce /filamenty/ jsou do sebe zcela zasunuté), klidová (výchozí) poloha i poloha maximálního natažení (aktinová vlákna jsou vytažená z myozinu), o kterou se při strečinku snažíme.

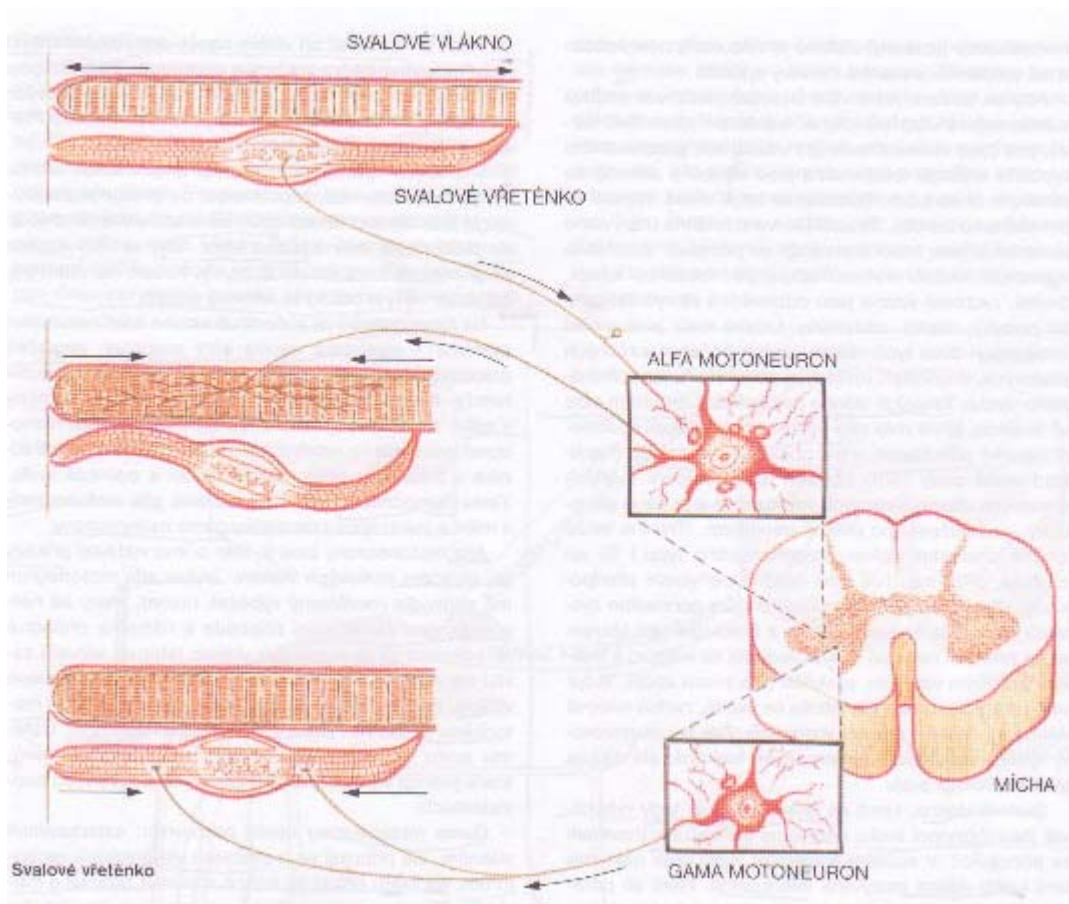
Aktin a myozin jsou základní kontraktilní bílkoviny svalového vlákna. Sval se pomocí těchto bílovin zkracuje a generuje tah, jehož důsledkem je pohyb. Sval má také schopnost vracet se do své původní délky, je pružný. Na molekulární úrovni tyto funkce zajišťuje titin a nebulin. Kontrakci svalu realizují tedy dvě bílkoviny: aktin a myozin, pružnost svalu podmiňují další dvě bílkoviny: titin a nebulin (Dylevský, 2009).

Svalová vlákna, která se aktivně stahují, tedy vykonávají vlastní činnost svalu, nazýváme extrafuzální. V každém kosterním svalu však najdeme také kratší vlákna, nazývaná intrafuzální, která se paralelně připojují k pracovním, extrafuzálním vláknům. Jejich role není aktivní, ale diagnostická, kontrolní. Jsou to receptory (citlivé buňky) svalu. Tvoří tzv. svalová vřeténka, jejichž funkcí je signalizovat do centra (do míchy) stupeň natažení, respektive změnu délky svalu a podle novějších poznatků také rychlost jeho natažení. Jejich činnost hraje při strečinku hlavní úlohu v dějích, které probíhají v nervosvalovém systému.

Svalová vřeténka v příčně pruhovaných svalech jsou uprostřed silnější a na obou koncích tenčí (viz. obrázek č. 2). Jejich délka je několik milimetrů a silné jsou několik desetin milimetru. Skládají se z asi deseti svalových vláken uložených ve vazivovém pouzdře. V zesíleném středu svalového vřeténka je spirálovité zakončení nervového vlákna. Když se vřeténko natáhne (při prodloužení celého svalu, přesněji svalových

vláken, na které se napojuje), spirálka se deformuje a vzniká v ní impulz, nervový vzruch, který se přenáší nervovým vláknem do míchy.

Obrázek č. 2: Svalové vřeténko



Pramen: (Šebej, 2001)

Sval má k dispozici ještě jeden senzor, který signalizuje jeho napětí. Jmenuje se Golgiho receptor a je umístěný ve šlachách. Tvoří ho nervová zakončení, která se dráždí až při větším napětí svalu (například při velkém izometrickém zatížení). Také Golgiho šlachový receptor hraje důležitou roli při strečinkových cvičeních.

