

UNIVERZITA KARLOVA
Fakulta tělesné výchovy a sportu

DIPLOMOVÁ PRÁCE

2020

Bc. Michal Šablatúra

UNIVERZITA KARLOVA
Fakulta tělesné výchovy a sportu

**Vliv pěnového válce na svalový rozsah, sílu extenzorů a flexorů
kolenního kloubu a silový poměr H/Q**

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce:

doc. Mgr. Michal Štefl, Ph.D.

Vypracoval:

Bc. Michal Šablatúra

Praha, červen 2020

Prohlašuji, že jsem závěrečnou diplomovou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze dne:

.....
podpis diplomanta

Evidenční list

Souhlasím se zapůjčením své diplomové práce ke studijním účelům. Uživatel svým podpisem stvrzuje, že tuto diplomovou práci použil ke studiu a prohlašuje, že ji uvede mezi použitými prameny.

Jméno a příjmení:

Fakulta / katedra:

Datum vypůjčení:

Podpis:

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucímu své diplomové práce Doc., Mgr. Michalovi Štefflovi, Ph.D. za jeho odborný dohled a vedení práce. Dále bych chtěl poděkovat konzultantům Mgr. Danovi Omcirkovi a Mgr. Janovi Malečkovi za pomoc při měření a poskytnutí podnětných připomínek k této práci.

V neposlední řadě děkuji rodině, přítelkyni, kamarádům, kteří mne podporovali během celého studia a také všem probandům, kteří se zúčastnili měření.

Abstrakt

Název: Vliv pěnového válce na svalový rozsah, sílu extenzorů a flexorů kolenního kloubu a silový poměr H/Q.

Cíle: Cílem diplomové práce bylo zjistit vliv pěnového válce na svalový rozsah a sílu extenzorů a flexorů kolenního kloubu. Svalová síla extenzorů a flexorů kolene se určovala pomocí izokinetického dynamometru Humac norm. Dalším cílem bylo zjistit vliv pěnového válce na poměr síly extenzorů a flexorů (H/Q), což je důležitý údaj pro předcházení úrazů dolních končetin.

Metody: Jedná se o experimentální studii. Měřený výzkumný soubor (n =12) tvořili studenti Fakulty tělesné výchovy a sportu Univerzity Karlovy. Byl použit pěnový válec Blackroll, střední tvrdosti s povrchem bez vroubků. Svalové rozsahy flexorů kolene byly měřeny pomocí sit and reach testu a knee extension testu. Svalové rozsahy extenzorů kolene byly měřeny pomocí modifikovaného Thomasova testu a Ely's testu. Izokinetická síla svalů při provádění flexe a extenze kolenního kloubu a silový H/Q poměr byly hodnoceny pomocí izokinetického dynamometru Humac Norm.

Výsledky: Měřením se prokázalo, že pěnový válec měl vliv na svalový rozsah flexorů a extenzorů kolenního kloubu. Neprokázano se, že by pěnový válec měl pozitivní vliv na svalovou sílu. H/Q poměr se po válcování zvýšil, což ale bylo zapříčiněno snížením síly extenzorů kolene.

Klíčová slova: pěnový válec, svalový rozsah, izokinetický dynamometr, síla, H/Q poměr

Abstract

Title: The influence of foam rolling on range of motion, strength of the knee extensors and flexors, and H/Q ratio.

Objectives: The aim of the diploma thesis was to determine the effect of the foam roller on the range of motion and strength of the extensors and flexors of the knee joint. The muscular strength of the knee extensors and flexors was determined using a Humac norm isokinetic dynamometer. Another goal was to determine the effect of the foam roller on the force ratio of extensors and flexors (H/Q) which is an important detail for the prevention of lower limb injuries.

Methods: This is an experimental study. The measured research group (n = 12) consisted of the students of the Faculty of Physical Education and Sport at the Charles University. A Black roll foam roller of medium hardness with a non-serrated surface was used. The range of motion of the knee flexors were measured using the sit and reach test and the knee extension test. The range of motion of the knee extensors were measured using a modified Thomas test and Ely's test. The isokinetic strength of the extensors and flexors muscles of the knee joint and the H/Q ratio were measured using a Humac Norm isokinetic dynamometer.

Results: Measurements showed that the foam roller affected the range of motion of the flexors and extensors of the knee joint. The use of the foam roller has not shown to have a positive effect on the muscle strength. The H/Q ratio increased after the foam rolling, but this was due to a decrease in the strength of the knee extensors.

Keywords: foam roller, range of motion, isokinetic dynamometer, strength, H/Q ratio

Seznam zkratek

ECM – extracelulární matrix

SMR – self myofascial release

cm – centimetr

kg – kilogram

m. – musculus

ID – izokinetický dynamometr

PT – maximální moment síly

Pre – pre test

Post – post test

ISO – izometrická kontrakce extenzorů kolene

PTQ – maximální moment síly kvadricepsu (N.m)

PTH – maximální moment síly hamstringů (N.m)

P – pravá noha

L – levá noha

H/Q – silový poměr hamstring/kvadriceps

PV – pěnový váleček

Obsah

1	ÚVOD.....	11
2	TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE.....	13
2.1	Sval.....	13
2.1.1	Svaly dolní končetiny	14
2.2	Svaly zadní strany stehen (hamstringy)	14
2.2.1	Musculus biceps femoris	15
2.2.2	Musculus semitendinosus	15
2.2.3	Musculus semimembranosus	15
2.3	Svaly přední strany stehen	16
2.3.1	Musculus sartorius	16
2.3.2	Musculus quadriceps femoris	16
2.4	Kineziologie kolenního kloubu.....	17
2.5	Fascie.....	18
2.5.1	Výzkum fascií	18
2.5.2	Složení fascie	18
2.6	Masážní pěnový válec	21
2.6.1	Benefity pěnového válce.....	23
2.6.2	Výběr správného foam rollera	25
2.6.3	Kontraindikace.....	26
2.6.4	Zásady válcování	27
2.7	Silové schopnosti	27
2.7.1	Druhy silových schopností:	28
2.8	Izokinetická síla	29
2.8.1	Izokinetický dynamometr	29
2.9	Pohyblivost.....	31

2.10	Poměr hamstring/kvadriceps (H/Q).....	33
3	CÍLE, ÚKOLY PRÁCE A HYPOTÉZY	35
3.1	Cíle práce	35
3.2	Úkoly práce	35
3.3	Hypotézy	35
4	METODIKA VÝZKUMU.....	36
4.1	Charakteristika výzkumného souboru.....	36
4.2	Organizace výzkumu.....	36
4.3	Metody získávání výzkumných údajů.....	37
4.3.1	Goniometrie	37
4.3.2	Pěnový válec Blackroll:	38
4.3.3	Měření svalových rozsahů	38
4.3.4	Měření svalové síly extenzorů a flexorů kolena	42
4.3.5	Dynamometr HOGGAN microFET®2.....	43
4.3.6	Dotazník.....	43
4.4	Metody zpracování výzkumných údajů	44
5	VÝSLEDKY PRÁCE	45
5.1	Popis výzkumného vzorku	45
5.2	Výsledky izokinetického dynamometru.....	46
5.3	Výsledky měření svalových rozsahů.....	50
5.4	Dotazník	52
6	DISKUSE.....	54
7	ZÁVĚR	59
8	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY:	61

1 ÚVOD

Věda ve sportovním tréninku se za poslední dobu velmi posunula. Stále se hledají a vytvářejí nejnovější pomůcky ve fitness a sportu, které by pomohly zlepšit regeneraci a výkon. Mezi tyto pomůcky určitě patří pěnový válec (foam roller), který se vyrábí také ve vibrační variantě, masážní míčky, hole a masážní pistole.

Využití pěnového válce je v této době velmi populární mezi rekreačními, výkonnostními, ale i profesionálními sportovci. Ve sportu se pohybuji již 14 let, z toho 12 let jsem hrál výkonnostně stolní tenis a posledních 5 let se zabývám hlavně celkovým pohybem a udržitelným zdravým životním stylem. Pracuji jako osobní trenér a trenér skupinových lekcí, kde se dennodenně v posilovně střetávám s lidmi, kteří se tzv. „válčují“. Málokdy jsem viděl, že by to lidé dělali správně a mělo to náležitý účinek. Někdo se válcoval před tréninkem, někdo po tréninku, někdo na pěnovém válci strávil 2 minuty, někdo 30 minut. Mnoho světoznámých trenérů využívá pěnový válec před tréninkovou jednotkou.

Z rešerše zahraničních studií jsem zjistil, že pěnový válec může mít signifikantní vliv na zvýšení svalového rozsahu a v některých studiích se ukázalo, že může mít vliv i na sílu nebo zlepšení výkonu ve vzpírání.

Z tohoto důvodu jsem si zvolil téma věnující se přímému účinku válce na svalový rozsah a sílu extenzorů a flexorů kolenního kloubu. Základním ukazovatelem silového projevu dolních končetin je izokinetická síla, která bude zjišťována na izokinetickém dynamometru Humac Norm. Izokinetický dynamometr změří sílu a z toho určí H/Q poměr, což je silový poměr mezi hamstringem (flexorem kolene) a kvadricepsem (extenzorem kolene). Koaktivace těchto dvou svalových skupin pomáhá stabilizovat kolenní kloub nejen proti přednímu posunu, ale také proti abdukčně-addukčnímu zatížení.

Z vlastní zkušenosti vím, že zranění je jednou z nejvíce obtěžujících a frustrujících věcí, které může sportovce postihnout. Mnoho mladých, nadaných a talentovaných hráčů je nuceno předčasně ukončit sportovní kariéru kvůli svalovému zranění. Pokud se nám podaří zjistit jeho příčiny, můžeme rychleji a efektivněji reagovat léčbou, rehabilitací a prevencí dalších poranění. H/Q poměr se ve studiích ukazuje jako ukazatel vhodné prevence zranění v oblasti dolní končetiny.

Měřeno bude 12 studentů UK FTVS, kteří jsou aktivními sportovci. Měření bude probíhat v laboratoři tréninkové adaptace FTVS, kde jsou vhodné podmínky. Naměřená

data budou poslána každému probandovi zvlášť. Tyto informace mohou poté využít a zlepšit tak svůj tréninkový plán, což může vést k prevenci zranění a zlepšení výkonu ve sportu.

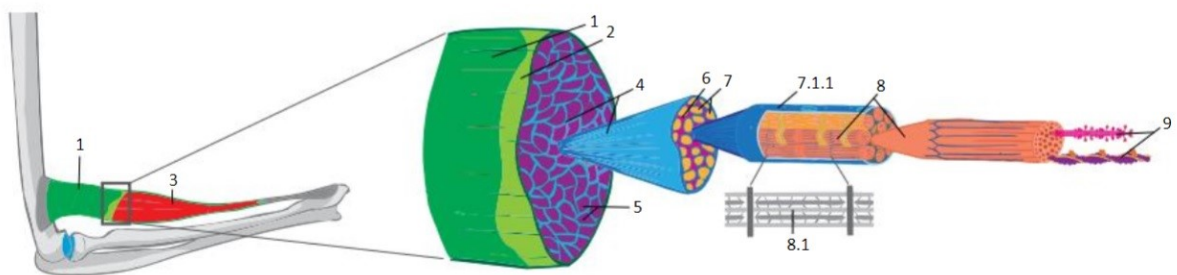
Výsledky této práce by měly být nápomocny nejen měřeným probandům, ale i široké veřejnosti, která by chtěla vědět, jak pěnový válec funguje, a kdy ho použít.

2 TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE

2.1 Sval

Svalová tkáň je jednou z hlavních tkání lidského těla. Má schopnost kontrakce a je zdrojem pohybu a síly. Úlohou svalové tkáně je vytváření pohybu organismu, jeho vnitřních orgánů a vyvíjení tlaku a napětí. Toho dosahuje přeměnou chemické energie (z ATP) na energii mechanickou. Základní stavební a funkční jednotkou je svalové vlákno, které obsahuje kontraktilní proteiny (Hudák a Kachlík, 2017).

Svalová tkáň je složena z jednotlivých svalových buněk (svalstvo hladké, příčně pruhované, svalstvo srdeční) a ze svalových vláken vzniklých spojením jednotlivých svalových buněk (příčně pruhované svalstvo kosterní) (Naňka a Elišková, 2015).