Na řízení pohybů se zúčastňují mnohé části nervového systému – motorická centra kůry mozkové, mozeček, bazální ganglia (ostrůvky šedé mozkové hmoty hluboko v mozku), mozkový kmen, neurony v míše. Pánů je tedy hodně, žádný však nemůže rozhodovat nezávisle na ostatních a všichni potřebují prostředníka – toho, kdo příkaz přímo vysloví a odevzdá svalu. Tímto tlumočnickem vůle jsou takzvané alfa motoneurony v míše a jejich spolupracovníky gama motoneurony.

Alfa motoneurony jsou ti, kdo přímo vydávají příkazy ke zkrácení svalových vláken. Jeden alfa motoneuron má zpravidla rozvětvený výběžek (axon), který se nervosvalovými ploténkami připojuje k několika případně až několika stům svalových vláken (stupeň větvení závisí na velikosti a funkci svalu). Alfa motoneuron a svalová vlákna, na které se připojuje, spolu tvoří takzvanou motorickou jednotku, která pracuje celá najednou. Celému svaly obyčejně velí množství alfa motoneuronů, které pracují ve složitých prostorových a časových souvislostech.

Gama motoneurony nevelí pracovním, extrafuzálním vláknům, ale připojují se k svalovým vřeténkům – receptorům. Na jejich příkaz se konce vřeténka zkracují a mění tak citlivost receptoru.

Konkrétní organizaci práce, včetně opatření týkajících se její bezpečnosti přímo ve svalech, si tedy řídí v dokonalé souhře alfa a gama motoneurony (pomocí dalších neuronů v míše, kterým se říká interneurony). Zásadní úlohu v tomto řízení hrají takzvané spinální reflexy (Šebej, 2001).

V této publikaci (Šebej, 2001) a samozřejmě i v mnoha dalších, jako jsou například knihy (Rokyta et al., 2008), (Trojan et al., 1996), (Trojan et al., 2005) se píše podrobněji o nervosvalovém systému a jeho fungování.

3 Cíle a hypotézy

Cílem této práce je snížení svalového napětí lýtka po běžeckém výkonu. Jak je známo, existuje mnoho regeneračních metod. Od nejpoužívanější metody – strečinku, přes masáže, různé vodní procedury, sauny, kryoterapii až po aplikaci suché jehly, která je méně častým regeneračním prostředkem.

V této práci se zabývám aplikací suché jehly, kryoterapií a strečinkem. Všechny tyto metody se řadí do regeneračních metod, tedy napomáhají obnově organismu, ve kterém došlo ke změnám díky fyzickému nebo psychickému zatížení. Otázkou však je, zda tyto metody, podle mé hypotézy, ovlivňují svalové napětí po fyzickém zatížení ve smyslu snížení a pomáhají tak připravit sval na další výkon.

Úkolem teoretické části je podat čtenáři informace o svalovém napětí a stručně vysvětlit účinky aplikace suché jehly, kryoterapie a strečinku. Úkolem výzkumné části mé práce je změřit svalové napětí lýtka před běžeckým výkonem, po běžeckém výkonu a po aplikaci vždy jedné ze tří metod. Podle naměřených hodnot pak obhájit nebo vyvrátit svou hypotézu o vlivu těchto metod na svalové napětí a výsledky logicky zdůvodnit.

4 Metodika práce

4.1 Organizace práce

Experimentální měření probíhalo za pomoci mého školitele PhDr. Petra Šifty, Ph.D. na Fakultě tělovýchovy a sportu pomocí přístroje nazvaném myotonometr. Jeho popis je předmětem kapitoly 4.2. První pokusy měření s myotonometrem jsou popsány v diplomové práci (Šifta, 2002).

Měření byla zaměřena na musculus soleus a musculus gastrocnemius caput mediale. Jedná se o svaly povrchové, dobře palpovatelné, aktivující se při běhu a tudíž vhodné pro sledovaný účel.

Tento výzkum byl prováděn na čtyřech studentech UK-FTVS ve věku 22-23 let, 3 dívky a jeden chlapec. Pomocí myotonometru jsme změřili svalové napětí musculus soleus a musculus gastrocnemius před běžeckým výkonem. Běh byl dlouhý 6 kilometrů a trval přibližně 20-30min, běželo se tedy za aerobních podmínek. Po běžeckém výkonu jsme změřili svalové napětí obou svalů podruhé. Poté jsme aplikovali na jednu končetinu vždy jednu ze tří metod (suchou jehlu, kryoterapii, strečink) a opět jsme změřili svalové napětí musculus soleus a musculus gastrocnemius. Měření byla prováděna jak na končetině s aplikovanou metodou tak i na druhé, kontrolní končetině, kromě prvního měření, kdy po aplikaci suché jehly bylo měřeno svalové napětí jen na jedné končetině a jen na musculus soleus, na kterém byla suchá jehla aplikována. Všechna měření byla pro větší přesnost prováděna dvakrát. Mezi jednotlivými metodami byl rozestup nejméně 14 dní.

První metodou byla aplikace suché jehly. Byla prováděna mým školitelem, PhDr. Petem Šiftou, Ph.D., zkušeným doktorem. Po jeho doporučení a zkušenostech pouze na musculus soleus, jak již bylo řečeno.

Druhou metodou byla lokální aplikace chladu po dobu 5 minut v podobě ledových kostek uzavřených v obalu. Aby nedošlo k poškození povrchové tkáně, byl led přikládán přes 2 vrstvy tkaniny.

Třetí metodou bylo protažení obou svalových skupin. Bylo prováděno po dobu 5 minut více druhy cviků, se kterými mají studenti UK-FTVS mnoho zkušeností, co se týče provádění cviků i jejich účinku.

Výsledkem těchto měření je 249 souborů dat, z nichž je možné vytvořit grafy závislosti změn délky svalových vláken na aplikované síle.

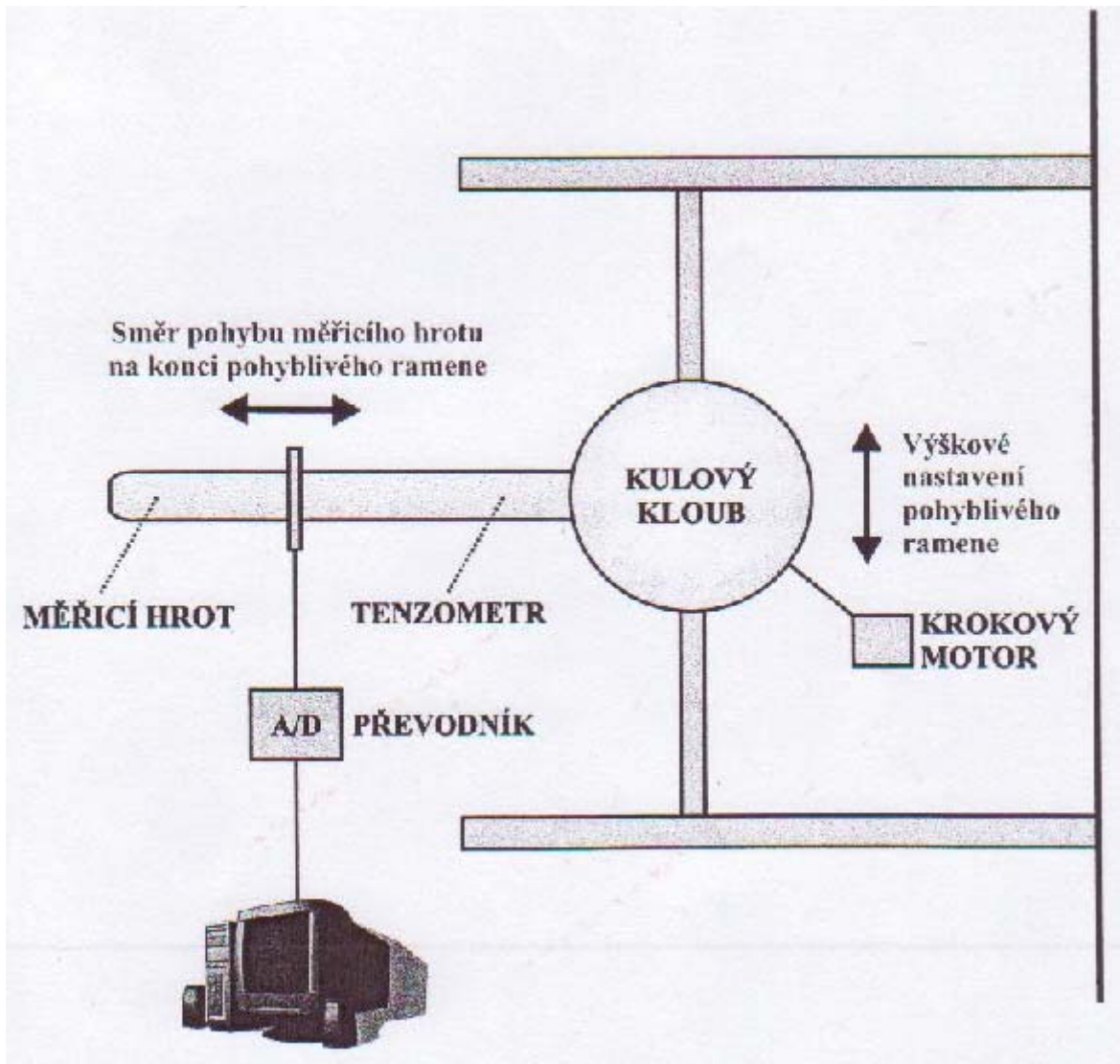
4.2 Popis přístroje myotonometr

Základním prvkem celého přístroje je tenzometrický snímač pro excentrické zatížení (model 1022, série 1000), který je připevněn na pohyblivé rameno s měřicím hrotem o ploše $3,7 \text{ cm}^2$ (plocha palce). Tenzometr je teleskopicky propojený s odporovým snímačem pro vzdálenost. Pohyblivé rameno přístroje je pomocí kulového kloubu připevněno k pevné konstrukci. Zasunuje se a vysunuje z měkkých tkání po dráze 32 mm oběma směry a je poháněno krokovým motorem. Maximální možná měřitelná síla působící přes měřicí hrot na tenzometr je 110N, při rozlišení 0,43N a přesnosti $\pm 1\%$. Rychlost pohybu měřicího hrotu je lineární s odchylkou 3%, při rychlosti 3,5 – 4 mm/s.

Elektronickou část přístroje tvoří diferenciální zesilovač pro tenzometrický snímač a dva osmibitové A/D převodníky pro sílu a vzdálenost. Myotonometr je sériově připojen k počítači standardu IBM PC, jeho vzorkovací frekvence je 10 ms a doba snímání 10 sekund (100 A/D převodů za sekundu).

Nákres myotonometru je schematicky znázorněn na následujícím obrázku.