Obrázek 1. Vnitřní stavba kosterního svalu (Hudák a Kachlík, 2017)

Vnitřní stavba kosterního svalu (Hudák a Kachlík, 2017):

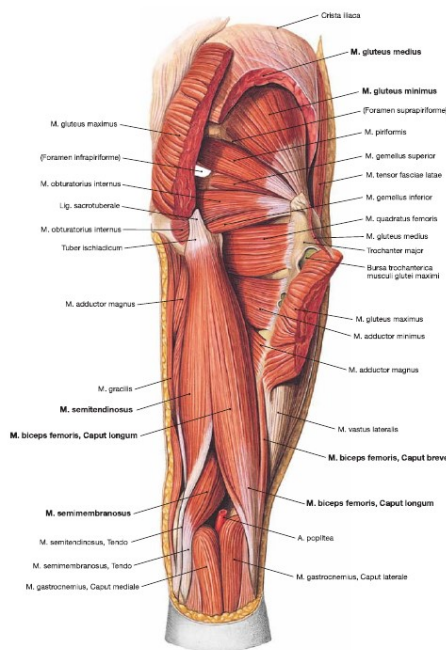
1. Fascie - obal svalu a svalových skupin z hustého kolagenního vaziva
2. Epimyzium - řidší vrstva vaziva mezi svalem a fascií
3. Sval - stavební jednotka vzniklá spojením snopců svalových vláken
4. Perimyzium - vazivový obal snopců svalových vláken, skrze které probíhají cévy a nervy
5. Snopce svalových vláken - vznikají ze snopečků, které jsou tvořeny svalovými vlákny
6. Endomyzium - obal svalového vlákna, obsahuje početné kličky vlásečnic
7. Svalové vlákno - stavební a funkční jednotka obsahující myofibrily
8. Myofibrily - trubicovité útvary obsahující myofilamenta. Jsou rozděleny na sarkomery, které jsou na sebe napojeny v řadě za sebou
- 8.1 Sarkomera - stavební podjednotka myofibrily
9. Myofilamenta - kontrakce schopné aktinové a myozinové komplexy

2.1.1 Svaly dolní končetiny

Hlavní funkcí svalů dolní končetiny je stoj a chůze - stabilita a lokomoce těla. Tomu odpovídá i specifické anatomické uspořádání dolních i horních končetin. Stabilita těla je zajištěna hlavně koncentrací největší svalové hmoty kolem kyčelního kloubu. Stabilní lokomoční aktivitu zajišťuje mohutný extensní aparát kolenního kloubu a omezena pohyblivost nohy se zachovanou pružností nožních kleneb (Dylevský, 2009).

2.2 Svaly zadní strany stehen (hamstringy)

Svaly zadní strany stehna, jsou svaly dvoukloubové. Tyto svaly začínají na tuber ischiadicum (hrbol sedací) a upínají se pod kolenním kloubem. Ovlivňují nejen kloub kolenní, ale i kloub kyčelní. Mezi tyto svaly řadíme z laterální strany m. biceps femoris, m. semitendinosus a m. semimembranosus. Všechny tři svaly vytváří flexi kolenního kloubu a pomocnou extensi kloubu kyčelního (Linc a Doubková, 1999).



Obrázek 2. Svaly zadní strany stehna a kyčle (Sobotta, 2008)

2.2.1 Musculus biceps femoris

Musculus biceps femoris, dvojhlavý sval stehenní začíná dvěma hlavami; caput longum, dlouhá hlava, a caput breve, krátká hlava. Tyto hlavy se spojují ve společné břicho, jdoucí na zevní stranu kolenního kloubu, kde sval přechází v úponovou šlachu. M. biceps femoris působí flexi v kolenním kloubu se zevní rotací bérce, extenduje a rotuje zevně kyčel. Je aktivní při addukci abdukovaného kyčelního kloubu, při jeho extenzi a při zevní rotaci bérce (Čihák, 2016).

2.2.2 Musculus semitendinosus

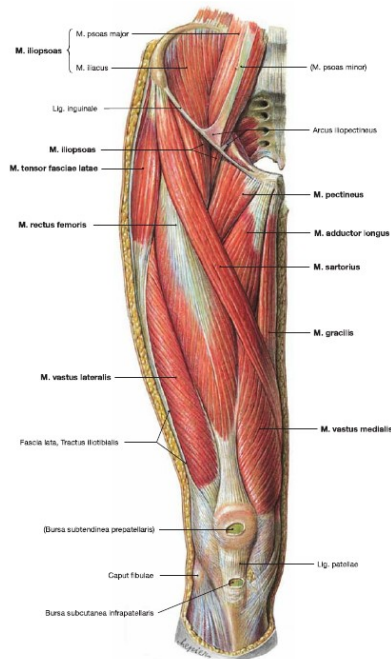
Musculus semitendinosus je dlouhý vřetenovitý sval, odstupující od tuber ischiadicum, mediální části dorzální plochy, který má uprostřed délky svalového břicha šikmo probíhající šlašitou vložku, mohutnou šlachu. Ta běží povrchně k vnitřnímu kondylu stehenní kosti a upíná se na mediálním kondylu tibie společně s m. gracilis a m. sartorius. Toto místo úponu je označováno jako pes anserinus. Jeho funkcí je flexe v kolenním kloubu, při flektovaném koleni vnitřní rotace, pomocná extenze a addukce kyčelního kloubu (Čihák, 2016).

2.2.3 Musculus semimembranosus

Musculus semimembranosus je dlouhý objemný sval, který má plochou začáteční šlachu téměř do poloviny své délky. Tento sval odstupuje od laterální části dorzální plochy tuber ischiadicum a pokračuje na mediální stranu kolena spolu se šlachou m. semimembranosus a rozbíhá se ve tři úponové pruhy. Naléhá zezadu na m. adductor magnus. Přední část svalu se upíná na mediální kondyl tibie, střední část úponu přechází do fascie m. popliteus a na zadní stranu tibie. Laterální, zadní, pruh jde do pouzdra kolenního kloubu jako ligamentum popliteum obliquum. Mezi úponem svalu a horním okrajem tibie bývá bursa musculi semimembranosi, často zdvojená, jako bursa musculi semimembranosi medialis et lateralis. Plní funkci flexi kolenního kloubu, vnitřní rotace při flektovaném koleni, pomocnou extenzi a addukci kyčelního kloubu (Čihák, 2016).

2.3 Svaly přední strany stehen

Ventrální skupina svalů stehna obsahuje m. sartorius a m. quadriceps femoris.



Obrázek 3. Svaly přední strany stehen (Sobotta, 2008)

2.3.1 Musculus sartorius

Musculus sartorius, dlouhý sval stehenní čili sval krejčovský, je dlouhý štíhlý sval jdoucí od spina iliaca anterior superior šikmo spirálovitě po přední straně stehna na vnitřní stranu kolena. Jeho funkcí je zevní rotace dolní končetiny a pomocná flexe v kyčelním i kolenním kloubu (Čihák, 2016).

2.3.2 Musculus quadriceps femoris

Musculus quadriceps femoris, je čtyřhlavý sval stehenní, který se skládá ze čtyř hlav. Dvoukloubový m. rectus femoris, přicházející od os coxae z oblasti nad acetabulem a uložený povrchově na přední straně stehna, dále m. vastus medialis a m. vastus lateralis, dva postranní svaly obalující femur od obou labia lineae asperae a sestupující šikmo dopředu k úponové šlaše, a m. vastus intermedius, hlubokou složku začínající na přední

straně femuru. Hlavní funkce m. rectus femoris je extenze kolenního kloubu a pomocná funkce jako flexor kyčelního kloubu. (Čihák, 2016)

Tento sval působí proti hmotnosti celého těla, je důležitý při udržování vzpřímené postavy díky extenzi kolena, která se uplatňuje při chůzi (Dylevský, 2009).

2.4 Kineziologie kolenního kloubu

Kolenní kloub uskutečňuje pohyby do flexe a extenze v sagitální rovině a také rotační pohyb v transverzální rovině. Při flexi je rozsah pohybu kolem 130 – 160°. Aktivním pohybem je možné dosáhnout jenom 140°, protože objem stehna a lýtka limituje větší pohyb. Limitovat může také napětí v m. rectus femoris. Opačným pohybem je extenze, u kterého je dosahováno základního postavení a takzvaného uzamknutí kolenního kloubu. V případě, že je pohyb ještě větší, je možno pokračovat až do 15°. V tomto případě se jedná o hyperextenzi. Rotační pohyb je možný jen za přítomné flexi kolenního kloubu, kdy je kloub odemknutý. Vnitřní rotace dosahuje rozsahu 10° a zevní rotace 30 až 40° (Kolář, 2009).

Z kineziologického hlediska má dolní končetina tři segmenty:

- pánev, a kyčel (kořenová oblast)
- oblast kolena (střední segment)
- nohu (akrální segment)

(Dylevský, 2009)

2.5 Fascie

2.5.1 Výzkum fascií

Dr. Rolfová před více než šedesáti lety v lidském těle diagnostikovala síť tkání. Dnes je uznávanou průkopnicí v oblasti s manipulací s měkkými tkáněmi. Vyvinula metodu strukturální integrace, kterou dnes známe jako Rolfing. Ta příznivým způsobem ovlivňuje a uspořádává tělesné struktury tak, aby se pohybovaly efektivním a energeticky nenáročným způsobem.

Ida Rolfová jako jedna z prvních přisoudila pojivové tkáni v procesu lidského pohybu a lokomoce důležité místo. Její základní myšlenka byla, že správné fungování orgánů a tělních struktur je závislé také na stavu, délce a napětí vaziva. Pokud na pojivovou tkán působíme pomalým, hlubokým, ale jemným tlakem, vrátíme ji do původní architektury, uvolňujeme ji, protahujeme a hydratujeme. Tímto způsobem je možné vrátit se do své původní polohy i ostatním tělesným strukturám.

Mezi další odborníky zabývajícími se fasciemi patří Thomas Myers. Je autorem knihy *Anatomy trains*, která je populární mezi fyzioterapeuty, trenéry a pohybovými specialisty. Propojil svalový systém s pojivovou tkání a definoval tzv. myofasciální řetězce. Je to podobné jako akupresurně dráhy nebo pohybové řetězce. Vychází z poznatků anatomie, jógy, tradiční čínské medicíny, Rolfingu a bojových umění.

V současné době je velmi uznávaný Dr. Schleip, který je jedním z prvních žáků Dr. Rolfové (Vychodilová a kol., 2015).

2.5.2 Složení fascie

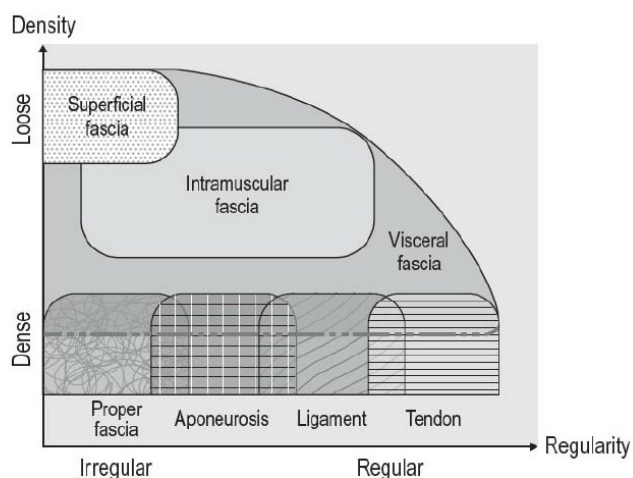
Na prvním mezinárodním kongresu, který se zabýval fasciemi, Robert Schleip a Thomas Findley (2007) ji definovali takto:

„Fascie je složka měkké tkáně pojivového tkáňového systému, která proniká do lidského těla a vytváří celotělovou kontinuální trojrozměrnou strukturální podporu. Prostupuje a obklopuje všechny orgány, svaly, kosti a nervová vlákna a vytváří jedinečné prostředí pro fungování tělesných systémů.“



Obrázek 4. Fascie, (dostupné z *Fascia: what it is and why it matters*, Lesondak, 2019)

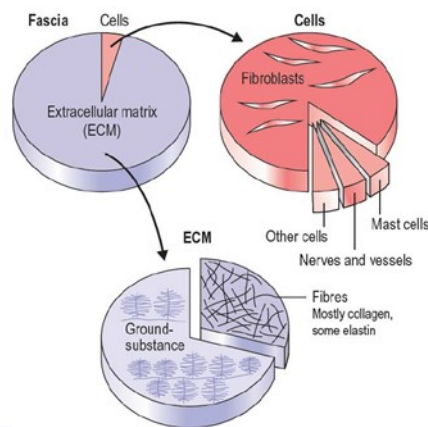
Specifický tvar faciálního tkaniva závisí od místa na těle a minulosti napětí v této oblasti. Pokud jsou lokální požadavky na napětí většinou jednosměrné a jsou pod vysokým zatížením, bude fasciální síť ve formě šlachy nebo vazů. Za jiných okolností se může jevit jako mřížovitá membrána (viz obrázek 5.) (Schleip, 2015).



Obrázek 5. Různé typy pojivové tkáně fasciální sítě (Schleip, 2015)

Fasciální pojivové tkáně se v zásadě skládají ze dvou složek: buněk a extracelulárního matrixu ECM (obrázek 6). Na rozdíl od většiny ostatních tkání mají buňky fascie velmi malou část celkového objemu (obvykle méně než 5%). Většina buněk jsou fibroblasty, které mají funkci stavební a udržovací pro okolní matici. Ta se opět skládá ze dvou částí: ground substancí a vláken. Ground substance je složená z vody, která je vázána s proteoglykany. Většina vláken jsou kolagenová vlákna, s výjimkou

několika elastinových vláken. Někdy je však mylná představa, že ECM a ground substance jsou synonyma, ale není to tak, protože kolagenová vlákna jsou důležitou složkou ECM.



Obrázek 6. Zložení fascie (Schleip, 2015)

Celková stavba ESM je složena tak, aby poskytovala optimální mechanickou pevnost při vícesměrném zatížení (Schleip, 2015).

Lesondak (2017) říká, že nejdůležitější věcí, které je třeba vědět je, že fascie je jako měkká kostra a fasciální síť je jedna souvislá struktura v celém těle. Je proto zřejmé, že tato tkáň hraje důležitou roli v udržování všech tělesných funkcí.

Paoletti (2009) popisuje následujících osm hlavních funkcí fascií: zachování strukturální integrity, podpora, ochrana, tlumení, hemodynamické procesy, obrana, komunikace a výměnné procesy, biochemické procesy. Fascie udržují anatomickou celistvost jedinců a jsou oporou pro nervový, arteriální, venózní i lymfatický systém, kterým udržuje jejich tvar a podobu. Kromě toho chrání různé anatomické struktury před potencionálně nebezpečnými silami, napětí a stresu, jimž je tělo neustále vystavováno.

Fascie nejsou pasivní tkáň. Mezi funkce fascií patří spojování a sjednocování jednotlivých struktur, ale i jejich oddělování, resp. vzdalování během vyvíjené aktivity. Sval a fascie tvoří funkční jednotku složenou z několika svalových řetězců, fasciálních obalů, šlach a ligament. Všechny tyto struktury jsou spojeny ve spirále a díky nim existuje spojení např. čela a chodidla nebo pravého zápěstí s levým kotníkovým kloubem. Napětí fascie je ovlivňováno neuroendokrinním mechanismem. Zkrácení fascie ohrožuje

funkce svalů tím, že se zhoršuje cirkulace tekutin, omezuje se rozšíření kontrakce a může dojít až ke zvýšení napětí v dané oblasti (Fritz, 2013).

Při negativním ovlivňování fascií se kompenzují pohybové stereotypy a fyziologická gelová konzistence tuhne. Poté je negativně ovlivněná biomechanika tkání, snižuje se rozsah pohyblivosti v okolních kloubech, vzniká bolest, zkracuje se délka svalu a zvyšuje napětí. Restrikce fascie se nejčastěji vyskytuje při zranění, chorobě, inaktivitě nebo zánětu. Všechny tyto aspekty způsobují, že fasciální tkanivo ztrácí elasticitu a stane se dehydrovaným (Bushel a kol., 2015).

Myers (2014) ve své publikaci tvrdí, že kdybychom při pohledu na lidské tělo nechali vymizet vše, kromě sítě kolagenových vláken, viděli bychom obrys téměř celého těla. Každý sval by byl uložen a obklopen volnější a strukturálně pevnou kolagenovou sítí. Tuhý plastický obal by byl kolem každé kosti. Každý orgán by byl vložený a zabalený do fasciálního pouzdra. Dokonce i cévy a nervy by měly svou fasciální povázku. Jediné trubice trávicího, respiračního a lymfatického systému by byly absolutně bez jakékoliv sítě kolagenových vláken.

Fasciální uvolňování je nejrozšířenější formou působení na fascii zvenku. Cílem masáže svalstva, rolováním pěnovým válcem nebo míčkem zvenku, je uvolnit slepené fasciální struktury a hydrataci tkáně. Tím se vytváří lepší kluzové schopnosti. Přímé působení je čistě mechanické, tedy působením tlaku na tkáň, pokud některou z pomůcek stimulujeme postižené místo. Při tomto procesu je důležitý pomalý a plynulý pohyb (Thommes, 2016).

2.6 Masážní pěnový válec

Foam roller, pěnový válec, je nejčastěji využívanou pomůckou používanou na svalově-fasciální masáž. V moderním světě se stává čím dál tím více používanou metodou na ovlivňování měkkých struktur. Využívá se ve fitness a sportu jako před tréninkový komponent na rozcvičení a zahřátí svalstva. Pomáhá obnovit vztahy mezi délkou a napětím svalu a tím se může zvýšit úroveň tréninku (Healey a kol., 2014).

Jako první použil pěnový válec Moshé Feldenkrais pro terapeutické účely na konci padesátých let. Využil jej pro správnou posturální funkci, snížení svalové ztuhlosti a uvědomění si vlastního těla.

Jako masážní pomůcku začal pěnové válce používat také známý instruktor pilates Sean Gallagher. Za účelem lepší regenerace v té době využívali pěnový válec i tanečníci z Broadwaye. Kondiční trenér Michael Clark celosvětově proslavil foam roller u vzpěračů, kde jej používal ke strečinku a automasáži unavených a bolestivých svalů. Se zvyšujícím se využitím nejen u trenérů, ale i fyzioterapeutů hrála roli velikost a délka válců. Feldenkreisovi žáci používali válce o délce 90 cm, přičemž v dnešní době je standardní délka 30 cm a průměr 15 cm (Kazimír a Klenková, 2017).

Výhoda pěnového válce je, že jej může použít téměř každý a kdykoliv. Lidské tělo je navrženo pozoruhodným způsobem, a pokud je dobře udržováno, bude fungovat velmi efektivně po dlouhou dobu. Bohužel, až příliš často jsou naše těla ničena nevhodnými činnostmi každodenního života. Lidé žijící aktivním způsobem či ti jedinci, kteří mají sedavý typ zaměstnání, mohou těžít z pár minut dlouhého protažení a relaxace každý den. Pravidelná denní dávka pohybu udržuje naše klouby promazané a ohebné.

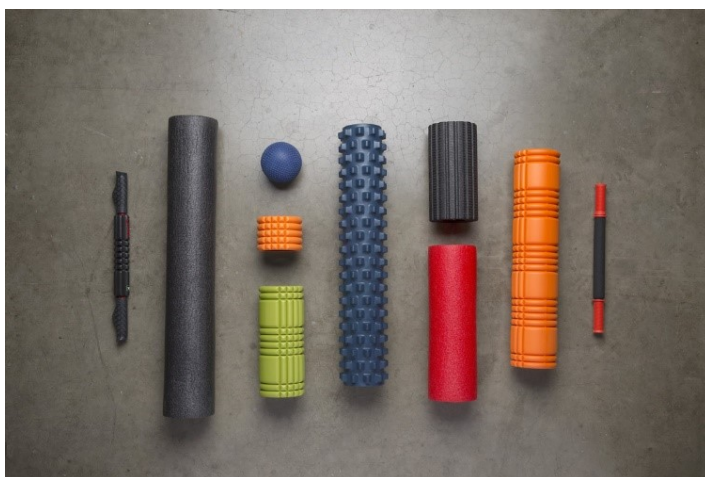
Stále více výzkumů v oblasti vědy ve sportu ukazuje, že mnoho z chronických zdravotních problémů může být pozitivně ovlivněno pravidelným cvičením. V dnešním uspěchaném světě je dobré poznat praktické způsoby, jak se zotavit ze stresu. Nikdo nepochybuje o regeneračních výhodách spánku, ale existují i jiné možnosti, jako je masáž nebo kompresní oděvy, které pomáhají zlepšit cirkulaci krve. Mezi další možnosti patří SMR - self myofascial release (Knopf, 2019).

SMR je forma svalově fasciální masáže. Myofascia je kombinace dvou slov myo – sval a fascia jako pojivová tkáň v našem těle. V současné době je to velmi oblíbená technika, kterou používají fitness trenéři, rehabilitační terapeuti a fyzioterapeuti. Mezi běžné nástroje SMR patří různé typy pěnových válců, válečků, masážních míčků a tyčí. Tyto nástroje pomáhají zlepšit rozsah pohybu kloubů, urychlují proces zotavení snížením účinků akutní svalové bolesti a zpožděného nástupu svalové bolesti (Cheatham, 2015).

Někteří odborníci na sportovní vědu naznačují, že tato metoda je velmi efektivní pro zlepšení kloubního rozsahu sportovců, čímž zlepšují jejich sportovní výkon,

Správné použití pěnového válce zlepšuje (Knopf, 2019):

- rozsah pohybu
- stabilitu středu těla
- rovnováhu
- flexibilitu
- koordinaci
- uvolnění
- cirkulaci tělních tekutin
- svalovou funkci
- sportovní výkon



Obrázek 7. Různé druhy válců (Havlová, 2019)

2.6.1 Benefity pěnového válce

Před tréninkem

Pěnové válcování má za cíl zklidnění po tréninku. Válcování je také velmi efektivní, se provádí-li se před cvičením, čímž se zvyšuje rozsah pohybu a flexibilita. Čím pružnější je sval, tím lepší je rozsah pohybu kloubů. Ne každý potřebuje větší flexibilitu a mít příliš velký rozsah pohybu, který by mohl vést ke zranění. Častým důvodem zranění při cvičení je ztuhlost či zkrácení svalů. Pokud se sval nedokáže úplně prodloužit, a přesto je nucen, má potenciál, aby se zranil nebo lehce poškodil a vedl k bolesti.

Schroeder a Best (2015) zjistili, že válcování má pozitivní vliv na flexibilitu před cvičením a má za následek sníženou bolestivost a únavu po cvičení. Jako příklad je možno uvést jedince, který se po letech sedavého zaměstnání rozhodne běhat. Pro dodržení techniky běhu, musí být svaly v oblasti kyčle schopné se plně prodloužit a kyčel je potřeba mít v extenzi při odrazu od země. Nicméně po letech sezení a nic nedělání se svaly v přední části boků zkrátí. Je méně pravděpodobné, že se jim podaří plně se prodloužit do správné polohy. To se pak může projevit bolestí spodní části zad nebo kolen. Z toho může daný jedinec usuzovat, že běhání je špatné pro klouby a není to nic dobrého pro něj. Ve skutečnosti tuhost nebo zkrácení v oblasti kyčlí omezuje správný pohyb, narušuje přirozenou schopnost organismu se pohybovat a výsledkem jsou bolesti svalů a kloubů.

Strávit několik minut válcováním před cvičením zvyšuje flexibilitu těchto tuhých míst, a výsledkem je větší rozsah pohybu a příprava těla na cvičení. Válcování před tréninkem nemá negativní vliv na výkon jako je tomu například u statického strečinku, který může snižovat maximální sílu (Silveira a kol., 2011), ale také rychlost a výbušnost (Kovacs, 2006).

Válcování také zvyšuje cirkulaci tělních tekutin. Jedním z hlavních cílů zahřátí je zvýšit proudění krve a tekutin ve svalech. Válcování může zvýšit celkový krevní oběh těla, ale větší cirkulační účinek má lokálně. Ve dnech, kdy je cvičení zaměřené na dolní části těla, válcování (lýtek, hamstringů, hýždí, kvadricepsů) pomůže prokrvit všechny tkáně.

Rozcvičení není jen pro fyzickou přípravu těla na sportovní výkon zvýšením průtoku krve a práce na flexibilitě a mobilitě, ale je to také čas duševní přípravy. Správné válcování pomůže sportovci se uvolnit a soustředit na své tělo (Stull, 2018).