Obrázek č. 3: Schéma myotonometru



Pramen: (Šifta, 2005)

Výstupem měření jsou hodnoty tenzometru a snímače polohy zapsané v časové závislosti do jednoduchého souboru. Na zpracování a vyhodnocování byl vyvinut software v programátorském prostředí programu Matlab. Software byl vyvinut za přispění a pomoci studenta biomechaniky M. Jägera z Technické univerzity v Drážďanech, a to pro účely výzkumu PhDr. Petra Šifty, Ph.D. (2005). Proto také není nikde blíže o tomto programu publikováno. Prostřednictvím tohoto softwaru lze spočítat základní charakteristiky exponenciálních křivek a zobrazit je.

Zkoumání všech získaných dat ukázalo, že nejvhodnější metodou popsání těchto dat je zobrazení velikosti odporu tkáně v závislosti na hloubce zanoření měřícího hrotu do zkoumané tkáně. Výsledkem jsou hysterezní křivky vznikající při zasouvání a vytahování měřícího hrotu do měkké tkáně. Tyto křivky lze následně použít pro relevantní popis viskoelastických vlastností tkání, respektive pro popis změn svalového napětí (Šifta, 2005).

Měřením viskoelastických vlastností tkání a popisem hysterezních křivek se zabývají také práce (Šifta et al., 2008), (Šifta, Süssová, 2009), (Šifta, Bittner, 2010).

5 Výsledky

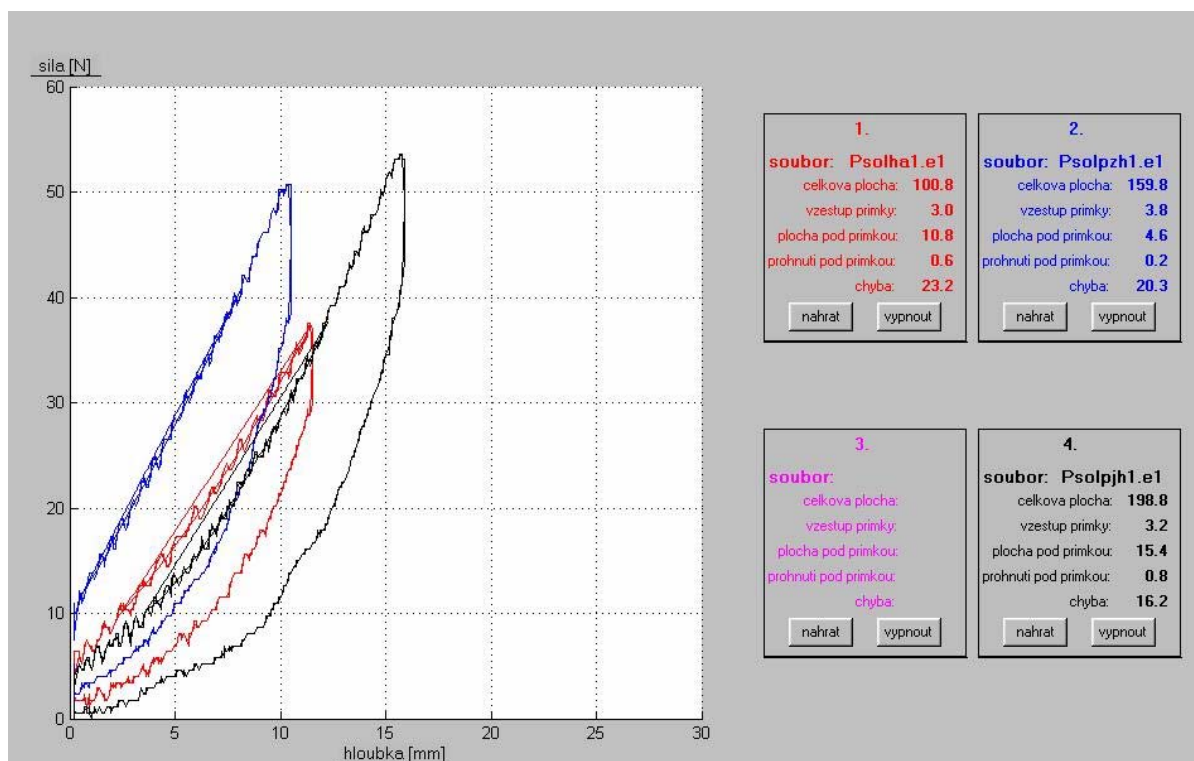
Při popisu viskoelastických vlastností musculus soleus a musculus gastrocnemius podle naměřených dat jsem se zaměřila na dva parametry křivek.

Zprvė se jedná o strmost vzestupující křivky (*vzestup přímky*). Čím je křivka strmější, tím tužší a „více patologický“ je sledovaný sval. Jako příklad pro vysvětlení tohoto parametru tuhosti tkáně uvedu maximální hodnotu, při níž by se tkáň chovala jako absolutně tuhá látka, naopak při minimální hodnotě by byla tkáň absolutně kapalnou látkou. Tyto příklady jsou pouze demonstrativní, za normálních okolností se nevyskytují.

Druhým parametrem je prohnutí vzestupující křivky (*prohnutí pod přímkou*), která udává stupeň elasticity tkáně. S růstem prohnutí křivky se sledovaná tkáň blíží tkáni svalové a jedná se tedy o „zdravější“, elastičtější svalovou tkáň.