Během tréninku

Pěnový válec se dá použít i během tréninku. Je-li v tréninku zvedána nějaká váha nebo se sprintuje, je potřebné si odpočinout alespoň po dobu několika minut, aby se energie obnovila před další sérií. Pokud není energie správně obnovena, musí být snížena intenzita. Pokud se pracuje s velmi nízkou intenzitou nebo se zvedá malé množství hmotnosti, odpočinek není potřeba.

Jsou-li do tréninkové jednotky zařazovány mrtvé tahy a sportovec cítí, že svaly na přední straně kyčle (flexory kyčle) jsou tuhé, nebo zkrácené, tak to může snížit schopnost kontrakce hýždí, a tím snížit výkon. Místo pasivního odpočinku můžeme využít 30 – 60 sekund válcováním kyčelních flexorů, tím zlepšit rozsah flexorů a cítit se lépe při zvedání mrtvého tahu (Stull, 2018).

Po tréninku

Válcování se jeví jako skvělý prostředek na konci tréninku. MacDonald a jeho kolegové (2014) zjistili, že válcování po intenzivním tréninku může urychlit zotavení, snížit bolestivost kloubů a svalů a pomoci zlepšit vertikální výšku výskoku, zvětšit pasivní i aktivní rozsah pohybu v porovnání s kontrolní skupinou.

Edmunds a jeho kolegové (2016) provedli studii, aby prozkoumali rozdíl regenerace svalů po cvičení. Jedna skupina účastníků se válovala pěnovým válcem a druhá skupina provedla statický strečink. Vědci zjistili, že válcování může pomoci udržet svalovou sílu i následující den ve srovnání se skupinou, která prováděla pouze strečink.

2.6.2 Výběr správného foam rollera

Neexistuje žádný univerzální pěnový válec. Nejlepší válec je ten, který je pohodlný, efektivní, a ne příliš bolestivý. Nejlepší variantou je válec vyzkoušet ještě před koupí.

Faktory pro výběr válce:

1. **Tvar** – na uvolnění velkých svalových skupin nebo provádění většiny základních a vyrovnávacích cvičení je nejvíc vhodný kruhový válec. Poloviční váleček slouží více jako cvičební podpěra a doplněk ke klasickým cvikům.
2. **Délka a průměr** – pro cvičení na záda je lepší delší, objemnější, ale stabilní válec. Kratší válec je těžší ovládat, ale je přenosnější a skvělý pro cvičení nohou. Většina válců je dlouhá 46 nebo 92 cm. Obvyklý průměr činí 15 cm, menší průměr je lepší jako terapeutická pomůcka.
3. **Materiál a hustota** - výběr více či méně hustého válce určují předchozí zkušenosti s válcem, tolerance na bolest a míra, jakou chceme sval uvolnit.

Standardní válec používá vysokou hustotu pěny a poskytuje mírné uvolnění, zatímco plastové jádro (často duté) poskytuje větší intenzitu uvolnění.

4. **Struktura** – vybírá se na základě úrovně svalového napětí. Válec s výstupky a hřebeny přidává do měkké tkáně větší tlak, což maximalizuje uvolnění. Hladký válec celkový tlak rozkládá, čímž je válcování jemnější.

Další pomůcky:

Sportovní míčky – využívají se sportovní míčky různých velikostí a tvrdostí. Vyvíjí se tlak na konkrétní bod, čímž dochází k uvolnění spouštěcích bodů (trigger pointů).



Obrázek 8. Další pomůcky pro SMR (Woodworth, 2017)

Masážní hůl – tato pomůcka se drží oběma rukama a poskytuje cílenější uvolňování než pěnový válec (Woodworth, 2017).

2.6.3 Kontraindikace

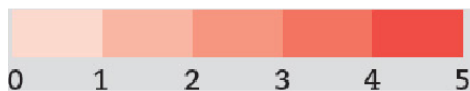
Ne vždy je využití pěnového válce vhodné. Vyhýbat by se mu měli lidé trpící osteoporózou, diabetici, osoby s křečovými žilami, osoby s vysokým krevním tlakem, těhotné ženy.

Mezi další kontraindikace patří záněty, zlomeniny, podlitiny, otoky a lokální poranění. Při jiných než výše zmíněných problémech, nebo zraněních je válcování nutné prodiskutovat s lékařem.

2.6.4 Zásady válcování

- Tlak je vyvíjen pouze na měkké tkáně těla, nikoli na kosti a klouby
- Válcování začíná v částech blíže středu těla a postupně se válcuje směrem ven
- Po celou dobu válcování je důležité správné držení těla
- Je třeba rozpoznat rozdíl mezi nepohodlím a bolestí
- Není vhodné způsobovat bolest či válcovat dlouho citlivá místa
- Doporučuje se válcovat pomalým plynulým pohybem cca 2,5 cm za sekundu
- Nezadržovat dech, důležité je plynulé a přirozené dýchání
- Ideální je snaha soustředit se na danou uvolňovací oblast (Knopf, 2019)

Při válcování si lidé sami určují sílu vyvíjející tlak na tkáň. Škála bolestivosti od 0 do 5 by měla být mezi jedničkou a trojkou. Tlak by měl být cítit, ale nemělo by to být úplně nepříjemné (Woodworth, 2017).



Obrázek 9. Škála bolestivosti při válcování (Woodworth, 2017)

2.7 Silové schopnosti

Perič a Dovalil (2010) definují silovou schopnost jako schopnost překonávat či udržovat vnější odpor svalovou kontrakcí.

Pro určení silových schopností je důležité rozlišit pojem síla, jako pojem mechaniky a fyzikální veličinu a pojem síla, jako silová schopnost, udržet nebo brzdit určitý odpor. Mezi nezbytné fyziologické vlastnosti svalu patří jeho dráždivost a stažlivost. Svalová kontrakce jako mechanická odpověď na svalový vzruch je doprovázena chemickými změnami a početnými průvodními jevy fyzikálními a fyzikálně chemickými. Jednou z nich je svalový tonus (napětí), které má sval i v klidovém režimu. Toto napětí při svalové kontrakci stoupá.

Na aktivitě svalu se nepodílejí všechna jeho vlákna. Tréninkem jejich počet vzrůstá. Silový projev závisí na celkovém množství svalových vláken (příčným

průřezem), na počtu aktivovaných vláken (tzv. nitrosvalové koordinaci) a na souhře svalových skupin (tzv. mezi svalové koordinace), které zajišťují pohyb. V úvahu je třeba brát rychlost svalového stahu při působení na odpor a také trvání pohybu či počet opakování v čase (Dovalil, 2009).

2.7.1 Druhy silových schopností:

Dělení silových schopností vychází hlavně z typů svalové kontrakce, které jsou určující pro stimulaci silových schopností. Rozlišujeme několik typů svalových kontrakcí. Podle změn délky svalu a podle napětí svalu hovoříme o kontrakci:

- **izometrické, statické** – zvyšuje se napětí, délka svalu se nemění.
- **izotonické, dynamické** – mění se délka svalu, napětí zůstává v podstatě stejné.

Dynamickou (izotonickou) kontrakci můžeme rozdělovat podle typu pohybu svalu na:

- **koncentrickou** - napětí se nemění a sval se zkracuje
- **excentrickou, brzdovou** - napětí se nemění a sval se násilím protahuje

Typ svalové kontrakce se stává východiskem pro určení druhu silových schopností. Dělení je založeno na vnějším projevu, typu svalové kontrakce, a na požadavcích jejich rozvoje.

Statická síla – je charakteristická izometrickou kontrakcí, úsilí se neprojevuje pohybem, většinou se jedná o udržení těla nebo břemene v určitých pozicích.

Dynamická síla – základem je izotonická kontrakce, projevuje se pohybem hybného systému či jeho částí.

V souvislosti s velikostí odporu (např. hmotností břemen nebo velikosti odporu prostředí) a s rychlostí pohybu můžeme dynamickou sílu dále rozlišovat na:

- **výbušnou (explozivní) sílu** – je charakteristická maximálním zrychlením a nízkým odporem – např. při odrazech, hodech, kopech apod
- **rychlou sílu** – spočívá v nemaximálním zrychlení a v nízkém odporu – využíváme při startech, opakovaných rychlých nástupech v judu, sérii úderů v boxu, běhu přes překážky
- **vytrvalostní sílu** – pracuje se s nízkým odporem a menší stálou rychlostí – např. při veslování, kanoistice, silniční cyklistice
- **maximální sílu** – překonává vysoký až hraniční odpor malou rychlostí – např. vzpírání, zápas apod. Je základem pro ostatní druhy silových schopností (výbušnou, rychlou a vytrvalostní sílu).

Dále můžeme rozlišovat sílu absolutní (je dána největší hmotností vzepřeného břemene) a relativní (je dána největší hmotností břemene dělená hmotností sportovce). V tréninkové jednotce je důležité dávat do souladu rozvoj maximální, výbušné, rychlé a vytrvalostní síly. Dosaženou úroveň silových schopností je potřeba nejen udržovat, ale i dále rozvíjet (Perič a Dovalil, 2010).

2.8 Izokinetická síla

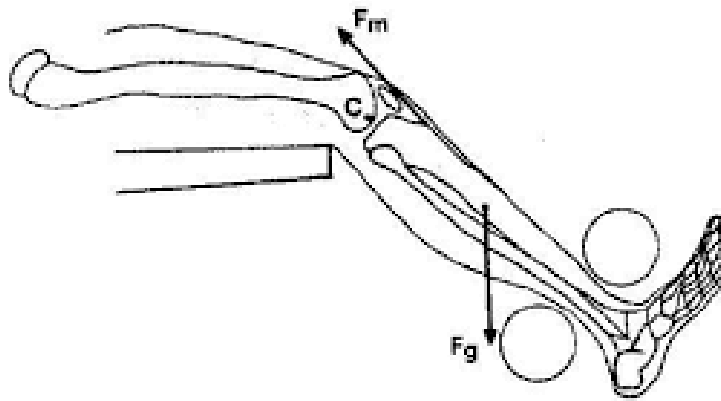
Placheta a kol. (1999) definují izokinetickou sílu jako schopnost dosáhnout silového výkonu v celém rozsahu pohybu při poměrně konstantní rychlosti.

Izokinetický pohyb je pohyb, při kterém se sval nebo svalové skupiny pohybují konstantní úhlovou nebo lineární rychlostí ve stanoveném rozsahu pohybu a působí proti řízenému, přizpůsobujícímu se odporu, který brzdí pohyb končetiny, či segmentu (Dvir, 2004),

2.8.1 Izokinetický dynamometr

Izokinetická dynamometrie (ID) je metoda diagnostiky svalové síly při proměnlivém odporu zátěže. Pomocí dynamometru je udržována stála rychlost pohybu. Odpor dynamometru je pak roven velikosti svalové síly v celém rozsahu pohybu. Využití

ID je uplatňováno k měření svalové síly a poskytuje optimální zatížení svalů. Během pohybu ve vertikální rovině je výsledný moment na dynamometru produkovaný svalovou silou F_m a gravitační silou F_g (viz. obrázek 10). ID se může používat také pro procvičení svalů a zlepšení fyzického výkonu. Rychlost provedení pohybu při různých činnostech může být simulována během tréninku za účelem zlepšení tréninkového efektu (Baltzopoulos a Brodie, 1989).



Obrázek 10. Působení svalové síly F_m a gravitační síly F_g během izokinetického testování extenze v koleni (Baltzopoulos a Brodie, 1989).

Diagnostika svalové síly pomocí izokinetického testování má své výhody a nevýhody. ID má možnost regulovat rychlost pohybu, čímž může vytvářet podmínky k dosažení maximálního svalového napětí během celého pohybu. Výhodou je také testování obou končetin, jejich vzájemné porovnání, ale také poměr mezi flexory a exenzory. Tím se mohou odhalit případné svalové dysbalance. Nevýhodou testování je finanční náročnost k pořízení izokinetických přístrojů. Mezi další nevýhody patří nespecifičnost pohybu. Pohyby vykonané na ID jsou převážně jednokloubové, které se ve většině sportů nevyskytují (Dvir, 2004).

2.9 Pohyblivost

Alter (1999) definuje pohyblivost neboli flexibilitu jako schopnost pohybovat svaly a klouby v plném rozsahu.

Perič a Dovalil (2010) pod termínem pohyblivost chápou předpoklady pro rozsah pohybů v jednotlivých kloubech – schopnost vykonávat pohyby ve velkém kloubním rozsahu.

Měkota a Novosad (2005) definují pohyblivost jako schopnost člověka pohybovat částí nebo částmi těla v dostatečně velkém rozsahu lehce a požadovanou rychlostí.

Ve většině sportovních odvětví se úroveň kloubní pohyblivosti podílí na sportovním výkonu, je jednou ze základních složek tělesné zdatnosti a přispívá k úspěchu. Je předpokladem pro správnou a efektivní svalovou činnost, hospodárné vykonávání pohybů i oddálení nástupu únavy ve svalech.

Každý sport využívá pohyblivost rozdílným způsobem. Jsou sportovní disciplíny, které závisí na maximální ohebnosti (např. moderní gymnastika, skoky do vody, synchronizované plavání), sporty, které vyžadují velký kloubní rozsah jenom v některých aspektech (karate – pohyblivost v kloubu kyčelním, plavání – pohyblivost v kloubu ramenním apod.). Jiné sportovní disciplíny využívají pohyblivost spíše jako nepřímou složku kondice, která jim umožňuje lépe využít dalších pohybových schopností (Perič a Dovalil, 2010).

Pohyblivost a protažení svalů ovlivňuje mozek, který určuje jejich napětí. Toto napětí je minimální během první sekundy. Poté přichází ochranné zvýšení napětí zabráňující poškození svalu. Pohyblivost lze zvýšit zesílením a kontrolou rozsahu pohybu, proto může být omezení rozsahu způsobeno pouze nedostatečnou silou svalů, nikoliv nedostatečnou elasticitou vazů a šlach. Vzhledem k úzkému propojení mezi nervovou soustavou a svaly se pohyblivost snižuje při zvýšeném stresu, bolesti či úzkostných stavech (Tsatsouline, 2001).

Hlavní význam pohyblivosti:

- a) dostatečný rozsah kloubní pohyblivosti může zlepšit realizaci pohybů při tréninku i soutěžích.

- b) preventivní, přiměřená pohyblivost snižuje riziko vzniku svalového zranění (natržení či dokonce přetržení svalů) při nečekaných, nadhraničních nebo nekoordinovaných pohybech.

Význam rozvoje pohyblivosti v tréninku má ještě jednu výhodu. Protahovací a vyrovnávací cvičení dokáží předcházet jednostrannému zatížení. Proto je dobré věnovat pozornost pohyblivosti ve všech sportovních odvětvích, a to i v těch, které přímo nevyžadují velký kloubní rozsah. Na druhou stranu ani opačný extrém není vhodný. Příliš velká úroveň pohyblivosti, která je nad fyziologickou kapacitu kloubu (tzv. hypermobilita), může přinášet negativní dopady (Perič a Dovalil, 2010).

Metody rozvoje pohyblivosti můžeme dělit podle dvou kritérií:

a) aktivita pohybu

- aktivní pohyb – pohyb je prováděn vlastními silami
- pasivní pohyb - krajní polohy pohybu je dosahováno pomocí vnějších sil (partnera, gravitace aj.).

b) dynamika provedení

- dynamické provedení - cviky jsou prováděné švihovým způsobem
- statické provedení - jde o dosažení určité polohy a setrvání v ní (strečinková cvičení)

Tyto metody je možné navzájem kombinovat. Dále existují speciální metody, které slouží k cílenému rozvoji kloubní pohyblivosti ve vybraných kloubech. Mezi ně patří metoda PNF (proprioceptivní neuromuskulární facilitace) nebo balistický strečink.

Výhody dobré pohyblivosti podle Altera (1999):

- zlepšení pohybového vnímání
- prohloubení relaxace
- snížení nebezpečí úrazu
- snížení svalové bolesti
- snížení svalového napětí

2.10 Poměr hamstring/kvadriceps (H/Q)

Poměr mezi silou hamstringů (flexory kolene) a kvadricepsu (extenzor kolene) v literatuře popisován jako poměr H/Q, je široce používaný v oblasti sportovního tréninku a rehabilitace na určení silových vlastností, které ovlivňují kolenní kloub a detekci svalové dysbalance.

Hamstringy a m. quadriceps femoris pracují nejenom jako antagonistické svalové skupiny, ale jejich správná kontrakce je důležitá pro většinu pohybů dolní končetiny a sportovní výkon. Zkrácení kvadricepsu vede k extenzi kolene, zatím co kontrakce hamstringů má za následek flexi kolene. Společně tyto dvě svalové skupiny kontrolují zrychlení a zpomalení stehenního svalstva a dostatečná síla v těchto svalových skupinách je potřebná pro běh, skoky, dopady a další aktivity.

Značný význam na kolenní kloub má relativní síla hamstringů a kvadricepsů. Koaktivace těchto dvou svalových skupin pomáhá stabilizovat kolenní kloub nejen proti přednímu posunu, ale také proti abdukčně-addukčnímu zatížení. Jestliže se zaměříme na linii tahu těchto dvou svalových skupin, je možné pozorovat dva protilehlé trojúhelníky, které vytváří velmi stabilní uspořádání. Jakmile je jeden ze svalů této skupiny oslabený, může docházet k porušení stability této „konstrukce“ a kolenní kloub se stává náchylnější ke zranění.

H/Q poměr jako ukazatel svalové síly flexorů a extenzorů kolena vyjadřujeme v procentech. H/Q poměr za fyziologických podmínek činí 60-69%, přičemž kolenní extenzory jsou silnější než flexory (Greco a kol., 2012).

Autoři Brukner a Khan (2007) tento poměr popisují zejména v souvislosti s návratem zraněných sportovců k tréninkové činnosti. Doporučují, aby poměr dosahoval alespoň 55 %. Při vyvážené síle hamstringů a kvadricepsů je možno usuzovat, že se riziko zranění hamstringů minimalizuje.

Cheung, Smith a Wong (2012) uvádí, že pokud je poměr H/Q nižší než 50 % může docházet k vyššímu výskytu poranění hamstringů. U takto nízkého H/Q poměru se zatěžuje intraartikulární struktura, a také se snižuje schopnost nastavení kolenního kloubu do správné pozice, což vede k jeho biomechanickým změnám. Poměr H/Q blížící se k číslu 1 (tedy 100%), označuje perfektní funkci hamstringů ve významu stabilizace kolenního kloubu, což významně snižuje riziko poškození předního křížového vazy.

Hodnota 60 % je sice obecně akceptovatelná, ale není možné ji úplně generalizovat. H/Q poměr závisí na více faktorech – na testovací poloze, rychlosti provedení pohybu, odporu, který je pohybu dáván, ale také je ovlivněn testovanou skupinou (Coombs, Garbutt, 2002). Kong a Burns (2010) zkoumali 40 rekreačně sportujících probandů (25 mužů a 15 žen), u kterých zkoumali rozdíly H/Q poměru mezi dominantní a nedominantní nohou a rozdíly mezi muži a ženami. Zjistili, že dominantní noha má lepší H/Q poměr oproti nedominantní noze. Mezi muži a ženami nebyly zjištěny žádné signifikantní rozdíly v silovém poměru mezi přední a zadní stranou stehna.

Nerovnoměrný rozvoj mezi pravou a levou dolní končetinou můžeme vidět např. u fotbalistů, kteří vykonávají technické činnosti jako je přihrávka a střelba převážně dominantní nohou. Tato dysbalance může způsobit funkční nebo strukturální asymetrie.

3 CÍLE, ÚKOLY PRÁCE A HYPOTÉZY

3.1 Cíle práce

Cílem diplomové práce bylo zjistit vliv pěnového válce na svalový rozsah a sílu extenzorů a flexorů kolenního kloubu. Svalová síla extenzorů a flexorů kolene se určovala pomocí izokinetického dynamometru Humac norm. Dalším cílem bylo zjistit vliv pěnového válce na poměr síly extenzorů a flexorů (H/Q), což je důležitý údaj pro předcházení úrazů dolních končetin.

3.2 Úkoly práce

- Provedení rešerše domácí a zahraniční odborné literatury.
- Vytvoření plánu (designu) měření.
- Podání žádosti o vyjádření etické komise FTVS UK.
- Výběr výzkumné skupiny.
- Realizace měření v laboratorních podmínkách.
- Zpracování získaných dat.
- Vyhodnocení výsledků výzkumu a vyvození příslušných závěrů.

3.3 Hypotézy

Hypotéza 1: předpokládám statisticky významné zvětšení rozsahu flexorů a extenzorů kolene po použití pěnového válce na hladině významnosti $p < 0,05$.

Hypotéza 2: předpokládám, že pěnový válec bude mít pozitivní vliv na svalovou sílu flexorů a extenzorů kolene na hladině významnosti $p < 0,05$.

4 METODIKA VÝZKUMU

4.1 Charakteristika výzkumného souboru

Výzkumu se zúčastnilo 12 mužů, studentů UK FTVS. Všichni jsou aktivní sportovci, kteří trénují 3-14 hodin týdně a jsou zvyklí na silový trénink. Průměrný věk probandů byl $24,9 \pm 1,7$ let, tělesná hmotnost byla $82,0 \pm 7,9$ kg, průměrná tělesná výška byla $180,7 \pm 7,2$ cm.

Výzkumu se mohli zúčastnit pouze zdraví studenti s platnou lékařskou prohlídkou. Probandi nesměli mít za posledních 6 měsíců žádný úraz nebo jiné poranění pohybového aparátu, akutní infekční onemocnění nebo nebyli v rekonvalescenci po onemocnění či úrazu, a to především v oblasti kyčlí, kotníků a kolen.

Výzkum byl proveden po schválení etickou komisí FTVS UK. Všichni testovaní byli seznámeni s průběhem testování a svým podpisem dali souhlas k měření. Vzor informovaného souhlasu a schválení etické komise je součástí příloh. Ve dnech měření se všichni probandi cítili zdraví a minimálně jeden den před měřením neabsolvovali tréninkovou jednotku nebo žádnou výraznou fyzickou aktivitu. Všichni probandi dodržovali stanovené podmínky výzkumu.

4.2 Organizace výzkumu

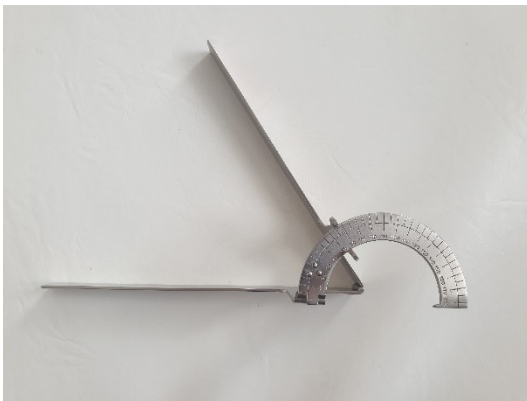
Testování probíhalo v laboratoři tréninkové adaptace UK FTVS. Testování proběhlo ve dvou dnech v červnu 2020. Doba měření jednoho probanda byla přibližně 50 minut. Před začátkem testovacího měření byli probandi poučeni o průběhu výzkumu a podepsali informovaný souhlas. Měření začalo testováním svalového rozsahu. První test byl sit and reach, poté následoval modifikovaný Thomasův test na obě nohy, poté Ely's test aktivně i pasivně na obě nohy a na závěr knee extension test aktivně i pasivně na obě nohy. Každý svalový test se měřil 3x. Mezi jednotlivými testy byla pauza 30s. Naměřené hodnoty se zprůměrovaly a výsledná hodnota se zapsala do záznamového archu. Po změření svalových rozsahů následovalo rozcvičení. To se skládalo z pětiminutové jízdy 5. na bicyklovém ergometru při 120 Watt a 90-100 otáčkách, 10x dřep, 6x výpad vzad na obě nohy, 6x výpad do strany na obě nohy, 5x kobra – střecha, 6x dřep – předklon ve stoji a 5x dřep s výskokem. Rozcvičení bylo stejné pro obě měření. Poté následovalo testování na izokinetickém dynamometru Humac Norm. Druhé měření probíhalo identicky, Pouze

před testováním svalových rozsahů si probandi 30 sekund „poválcovali“ extenzory a flexory kolene na obou dolních končetinách pěnovým válcem .