Jak již bylo řečeno, výsledem měření jsou hysterezní křivky vzniklé při zasouvání a vytahování měřicího hrotu do měkké tkáně. Příkladem výsledků je obrázek č. 4. Tento graf je skvělou ukázkou, jak by se měla svalová tkáň, podle mé hypotézy, chovat. Křivka před zátěží (červená křivka) má vzestup přímky 3,0 a prohnutí pod přímkou 0,6. Zatímco křivka po zátěží (modrá) má vzestup přímky 3,8, z čehož vyplývá, že je sval více tuhý a prohnutí pod přímkou je 0,2, což vypovídá o menší elasticitě svalu. Po aplikaci regenerační metody, v tomto konkrétním případě suché jehly (černá křivka), je vzestup přímky 3,2. To znamená, že se svalová tkáň stala opět měkčí. Prohnutí pod přímkou je 0,8 - jedná se tedy o sval zdravější, více elastický, než bezprostředně po zátěží.

Obrázek č. 4: Výsledné hysterézní křivky při aplikaci akupunktury



Jelikož se u popisu změn svalového napětí zabývám dvěma parametry, jak je popisováno výše (vzestup přímky a prohnutí pod přímkou), nezobrazuji ve výsledcích grafy hysterézních křivek (viz. obrázek č. 4), ale uspořádala jsem tyto dva parametry pro větší přehlednost do tabulek. Všechny grafy jsou v příloze na CD.

První sloupec tabulky zobrazuje mé probandy (1 – 4). Druhý sloupec udává, o jaký parametr se jedná - zda vzestup přímky či prohnutí pod přímkou. Ve třetím sloupci jsou hodnoty před zátěží, ve čtvrtém po zátěži, v pátém po aplikaci jedné z metod a v šestém jsou hodnoty kontrolní končetiny, bez aplikace metody (kromě měření s aplikací suché jehly).

Tabulky jsou rozdělené podle toho, zda se jedná o první nebo druhé měření a zda se jedná o musculus gastrocnemius nebo musculus soleus (opět kromě měření s aplikací suché jehly, které bylo prováděno jen na musculus soleus).

Tabulka č. 1: Výsledky měření – aplikace suché jehly - musculus soleus 1. měření

		Před zátěží	Po zátěží	Po aplikaci suché jehly
1	vzestup přímky	3	3,8	3,2
	prohnutí p. přímkou	0,6	0,2	0,8
2	vzestup přímky	4	2,6	2,8
	prohnutí p. přímkou	0,7	0,5	1,1
3	vzestup přímky	3,6	3,6	3,7
	prohnutí p. přímkou	0,2	0,5	0,7
4	vzestup přímky	3,9	4,9	5,8
	prohnutí p. přímkou	0,6	0,5	0,7

Tabulka č. 2: Výsledky měření – aplikace suché jehly - musculus soleus 2. měření

		Před zátěží	Po zátěží	Po aplikaci suché jehly
1	vzestup přímky	3,6	3,8	3,7
	prohnutí p. přímkou	0,8	0,7	0,7
2	vzestup přímky	5	3	3
	prohnutí p. přímkou	0,6	0,9	1
3	vzestup přímky	3,6	3,6	3,7
	prohnutí p. přímkou	0,2	0,5	0,7
4	vzestup přímky	3,8	4,7	4,4
	prohnutí p. přímkou	0,7	0,4	0,6

Tabulka č. 3: Výsledky měření – chlad - musculus gastrocnemius 1. měření

		Před zátěží	Po zátěži	Po aplikaci chladu	Kontrolní
1	vzestup přímky	1,7	1,4	1,9	1,8
	prohnutí p. přímkou	0,7	0,5	1,3	1
2	vzestup přímky	2,1	1,7	2,3	2,2
	prohnutí p. přímkou	1,3	1,2	1,2	1,2
3	vzestup přímky	1,7	1,9	1,7	1,7
	prohnutí p. přímkou	0,7	0,9	1,2	1
4	vzestup přímky	2,2	2,1	2,1	2,3
	prohnutí p. přímkou	1,4	1,3	1,4	0,4

Tabulka č. 4: Výsledky měření – chlad - musculus gastrocnemius 2. měření

		Před zátěží	Po zátěži	Po aplikaci chladu	Kontrolní
1	vzestup přímky	1,7	1,5	1,9	1,7
	prohnutí p. přímkou	0,7	0,2	0,9	0,4
2	vzestup přímky	2,5	1,5	1,9	2,1
	prohnutí p. přímkou	1,3	0,7	1	1,5
3	vzestup přímky	1,9	1,9	1,8	1,7
	prohnutí p. přímkou	0,6	0,8	0,7	1
4	vzestup přímky	2,3	2,3	2,2	2,5
	prohnutí p. přímkou	1,3	1,2	1,3	0,9

Tabulka č. 5: Výsledky měření – chlad - musculus soleus 1. měření

		Před zátěží	Po zátěži	Po aplikaci chladu	Kontrolní
1	vzestup přímky	3,5	3	3	3,6
	prohnutí p. přímkou	0,6	0,5	0,9	0,6
2	vzestup přímky	2,8	3	2,8	4,2
	prohnutí p. přímkou	1	0,7	1,4	0,2
3	vzestup přímky	3,4	3,2	3,3	3,7
	prohnutí p. přímkou	0,6	0,8	0,5	0,5
4	vzestup přímky	5,7	3,1	4,2	3,1
	prohnutí p. přímkou	0,4	0,7	0,6	0,7

Tabulka č. 6: Výsledky měření – chlad - musculus soleus 2. měření

		Před zátěží	Po zátěži	Po aplikaci chladu	Kontrolní
1	vzestup přímky	3,4	3,2	2,9	4
	prohnutí p. přímkou	0,8	0,6	1,1	0,6
2	vzestup přímky	2,5	3,2	2,8	4,1
	prohnutí p. přímkou	1,1	1,1	1,5	0,5
3	vzestup přímky	3,4	3,3	3,3	3,9
	prohnutí p. přímkou	0,6	0,7	0,5	0,8
4	vzestup přímky	4,6	4,6	4	3,2
	prohnutí p. přímkou	0,6	0,3	0,5	0,8