4.3 Metody získávání výzkumných údajů

4.3.1 Goniometrie

Při goniometrickém měření byl použit kovový goniometr o rozsahu měření 180°. Pro účely tohoto výzkumu byl vytvořen záznamový arch. V něm byly zaznamenávány naměřené výsledky svalových testů.



Obrázek 11. Kovový goniometr

Měření probíhalo na základě těchto pravidel

- Zvolená poloha se během měření neměnila.
- Nejprve byl realizován pasivní pohyb do určitého směru 3krát a potom byla končetina vrácena do neutrálního postavení.
- Testující přiložil osu goniometru do osy pohybu.
- Jedno rameno goniometru bylo přiloženo rovnoběžně s nepohyblivou částí těla a druhé rameno goniometru bylo přiloženo rovnoběžně s pohybující se částí těla.
- V této diplomové práci střed goniometru byl přiložen k zevnímu kondylu stehenní kosti, jedno rameno ukazovalo na zevní kotník a druhé na chocholík stehenní kosti.
- Goniometr se lehce dotýkal těla.

- Při pasivním testu uvedl pomocník končetinu do maximálního možného rozsahu pohybu a testující vedl pohyblivé rameno rovnoběžně s pohybující se částí těla.
- Hodnota naměřená v maximálním rozsahu byla zanesena do záznamového archu (Haladová a Nechvátalová, 1997).

4.3.2 Pěnový válec Blackroll:

Pěnový válec použitý pro účely této diplomové práce je od komerční značky BLACKROLL® a byl zhotoven z lisovaného polyvinylchloridu. Je lehký, přenosný, má vysoký hygienický standard a je voděvzdorný. (obr. č.12). Hmotnost válce je 152 g, rozměr 30 x 15 cm a má standardní koeficient tvrdosti. Válec je střední tvrdosti a povrch je bez vroubků. (Kazimír, Klenková, 2017).



Obrázek 12. Pěnový válec BLACKROLL® (dostupné z www.blackroll.cz/blackroll/)

Probandi válcovali extenzory a flexory na obou nohách 30 sekund. (12x celou délku svalu shora dolů). Technika využití pěnového válce byla každému probandovi důkladně vysvětlena a názorně ukázána.

4.3.3 Měření svalových rozsahů

Hloubka předklonu v sedě (Sit and reach test)

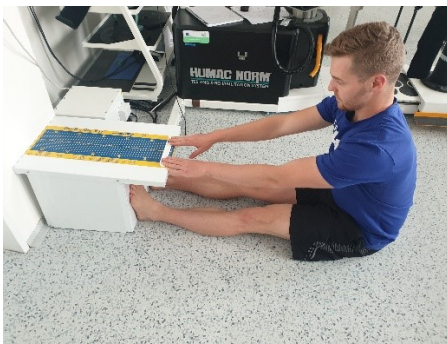
Měření flexibility testem předklon v sedu je tradiční součástí testových baterií zdravotně orientované zdatnosti již od 80. let minulého století.

Sit and reach test patří do skupiny norm-referenced testů. Jako první jej popsal Wells a Dillon. V současné době je nejrozšířenějším terénním testem flexibility. Sit and reach testuje flexibilitu oblasti bederní páteře a úroveň protažení či zkrácení svalů dolních končetin, konkrétně hamstringů (Měkota a Cubertek, 2007).

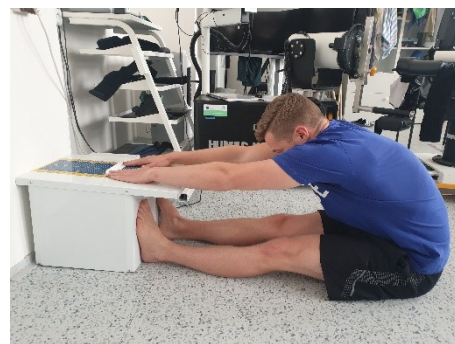
U motorického testu hloubka předklonu v sedu odpovídá spolehlivost testu $r = 0,97$ (Měkota a Blahuš, 1983).

Postup realizace testu

Proband zaujme pozici sed snožmo. Chodidla jsou opřena o zařízení. Hluboký předklon vykonává pomalu, plynule, bez pokrčení nohou v kolenech. V koncové pozici musí testovaný vydržet minimálně dvě vteřiny a zde je mu naměřen centimetrový odpočet. Výsledky se obvykle vyjadřují tabulkami či grafy (Měkota a Cubertek, 2007).



Obrázek 11. Sit and reach test příprava



Obrázek 12. Sit and reach test – měření

Modifikovaný Thomasův test

Modifikovaným Thomasovým testem zjišťujeme zkrácení flexorů kyčelního kloubu - m. iliopsoas, m. rectus femoris, m. tensor fasciae latae a krátkých adduktorů stehna. V této diplomové práci bude test použit na zjištění zkrácení m. rectus femoris. Spolehlivost tohoto testu a retestu je $r=0,91-0,94$. (Harvey, 1998).

Popis realizace testu

Proband se posadí na na hranu lehátka. Jednu dolní končetinu drží rukama ve flexi a položí se na záda. Výchozí poloha je v leže na zádech s pánví na stole a s vyloučením anteverze a sešikmení pánve. Netestovaná dolní končetina je pevně přitažena k břichu

tak, aby byla zcela vyrovnána bederní lordóza. Přitažení se provádí lépe za koleno.. Jestliže je koleno při takto dosažené flexi bolestivé je lepší jej fixovat pod kolenem. Vyšetřovanou dolní končetinu uvede vyšetřující pasivně a šetrně do takové polohy, aby končetina volně visela (Janda, 2004). V této pozici bude goniometrem změřený úhel flexe kolena.



Obrázek 13. Modifikovaný Thomasův test (Peeler a Leiter, 2012)

Aktivní Ely's test

Ely's testem se určuje svalová tuhost m. rectus femoris. V tomto testu se proband vlastním úsilím snaží dotknout paty hýždí.

Popis realizace testu:

Proband si lehne břichem na lehátko. Netestovaná dolní končetina volně leží na lehátku. Na testované končetině se proband plynulým pohybem flexe kolene snaží dotknout patou hýždí. Testující dbá na to, aby po celou dobu pohybu zůstala pánev na lehátku a nezvedala se. V krajní poloze proband vydrží 2-3 sekundy a testující goniometrem změří úhel flexe kolene (Peeler a Anderson, 2008).

Pasivní Ely's test

Pasivním Ely's testem se zjišťuje svalová tuhosti m. rectus femoris. Proband je v tomto testu pasivní – uvolněný a pomocí vnějších sil (pomocník testujícího zatlačí dynamometrem) se dostává proband do krajní polohy.

Popis realizace testu

Proband si lehne břichem na lehátko. Obě dolní končetiny jsou úplně uvolněné. Pomocník testujícího přiloží dynamometr na holeň probanda a zatlačí. Testující v krajní poloze změří úhel goniometrem. Testující dbá na to, aby po celou dobu pohybu zůstala pánev na lehátku a nezvedala se. V tomto výzkumu si testující zapisuje hodnotu z dynamometru do záznamového archu pro druhé měření.

Aktivní Knee extension test

Knee extension test je určen ke zjišťování svalového zkrácení hamstringů. Reliabilita tohoto testu je 0,87-0,94 (Neto a kol., 2015).

Popis realizace testu:

Proband leží na zádech na lehátku. Netestovaná dolní končetina volně leží. Testující probandovi zvedne nohu do 90° flexe v kyčli a poté si proband chytí nohu za zadní stranu stehna. V této poloze proband vlastním úsilím udělá extenzi v koleni. V krajní poloze proband vydrží 2–3 sekundy, kde se mu změří úhel goniometrem. Testující kontroluje, aby se nezměnila 90° flexe v kyčli a pomocník testujícího drží druhou nohu probandovi na lehátku (Neto a kol., 2015).

Pasivní Knee extension test

Pasivní Knee extension test slouží k určení svalového zkrácení hamstringů. Tento test má reliabilitu 0.97-0.98 (Youdas a kol., 2005).

Popis realizace testu:

Proband leží na zádech na lehátku. Netestována dolní končetina volně leží. Testovaná dolní končetina je ve flexi v kyčli v 90°. Proband si tlačí do přední strany

stehna, aby byl úhel trupu se stehnem 90° a pomocník, testující dynamometrem, zatlačí na spodní část lýtkového svalu. Testující změří rozsah v krajní poloze goniometrem a zapíše si hodnotu z dynamometru na druhé měření (Youdas a kol., 2005).

4.3.4 Měření svalové síly extenzorů a flexorů kolena

Hodnoty izokinetické síly byly sledovány pomocí izokinetického dynamometru Humac Norm (THE HUMAC® NORM™) v laboratoři tréninkové adaptace UK FTVS.



Obrázek 14. Dynamometr Humac Norm v laboratoři tréninkové adaptace

Dynamometr Humac Norm byl použit pro zjištění maximálního silového momentu (PT) extenzorů a flexorů kolene dominantní a nedominantní dolní končetiny při koncentrické kontrakci v úhlových rychlostech 60° , 180° a $300^\circ \cdot s^{-1}$. Zjišťovaný byl také PT extenzorů kolena obou dolních končetin při pěti sekundové izometrické kontrakci. Proband před každou úhlovou rychlostí provedl tři nácvičná opakování, následovala 30s pauza a tři opakování s maximálním úsilím.

Při izometrické kontrakci bylo jedno nácvičné opakování na 50 %, následovala 30s pauza a následné opakování s maximální izometrickou kontrakcí. Po opakováních s maximálním úsilím následovala pauza 60s. Randomizace probandů proběhla podle programu random.org, kde každý proband dostal jeden ze čtyř přednastavených programů z dynamometru Humac Norm. Při měření byl proband verbálně motivován k dosažení co nejlepších výsledků. Pro minimalizování zapojení jiných svalových partií byli probandi fixováni popruhem kolem pasu a v průběhu testování se drželi popruhů dynamometru. Každý proband prováděl rozsah pohybu flexe a extenze v kolenním kloubu podle jeho individuálních možností. Při prvním měření byly do záznamového archu zapsány údaje o

nastavení sedadla z ID, aby při druhém měření měli sedadlo ve stejné výši a minimalizovala se chyba měření. Z naměřených výsledků koncentrických kontrakcí při rychlostech 60°s, 180°s a 300°s⁻¹ Humac Norm určil konvenční H/Q poměr.

4.3.5 Dynamometr HOGGAN microFET®2

Tento ruční dynamometr je přenosné zařízení pro vyhodnocení a testování svalové síly. Je navržen speciálně pro provádění objektivních, spolehlivých a kvantifikovatelných měření svalových testů. Tento ruční dynamometr je napájen z baterie, váží méně než 0,5 kilogramu a je ergonomicky navržen tak, aby se pohodlně držel na dlani. Dynamometr je ovládán mikroprocesorem, aby poskytoval přesné a opakovatelné hodnoty při měření síly svalů (dostupné z <https://hogganscientific.com/product/microfet2-muscle-tester-digital-handheld-dynamometer/>). Dynamometr byl využit při měření pasivního Ely's testu a pasivního Knee extension testu.



Obrázek 15. Dynamometr HOGGAN microFET®2

4.3.6 Dotazník

K výzkumu byl použit polostrukturovaný dotazník, který probandi vyplňovali po prvním měření. Dotazník ihned po vyplnění vrátili zpět. V dotazníku byly použity tři otevřené otázky a dvě standardizované otázky. V něm jsem se snažil zjistit sportovní aktivitu probandů, kolik hodin týdně sportují a zda používají pěnový válec ve svém tréninkovém procesu. V případě, že jej používají, zajímalo mne, zda před, během nebo po tréninku? Závěrečná otázka byla, jak dlouho si válcují jednu svalovou skupinu.

Navržený dotazník se skládal z pěti otázek

1. Jaké je Vaše sportovní zaměření/pohybová aktivita?
2. Kolik hodin týdně sportujete?
3. Používáte pěnový válec ve svém tréninkovém procesu?
používám / nepoužívám
(V případě, že odpovíte, nepoužívám, na další otázky neodpovídejte.)
4. Kdy používáte pěnový válec?
před / během / po tréninku
5. Jak dlouho si válcujete jednu svalovou partii?

4.4 Metody zpracování výzkumných údajů

Výsledky z měření svalových rozsahů byly zapisovány do záznamového archu. Tato data i s daty z izokinetického dynamometru Humac Norm byly přepsány do tabulek v programu Microsoft Excel. Pro analýzu dat byly použité statistické charakteristiky: aritmetický průměr (funkce AVERAGE) a směrodatná odchylka (funkce STDEVP). Rozsah údajů byl vyjádřen pomocí minimální (funkce MIN) a maximální hodnoty (funkce MAX). Použitý byl profesionální statistický program IBM SPSS Statistics, v kterém byl zjištěný párový T-test a normalita dat. Zhodnocení distribuce dat bylo vytvořeno pomocí Shapiro-Wilkoveho testu normality ($p < 0,05$) a Kolmogorov-Smirnovova testu normality dat. Z párového T-testu byla zjištěna statistická významnost údajů.

5 VÝSLEDKY PRÁCE

Výsledková část je rozdělena na čtyři části. V první části je popsán výzkumný soubor podle základních ukazatelů jako věk, tělesná váha a tělesná výška. V druhé části je v tabulkách č. 2., 3., 4. a 5. přehled výsledků maximálního momentu síly a H/Q poměru z izokinetického dynamometru Humac Norm z prvního i druhého měření. V třetí části je v tabulce č. 6. přehled výsledků z obou měření testů svalových rozsahů. Ve čtvrté části jsou popsány výsledky z dotazníku.

5.1 Popis výzkumného vzorku

Výzkumný soubor byl tvořen studenty UK FTVS (n=12). Všichni probandi byli zdraví aktivní sportovci s platnou lékařskou prohlídkou. Pro přehlednost je v tabulce č.1 uvedena nejnižší hodnota (min), nejvyšší hodnota (max), průměrná hodnota (\bar{x}) a směrodatná odchylka (SD). Průměrný věk probandů byl $24,92 \pm 1,71$, průměrná tělesná výška byla $180,67 \pm 7,20$ cm a průměrná tělesná váha byla $81,99 \pm 7,93$ kg.

	<i>Min</i>	<i>Max</i>	\bar{x}	<i>SD</i>
<i>Věk</i>	21	28	24,92	1,71
<i>Výška (cm)</i>	166	193	180,67	7,20
<i>Váha (kg)</i>	71,7	103,5	81,99	7,93

Tabulka 1. Přehled základních hodnot u výzkumného souboru (n=12)

5.2 Výsledky izokinetického dynamometru

V následujících čtyřech tabulkách jsou uvedena data z izokinetického dynamometru Humac Norm (THE HUMAC® NORM™). Data byla měřena pod dohledem vyškolené osoby. Pro přehlednost je v tabulkách uvedena nejnižší hodnota (min), nejvyšší hodnota (max), průměrná hodnota (\bar{x}), směrodatná odchylka (SD) a statistická významnost T – testu (Sig. 2-tailed, $p < 0,05$). Červeně vyznačené údaje jsou statisticky významné ($p < 0,05$).

Izometrická kontrakce flexorů a extenzorů kolene

Při izometrické kontrakci extenzorů kolene se zvýšila minimální i maximální hodnota PTQ na pravé noze. Celkový průměr se ale snížil.

Při izometrické kontrakci extenzorů kolene se snížila minimální hodnota, maximální hodnota i celkový průměr na levé noze.

Obě hodnoty jsou statisticky nevýznamné.

	<i>Min</i>	<i>Max</i>	\bar{x}	<i>SD</i>	Sig. (2-tailed)
<i>PRE, ISO, PTQ, P</i>	197	405	307,42	60,99	0,312
<i>POST, ISO, PTQ, P</i>	224	407	302,67	57,62	
<i>PRE, ISO, PTQ, L</i>	205	438	309,17	60,77	0,125
<i>POST, ISO, PTQ, L</i>	198	433	290,67	69,12	

Tabulka 2. Přehled výsledků izometrické kontrakce extenzorů kolene. Pre – pre test, Post – post test, ISO – izometrická kontrakce extenzorů kolene, PTQ – maximální moment síly kvadricepsu (N. m), P – pravá noha, L – levá noha, Sig. 2- tailed – statistická významnost ($p < 0,05$).

Koncentrická kontrakce flexorů a extenzorů kolene při úhlové rychlosti 60 °.s⁻¹ a H/Q poměr

Statisticky významné byly hodnoty PTQ na levé noze (p=0,007) a H/Q poměr PT na levé noze (p=0,027). Při PTQ na levé noze se minimální hodnota snížila, maximální hodnota zůstala stejná a celkový průměr klesl. Minimální, maximální hodnota a celkový průměr se zvýšil u H/Q poměru na levé noze.

	<i>Min</i>	<i>Max</i>	\bar{x}	<i>SD</i>	Sig. (2-tailed)
<i>Pre, 60° PTQ, P</i>	182	313	248,00	37,34	0,125
<i>Post 60° PTQ, P</i>	179	320	230,83	38,42	
<i>Pre 60° PTQ, L</i>	179	306	247,83	39,71	0,007
<i>Post 60° PTQ, L</i>	161	306	230,08	48,14	
<i>Pre, 60° PTH, P</i>	107	156	138,75	15,17	0,674
<i>Post 60° PTH, P</i>	102	157	137,33	15,92	
<i>Pre 60° PTH, L</i>	92	172	127,42	21,43	0,631
<i>Post 60° PTH, L</i>	96	161	130,67	20,24	
<i>Pre HQ, PT, P</i>	46	69	56,67	6,33	0,13
<i>Post HQ, PT, P</i>	49	68	60,17	6,18	
<i>Pre HQ, PT, L</i>	30	59	52,17	7,71	0,027
<i>Post HQ, PT, L</i>	50	75	57,83	6,88	

Tabulka 3. Přehled výsledků koncentrické kontrakce flexorů a extenzorů kolene při úhlové rychlosti 60°. s⁻¹ a H/Q poměr. Červeně vyznačené údaje jsou statisticky významné. Pre – pre test, Post – post test, PTQ – maximální moment síly kvadricepsu (N. m), PTH – maximální moment síly hamstringů (N. m), P – pravá noha, L – levá noha, H/Q – konvenční poměr hamstring/kvadriceps), Sig. 2- tailed – statistická významnost (p<0,05).

Koncentrická kontrakce flexorů a extenzorů kolene při úhlové rychlosti 180 °.s⁻¹ a H/Q poměr

Statisticky významné byly hodnoty PTQ na levé noze (p=0,019) a H/Q poměr na levé noze (p=0,031). Při PTQ na levé noze se minimální, maximální hodnoty a celkový průměr snížil.

Minimální, maximální hodnota a celkový průměr se při druhém měření zvýšila u H/Q poměru na levé noze.

	<i>Min</i>	<i>Max</i>	\bar{x}	<i>SD</i>	Sig. (2-tailed)
<i>Pre, 180° PTQ, P</i>	129	212	168,75	23,10	0,257
<i>Post 180° PTQ, P</i>	126	197	162,00	19,56	
<i>Pre 180° PTQ, L</i>	127	228	161,08	28,21	0,019
<i>Post 180° PTQ, L</i>	92	210	144,67	33,66	
<i>Pre 180° PTH, P</i>	75	115	100,17	11,80	0,681
<i>Post 180° PTH, P</i>	68	118	99,17	16,08	
<i>Pre 180° PTH, L</i>	49	107	94,08	15,75	0,638
<i>Post 180° PTH, L</i>	68	117	96,17	12,75	
<i>Pre HQ, PT, P</i>	44	79	60,17	9,57	0,502
<i>Post HQ, PT, P</i>	47	78	61,58	9,84	
<i>Pre HQ, PT, L</i>	33	71	59,25	10,64	0,031
<i>Post HQ, PT, L</i>	50	96	68,58	11,68	

Tabulka 4. Přehled výsledků koncentrické kontrakce flexorů a extenzorů kolene při úhlové rychlosti 180°.s⁻¹ a H/Q poměr. Červeně vyznačené údaje jsou statisticky významné. Pre – pre test, Post – post test, PTQ – maximální moment síly kvadricepsu (N.m), PTH – maximální moment síly hamstringů (N.m), P – pravá noha, L – levá noha, H/Q – konvenční poměr hamstring/kvadriceps, Sig. 2- tailed – statistická významnost (p<0,05).

Koncentrická kontrakce flexorů a extenzorů kolene při úhlové rychlosti 300 °.s⁻¹ a H/Q poměr

Statisticky významné byly hodnoty H/Q poměru na obou nohách (p=0,035 a p=0,012). Na pravé i levé noze u H/Q poměru se zvýšila minimální maximální hodnota a celkový průměr.

	<i>Min</i>	<i>Max</i>	\bar{x}	<i>SD</i>	Sig. (2-tailed)
<i>Pre, 300° PTQ, P</i>	100	151	121,92	13,43	0,065
<i>Post 300° PTQ, P</i>	98	142	113,92	11,52	
<i>Pre 300° PTQ, L</i>	66	151	109,92	23,32	0,426
<i>Post 300° PTQ, L</i>	80	148	106,08	20,17	
<i>Pre 300° PTH, P</i>	47	87	71,08	11,34	0,398
<i>Post 300° PTH, P</i>	58	84	72,75	8,87	
<i>Pre 300° PTH, L</i>	28	83	65,17	15,54	0,051
<i>Post 300° PTH, L</i>	53	84	73,67	9,04	
<i>Pre HQ, PT, P</i>	39	78	58,58	8,99	0,035
<i>Post HQ, PT, P</i>	51	82	64,33	9,24	
<i>Pre HQ, PT, L</i>	41	77	59,25	10,94	0,012
<i>Post HQ, PT, L</i>	55	93	70,83	10,88	

Tabulka 5. Přehled výsledků koncentrické kontrakce flexorů a extenzorů kolene při úhlové rychlosti 300°.s⁻¹ a H/Q poměr. Červeně vyznačené údaje jsou statisticky významné. Pre – pre test, Post – post test, PTQ – maximální moment síly kvadricepsu (N.m), PTH – maximální moment síly hamstringů (N.m), P – pravá noha, L – levá noha, H/Q – konvenční poměr hamstring/kvadriceps, Sig. 2- tailed – statistická významnost (p<0,05).

5.3 Výsledky měření svalových rozsahů

V tabulce č. 6 je přehled naměřených dat z testů Sit and reach (SaR), modifikovaného Thomasovo testu (TT), Ely's testu a Knee extension testu (KE). Ely's a Knee extension byl testován ve dvou variantách jak aktivně, tak pasivně. Je třeba dát pozor, protože při Ely's a KE je zlepšení menší číslo, při SaR a TT naopak větší číslo. Pre KE LA – post KE LA vyšel statisticky významný ($p=0,001$).

Statisticky významně vyšly testy SaR ($p=0,014$), TT na pravé noze ($p=0,002$), TT na levé noze ($p=0,016$), aktivní Ely's test na pravé noze ($p=0,002$), aktivní Ely's test na levé noze ($p=0,00$) a pasivní Ely's test na pravé noze ($p=0,001$). Při SaR test se hodnoty min, max a \bar{x} zvýšily, což znamená, že se rozsah po válcování zlepšil. Minimální TT na obou nohách se zvýšil, maximální zůstal stejný a \bar{x} se v obou případech zvýšil. Minimum aktivního Ely's testu na obou nohách zůstal stejný, v maximu se snížil a \bar{x} se snížil (zlepšil). Pasivní Ely's test na pravé noze se v min, max, \bar{x} zvětšil (zhoršil).

	<i>Min</i>	<i>Max</i>	\bar{x}	<i>SD</i>	Sig. (2-tailed)
Pre Sit and reach	8	37	24,25	9,22	0,014
Post Sit and reach	13	39	26,08	8,76	
Pre TT, P	45	85	62,25	10,08	0,002
Post TT, P	55	85	66,83	8,57	
Pre TT, L	45	85	60,83	9,91	0,016
Post TT, L	50	85	64,83	9,36	
Pre Ely's, P, A	35	60	45,67	7,52	0,002
Post Ely'S, P, A	35	55	41,67	5,69	
Pre Ely's, L, A	35	65	47,75	8,51	0,00
Post Ely'S, L, A	35	55	42,50	6,54	
Pre Ely's, P, P	20	40	29,33	5,23	0,01
Post Ely'S, P, P	25	42	31,17	5,21	
Pre Ely's, L, P	24	43	29,08	6,02	0,46
Post Ely'S, L, P	24	38	29,92	4,50	
Pre KE, P, A	5	42	26,58	12,02	0,054
Post KE, P, A	0	37	22,58	10,13	
Pre KE, L, A	5	40	26,50	13,77	0,001
Post KE, L, A	0	35	19,42	10,74	
Pre KE, P, P	0	30	15,83	8,75	0,301
Post KE, P, P	0	30	17,83	8,92	
Pre KE, L, P	5	35	17,17	8,91	0,284
Post KE, L, P	0	30	14,92	8,90	

Tabulka 6. Přehled naměřených výsledků svalových rozsahů. Červeně vyznačené údaje jsou statisticky významné. TT – modifikovaný Thomasův test, Ely's – Ely's test, KE – Knee extension test, P – pravá noha, L – levá noha, A – aktivní, P – pasivní, Sig. 2- tailed – statistická významnost ($p < 0,05$).