Tabulka č. 7: Výsledky měření – protažení - musculus gastrocnemius 1. měření

		Před zátěží	Po zátěži	Po protažení	Kontrolní
1	vzestup přímky	2,1	2,2	2,3	2,2
	prohnutí p. přímkou	1	0,8	0,5	0,9
2	vzestup přímky	1,9	2,2	1,8	1,8
	prohnutí p. přímkou	0,4	0,8	1,3	1,2
3	vzestup přímky	2	2,2	2,9	2,8
	prohnutí p. přímkou	0,8	0,9	0,7	1
4	vzestup přímky	2,2	2,2	2,3	2,7
	prohnutí p. přímkou	0,4	0,8	1,3	0,8

Tabulka č. 8: Výsledky měření – protažení - musculus gastrocnemius 2. měření

		Před zátěží	Po zátěži	Po protažení	Kontrolní
1	vzestup přímky	2	2,2	2,2	2,2
	prohnutí p. přímkou	0,9	0,8	0,9	1
2	vzestup přímky	2,1	2,3	2,1	2
	prohnutí p. přímkou	1,1	1,4	1,6	1,4
3	vzestup přímky	2	2,1	2,1	1,8
	prohnutí p. přímkou	0,9	1,3	1,5	1,3
4	vzestup přímky	2,3	2,4	2,7	2,5
	prohnutí p. přímkou	1,2	1,2	1,2	0,7

Tabulka č. 9: Výsledky měření – protažení - musculus soleus 1. měření

		Před zátěží	Po zátěži	Po protažení	Kontrolní
1	vzestup přímky	3,5	4,1	5,7	4,2
	prohnutí p. přímkou	0,6	0,4	0,6	0,7
2	vzestup přímky	2,8	2,9	3,3	3,4
	prohnutí p. přímkou	0,3	0,7	0,7	0,9
3	vzestup přímky	3,5	4,7	4,8	2,7
	prohnutí p. přímkou	0,3	0,7	0,4	0,9
4	vzestup přímky	2,3	5,7	5	4
	prohnutí p. přímkou	0,9	0,5	0,4	0,6

Tabulka č. 10: Výsledky měření – protažení - musculus soleus 2. měření

		Před zátěží	Po zátěži	Po protažení	Kontrolní
1	vzestup přímky	3,8	4,3	5	4,4
	prohnutí p. přímkou	0,8	0,5	0,5	0,8
2	vzestup přímky	2,9	3,1	3,6	3,2
	prohnutí p. přímkou	0,8	1,1	0,7	0,6
3	vzestup přímky	3,3	3,9	4,2	2,7
	prohnutí p. přímkou	0,7	0,6	0,5	0,9
4	vzestup přímky	2,7	4,8	4,4	3,7
	prohnutí p. přímkou	0,9	0,4	0,5	0,7

6 Diskuze

V této práci jsem se na základě mého cíle a výzkumné otázky snažila zjistit, zda mají aplikace suché jehly, lokální kryoterapie a strečink, aplikované po běžeckém výkonu, vliv na svalové napětí lýtka a to ve smyslu snížení.

Nejprve bych stručně shrnula vliv běžeckého výkonu na svalové napětí musculus soleus a musculus gastrocnemius. Ze zpracovaných výsledků vyplývá, že svalové napětí musculus soleus se zvýšilo výrazněji než napětí musculus gastrocnemius. Jen u 57,1% naměřených hodnot bylo zvýšené napětí musculus gastrocnemius, u 42,9 % naopak napětí snižené, proto mohu usoudit, že tento sval má jen malou funkci na flexi v kotníku.

Běžecký výkon však může mít i regenerační vliv. Jeden z probandů běhá velmi často (triatlonista) a je tedy na běžeckou zátěž adaptovaný. Jeho svaly reagovaly opačně – svalové napětí se snížilo, protože pro něj byla trať velmi krátká a nenáročná. Byl to pro něj spíše „výklus“ než námaha. Druhým příkladem je jiný proband, který byl den před měřením na oslavě a svaly měly před zátěží vyšší napětí než při jakémkoli jiném měření. Na něj působil běh také regeneračně a svalové napětí se po zátěži snížilo.

V dalších odstavcích popisují výsledky aplikovaných metod a jejich účinek na vlastnosti svalů. Z naměřených hodnot se snažím vyvodit objektivní závěry, které pro větší přehlednost logicky analyzuji a komentuji.

Aplikace suché jehly ovlivňuje svalové napětí musculus soleus velmi pozitivně, jak ilustrují tabulky č. 1 a 2. Procentuálně vyšlo 71,4% pozitivních výsledků a 28,6 negativních. Kdybych porovnála oba měřené parametry, tak prohnutí pod přímkou, tedy elasticita tkáně, je ze 100% ovlivněna pozitivně. To znamená, že sval se stal elasticitějším, „zdravějším“. Hodnoty jsou dokonce lepší, než jaké byly naměřeny před zátěží. Zatímco druhý parametr, vzestup přímky, byl ovlivněn téměř 50:50, takže mohu usoudit, že aplikace suché jehly nemá ani pozitivní ani negativní vliv na tuhost svalové tkáně.

V tabulkách č. 3,4,5 a 6 jsou shrnuty výsledky vlivu lokální kryoterapie na musculus gastrocnemius a musculus soleus. U obou svalů se po aplikaci chladu svalové napětí snížilo, avšak výsledky nejsou tak jednoznačné jako po aplikaci suché jehly. Pouze u 64,3% došlo ke snížení. Opět, jako po aplikaci suché jehly, se elasticita musculus gastrocnemius zlepšila téměř u 100% hodnot, na tuhost tohoto svalu však

nemá aplikace chladu jednoznačně pozitivní ani negativní vliv. Musculus soleus má oba tyto parametry ovlivněny pozitivně, oba z téměř 70%.

Třetí, poslední metodou bylo statické protažení neboli strečink. Ukazuje se, že vliv strečinku na svalové napětí musculus gastrocnemius (tabulka č. 7 a 8) není pozitivní ani negativní. Vysvětluji si to tím, že u musculus gastrocnemius nedošlo ani po zátěži k výrazným změnám - u 13 z 16 hodnot jsou změny pouze 0,1, což je velmi malé číslo, které mohlo vzniknout i odchylkami v měření. Naopak musculus soleus byl jednoznačně zátěží ovlivněn a došlo u něj ke zvýšení svalového napětí. Protažením (strečinkem) se však svalový tonus tohoto svalu zvýšil ještě více a to u 71,4% hodnot. Sval se stal méně elastickým a více tuhým.

V tabulkách uvádím také hodnoty naměřené na kontrolní končetině, bez aplikované metody. Zjistila jsem však, že se podle této hodnoty nemohu orientovat, jelikož se svalové napětí mezi oběma končetinami liší.

7 Závěr

V dnešní době sedavého způsobu života je pohyb velmi důležitý pro zdraví člověka. Stále většímu počtu lidí není lhostejný způsob a kvalita jejich života. K dosažení zdraví a dobré fyzické kondice je však neméně důležitá i regenerace a relaxace. U rekreačních sportovců je regenerace stále velmi podceňována, naopak u vrcholového sportu se stává stále diskutovanějším tématem a jsou objevovány nové nestandardní regenerační metody. V této práci se zabývám nejpoužívanější regenerační metodou – strečinkem, ale i méně známými a mezi sportovci méně užívanými metodami – aplikací suché jehly a kryoterapií.

Pokud nebude splněn požadavek na fyzické zdraví, těžko se bude člověk cítit dobře i po psychické stránce. Správná relaxace a vhodně indikovaná regenerace je velmi důležitá k celkové pohodě, zvládání každodenního stresu i fyzicky náročných tréninků. Právě k předcházení dlouhodobému stresu účinně pomáhají relaxační a regenerační techniky a tím i dochází k prevenci nemocí a úrazů. Pokud nás postihne nemoc či úraz, opět díky nim dokážeme, v kombinaci s klasickou léčbou, jejich následky minimalizovat.

Cílem této práce bylo dosáhnout snížení svalového napětí lýtka po předchozím zvýšení běžeckým výkonem. Snažila jsem se ověřit stanovenou hypotézu, zda tři vybrané metody (aplikace suché jehly, kryoterapie, strečink) ovlivní svalové napětí ve smyslu snížení. Na základě výsledků, které jsem zpracovala do tabulek, je možné říci, že nejlépe ovlivnila svalové napětí aplikace suché jehly. Svalové napětí bylo dokonce nižší, než na začátku měření před běžeckým výkonem. Kryoterapie měla na svalové napětí také pozitivní vliv a došlo k jeho snížení, výsledek nebyl však tak jednoznačný. Jediná metoda, která svalové napětí nesnížila, ale naopak zvýšila, byl strečink.

Výsledky měření po aplikaci suché jehly a kryoterapie tedy podporují stanovenou hypotézu. Výsledky po aplikaci strečinku ji sice vyvrací, ale díky tomu bych nedělala závěry, že strečink nepřispívá k regeneraci. Vyvodila bych z toho spíše závěr, že protažení svalových skupin vede k aktivaci svalu, zvýší prokrvení a připraví sval na následnou zátěž. Až dlouhodobé opakované provádění strečinkových cvičení má regenerační účinek. Při pravidelném protahování nedochází ke zkracování svalových skupin a následným svalovým dysbalancím, zvyšuje se kloubní pohyblivost a postupně dochází ke snížení klidového svalového napětí.

Věřím, že tato práce je přínosem nejen pro mě, ale i pro všechny čtenáře a zájemce. Ráda bych se touto problematikou zabývala i nadále, například v souvislosti s dlouhodobě prováděným strečinkem nebo při aplikaci zcela jiných regeneračních metod a s využitím více probandů.

8 Literatura

- Basset, S.W., Lake, B.M. Use of cold applications in the management of spasticity: report of three cases. *Phys Ther Rev.* 1958, č. 38, s. 333-334.
- Bennett, D. Water at 67° to 69° Fahrenheit to control hemorrhage and swelling encountered in athletic injuries. *Athl Train.* 1961, č. 1, s. 12-14.
- Capko, J. *Základy fyziatrické léčby.* Praha: Grada, 1998.
- Dostálová, I., Miklánková, L. *Protahování a posilování pro zdraví.* Olomouc: HANEX, 2005.
- Dylevský, I. *Funkční anatomie.* Praha: Grada, 2009.
- Ernst, E. Musculoskeletal conditions and complementary/alternative medicine. *Best practice and research clinical rheumatology.* 2004, č. 18, s. 539-556.
- Furlan, A., van Tulder, M., Cherkin, D., Tsukayama, H., Lao, L., Koes, B., Berman, B. Acupuncture and dry needling for low back pain: an updated systematic review within the framework of the Cochrane Collaboration. *Spine.* 2005, č. 30, s. 944-963.
- Hartviksen, K. Ice therapy in spasticity. *Acta Neurol Scand Suppl.* 1962, č. 3, s. 79-84.
- Hermachová, H. O svalovém napětí a jeho ovlivnění ve fyzioterapii. *Rehabilitace a fyzikální lékařství.* 1999, č. 3, s. 108-110.
- Hobbs, K.T. Results of intramuscular temperature changes at various levels after the application of ice. *Sports Health.* 1983, č. 1, s. 15.
- Chapman, C.E. Can the use of physical modalities for pain control be rationalized by the research evidence? *Can J Physiol Pharmacol.* 1991, č. 69, s. 704-712.

- Jones, D.P. Renal metabolism during normoxia, hypoxia, and ischemic injury. *Annu Rev Physiol.* 1986, č. 48, s. 33-50.
- Jutte, L.S., Merrick, M.A., Ingersoll, C.D., Edwards, J.E. The relationship between intramuscular temperature, skin temperature, and adipose thickness during cryotherapy and rewarming. *Arch Phys Med Rehabil.* 2001, č. 82, s. 845-850.
- Kandel, E.R., Schwarz, J.H., Neseck, T.M. *Principals of neural science.* New York: McGraw – Hill, 2000.
- Knight, K.L., Aquino J., Johannes S.M., Urban C.D. A reexamination of Lewis' cold-induced vasodilation in the finger and the ankle. *Athl Train.* 1980, č. 15, s. 248-250.
- Kostřica, R. *Kryoterapie v medicíně.* Brno: MU, 1995.
- Kučera, M. et al. *Pohyb v prevenci a terapii. Kapitoly z tělovýchovného lékařství pro studenty fyzioterapie.* Praha: Karolinum, 1998.
- Lewit, K. Postisometrische relaxation in kombination mit Andersen mes muskularer fazilitation und inhibition. *Manuelle Meduzin.* 1986, č. 24, s. 30-34.
- McPartland, J.M. Travell trigger points – molecular and osteopatic perspectives. *JAOA.* 2004, č. 104, s. 244-249.
- Merrick, M.A., Knight, K.L., Ingersoll, C.D., Potteiger, J.A. The effects of ice and compression wraps on intramuscular temperatures at various depths. *J Athl Train.* 1993, č. 28, s. 236-245.

- Myrer, J.W., Measom, G.J., Fellingham, G.W. Temperature changes in the human leg during and after two methods of cryotherapy. *J Athl Train*. 1998, č. 33, s. 25-29.
- Nadler, S.F., Weingand, K.W., Stitik, T.P. et al. Pain relief runs hot and cold. *Biomechanics*. 2001, č. 8, s. 1.
- Nadler, S.F., Weingand, K.W., Kruse, R.J. The physiologic basis and clinical applications of cryotherapy and thermotherapy for the pain practitioner. *Pain Physician*. 2004, č. 7, s. 395-399.
- Rokyta, R. et al. *Fyziologie*. Praha: ISV, 2008.
- Rychlíková, E. *Manuální medicína - Průvodce diagnostikou a léčbou vertebrogenních poruch*. Praha: Maxdorf, 1997.
- Stupka, M. *Možnosti identifikace změn svalového napětí pomocí tomografických metod*. Praha: UK-FTVS, 2001.
- Šebej, F. *Strečink*. Bratislava: TIMY, 2001.
- Šifta, P. *Ovlivnění spastického musculus triceps surae botulotoxinem u pacientů s poruchou centrálního motoneuronu*. Praha: UK-FTVS, 2002.
- Šifta, P. *Měření viskoelastických vlastností měkkých tkání při spastickém syndromu*. Praha: UK-FTVS, 2005.
- Šifta, P. Poslední poznatky v teorii spošťových bodů – trigger points. *Kontakt*. 2007, č. 2, s. 387-390.
- Šifta P., Otáhal S., Süssová J., Jaeger M. Measurement of viscoelastic properties of soft tissue in spastic syndrome. *Neurorehabilitation and Neural Repair*. 5th Congress for NeuroRehabilitation. 2008, č. 5, s. 545.

- Šifta P., Süssová J.: A new method for measuring stiffness of soft tissue. *International Journal of Rehabilitation Research*. 2009, č. 1.
- Šifta, P., Bittner, V. Measurement of Rheologic Properties of Soft Tissue (Muscle Tissue) by Device Called Myotonometer. *IFMBE Proceedings*. 2010, č. 31, s. 1020.
- Tobiasová, M., Sullivan, J.P. *Strečink*. Praha: Ikar, 1999.
- Travell, J.G., Simons, D.G. *Myofascial pain and dysfunction – the trigger point manual*. USA: Lippincott Williams & Williams, 1999.
- Trojan, S. et al. *Lékařská fyziologie*. Praha: Grada, 1996
- Trojan, S., Druga, R., Pfeiffer, J., Votava, J. *Fyziologie a léčebná rehabilitace motoriky člověka*. Praha: Grada, 2005.
- Véle, F. *Kineziologie pro klinickou praxi*. Praha: Grada, 1997.
- Wasserbauer, S. et al. *Výchova ke zdraví: pro vyšší zdravotnické školy a střední školy*. Praha: Státní zdravotní ústav, 1999.
- Zemke, J.E., Anderson, J.C., Guion, W.K., McMillan, J., Joyner, A.B. Intramuscular temperature responses in the human leg to two forms of cryotherapy: ice massage and ice bag. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1998, č. 27, s. 301-307.