5.4 Dotazník

Dotazník byl tvořen pěti otázkami, které probandi vyplnili po prvním měření.

První otázka: Jaké je Vaše sportovní zaměření/pohybová aktivita?

Nejvíce bylo sportovců provozujících fotbal (3) a probandů praktikujících silový trénink (3). Dalších šest probandů mělo různou pohybovou aktivitu.

n=12	Fotbal	Silový trénink	Hokej	Volejbal	Atletika	Judo	Box	Boby
Počet respondentů	3	3	1	1	1	1	1	1

Tabulka 7. Sportovní zaměření probandů.

Druhá otázka : Kolik hodin týdně vykonáváte fyzickou aktivitu?

Na této odpovědi je vidět, že respondenti jsou aktivní sportovci, protože průměrná pohybová aktivita týdně činila $8,67 \pm 3,47$ hod, co je víc než hodina denně. Nejnižší týdenní pohybovou aktivitu měl proband se 3 hodinami týdně a nejvíce proband se 14 hodinami.

n = 12	Min	Max	\bar{x}	SD
Počet hodin	3	14	8,67	3,47

Tabulka 8. Počet hodin vykonávajících pohybovou aktivitu.

Třetí otázka byla zaměřena na použití pěnového válce (PV) ve svém tréninkovém procesu. Probandi měli označit odpověď používám / nepoužívám pěnový válec. V případě, že označili nepoužívám, dotazník pro ně skončil. Devět respondentů používá ve svém tréninkovém procesu PV a tři respondenti nikoliv.

Počet respondentů	Používá pěnový válec	Nepoužívá pěnový válec
12–100 %	9 – 75 %	3 – 25 %

Tabulka 9. Použití pěnového válce.

Čtvrtá otázka zjišťovala dobu, kdy respondenti používají pěnový válec. Probandi kroužkovali odpověď před / během / po tréninku. Bylo možné zakroužkovat i více možností. Sedm respondentů používá PV před tréninkem, pět respondentů jej používá po tréninku a tři respondenti používají PV před i po tréninku.

Počet respondentů	Používá před tréninkem	Používá během tréninku	Používá po tréninku	Používá před i po tréninku
9 – 100 %	7 – 77,8 %	0 – 0 %	5 – 55,6 %	3 – 33,3 %

Tabulka 10. Doba použití pěnového válce.

Pátá otázka: zjišťovala dobu, po kterou si respondenti válcovali jednu svalovou partii. Zajímalo mě čas v sekundách. Nejkratší doba válcování byla 10 sekund, ve dvou případech to bylo 120s. Průměrná doba válcování byla $50 \pm 39,44$ sek.

n=12	Min	Max	\bar{x}	SD
Počet sekund	10	120	50	39,44

Tabulka 11. Čas válcování.

6 DISKUSE

Cílem diplomové práce bylo zjistit okamžitý vliv PV na svalový rozsah, sílu flexorů a extenzorů kolene a silový H/Q poměr. Zajímalo mne jednorázový okamžitý efekt využití PV před fyzickou aktivitou. Výzkumný soubor tvořilo 12 mužů – aktivních sportovců. Jednalo se o zdravé sportující jedince, studenty UK FTVS. Věkové rozpětí respondentů bylo 21-28 let. Diskuse je rozdělena do tří částí. V první části je potvrzena první hypotéza, kdy jsem předpokládal statisticky významné zvětšení rozsahu flexorů a extenzorů kolene po použití PV na hladině významnosti $p < 0,05$ a popsány vliv PV na svalový rozsah z naměřených testů. Druhá část popisuje výsledky z izokinetického dynamometru a zde je vyvrácena hypotéza, při které jsem předpokládal, že PV bude mít pozitivní vliv na svalovou sílu flexorů a extenzorů kolene na hladině významnosti $p < 0,05$. V třetí části jsou popsány výsledky z dotazníku. V každé části jsou shrnuty a porovnány zjištěné výsledky této diplomové práce s českými, ale především se zahraničními výzkumy. Popsány jsou jen výsledky, které vyšly jako statisticky významné ($p < 0,05$).

Vliv pěnového válce na svalový rozsah

Hypotéza 1: Předpokládám statisticky významný zvětšení rozsahu flexorů a extenzorů kolene po použití pěnového válce na hladině významnosti $p < 0,05$.

V této hypotéze jsem se snažil ověřit vliv PV na svalový rozsah flexorů a extenzorů kolene pomocí testů SaR, TT, Ely's test a KE test. Všechny testy se testovaly na hladině významnosti $p < 0,05$.

První test pro měření rozsahů flexorů kolene byl SaR. Z 12 probandů se 11 zlepšilo a 1 zhoršil. Celkový průměr se po válcování zlepšil z 24,05 cm na 26,08 cm. Na tomto výsledku je vidět, že probandí mají nadprůměrné výsledky v rozsahu flexorů kolene, jelikož dle Shrestha (2019) je ve věku 18-25 průměr 18 cm a ve věku 26-35 průměr 17 cm. Studie od Smith a kol. (2018) zkoumala 29 studentů univerzity, kde zjišťovali akutní efekt PV na flexibilitu flexorů kolene SaR testem a výkon ve vertikálním výskoku. SaR se po válcování signifikantně zlepšil oproti kontrolní skupině. V této studii však zjistili, že zvýšený rozsah po válcování vydrží 10 minut. PV neměl vliv na zlepšení výkonu ve vertikálním výskoku. Hsuan a kol. (2017) porovnávali statický a dynamický strečink

a válcování před tréninkovou jednotkou. Na měření rozsahu použili také SaR test a modifikovaný Thomasův test. Stejně jako v této diplomové práci, tak i v jejich studii, se ukázalo signifikantní zlepšení rozsahu po válcování. V jejich výzkumu se projevilo větší zlepšení rozsahu po válcování než po statickém a dynamickém strečinku.

Modifikovaný Thomasův test se po válcování zlepšil v minimální hodnotě na pravé noze o 10° a levé o 5°. Maximální hodnota se po válcování nezměnila. Může to být i tím, že normální hodnota rozsahu kvadricepsu v tomto testu je mezi 80–90° (Shultz, 2019). Tohoto rozsahu mezi 80-90° dosáhli pouze dva probandi, u ostatních je možné pozorovat zkrácení extenzorů kolene. Zkrácení u většiny probandů je vidět u výsledků z průměru. Průměrná hodnota na pravé noze se zlepšila z 62,25° na 66,83° a na levé noze z 60,83° na 64,83°.

U aktivního Ely's testu se minimální hodnoty na obou nohách nezměnily. Maximální hodnoty se u pravé nohy zlepšily o 5°, u levé nohy o 10°. Průměrná hodnota na pravé noze se snížila ze 45,67° na 41,67°, na levé noze se snížila ze 47,75° na 42,50°. V Ely's testu nižší číslo ukazuje zvětšení rozsahu extenzoru kolene. U pasivního Ely's testu na pravé noze se minimální hodnoty zhoršily o 5°, maximální o 2°. Průměr se z hodnoty 29,33° zvýšil na 31,17°. V nejnovější metaanalýze od Wilke a kol (2020) vědci zjišťovali, zda má PV vliv na svalový rozsah. Do tohoto výzkumu bylo zahrnuto 26 studií s vysokou metodologickou kvalitou. Metodologická kvalita zahrnutých studií byla posouzena pomocí PEDro stupnice, která měla pro tento účel vysokou spolehlivost a validitu (Maher a kol., 2003). Výsledkem je, že PV představuje účinnou metodu ke zlepšení svalového rozsahu pohybu.

Vliv pěnového válce na svalovou sílu flexorů a extenzorů kolene

Hypotéza 2: Předpokládám, že pěnový válec bude mít pozitivní vliv na svalovou sílu flexorů a extenzorů kolene na hladině významnosti $p < 0,05$.

Výsledky měření izometrické kontrakce na přístroji Humac norm na obou nohou neukázaly statisticky významné hodnoty ($p < 0,05$).

Při úhlové rychlosti 60 °.s⁻¹ koncentrické kontrakce byly statisticky významné ($p < 0,05$) výsledky z PTQ levé nohy a konvenční H/Q poměr také na levé noze. Minimální hodnota se snížila ze 179 N.m na 161 N.m, maximální hodnota se nezměnila a zůstala

na 306 N.m. Celkový průměr klesl z 247,83 N.m na 230,08 N.m. Při této rychlosti se neprokázalo, že by PV měl pozitivní vliv na svalovou sílu extenzorů kolene. H/Q poměr na levé noze se z minimální hodnoty 30% zvýšil na 59%. Maximální hodnota se zvýšila z 59% na 75%. Celkový průměr se zvýšil ze 52,17% na 57,83%. U probanda s hodnotou H/Q 30, mohla nastat i chyba měření či nedostatek úsilí při flexi kolene na ID, protože druhé měření už měl hodnotu 52%. Brukner a Khan (2007) doporučují H/Q poměr alespoň 55 %, aby byla vyvážená síla flexorů a extenzorů kolene a riziko zranění flexorů kolene se minimalizovalo. To se v druhém měření podařilo. Způsobilo to snížením síly extenzorů a malým zvýšením síly flexorů, čímž jsme dostali průměr H/Q poměru 57,83%. Hsuan a kol. (2017) pracovali na studii podobné této diplomové práci, kde měřili vliv PV, statického a dynamického strečinku na sílu flexorů a extenzorů kolene. Sílu měřili na izokinetickém dynamometru Biodex při úhlové rychlosti 60 °.s⁻¹. Probandi si v této studii zlepšili PTQ po válcování i po dynamickém strečinku. Po statickém strečinku se zlepšení neprokázalo. PTH se v této studii nezlepšila ani v jednom případě. Jak je vidět, tak mé výsledky a výsledky Hsuana a kol. se liší, protože v této práci se PTQ probandů po válcování nezlepšil, ale naopak zhoršil.

Při úhlové rychlosti 180°.s⁻¹ koncentrické kontrakce nám vyšly statisticky významné výsledky také z PTQ levé nohy a konvenční H/Q poměr na levé noze. Hodnoty rozsahu min, max a \bar{x} se snížily. Minimální hodnota ze 127 N.m na 92 N.m a maximální hodnota z 228 N.m na 210 N.m. Celková průměrná hodnota PTQ na levé noze se snížila ze 161,08 N.m na 144,67 N.m. Konvenční H/Q poměr se při úhlové rychlosti 180°.s⁻¹ ve všech hodnotách zvýšil. Minimální hodnota z 33% na 50%, maximální hodnota z 71% na 96% a celkový průměr z 59,25% na 68,58%. Konvenční H/Q za běžných fyziologických podmínek by měl být kolem 60 %, aby se snížilo riziko zranění dolní končetiny (Greco a kol., 2012). Hypotéza byla vyvrácena, protože při obou rychlostech se nám PTQ snížil.

Při úhlové rychlosti 300°.s⁻¹ koncentrické kontrakce nám vyšly statisticky významné hodnoty konvenčního H/Q poměru na obou nohách. V obou případech se zvýšil min, max i průměr. Minimální hodnota na pravé noze se zvýšila z 39% na 51%, maximální hodnota z 78% na 82%. Celkový průměr na pravé noze se zvýšil z 58,58% na 64,33%. Na levé noze se minimální hodnota zvýšila ze 41% na 55%, maximální z 77% na 93% a celkový průměr z 59,25% na 70,83%. Tyto výsledky se neshodují s výsledky výzkumu od Samantha a kol. (2018), kteří zkoumali vliv PV na svalový rozsah, svalovou aktivaci, PT, konvenční a funkční H/Q poměr. Jejich měření probíhalo na přístroji Cybex

při úhlových rychlostech 60°, 180° a 300° s-1. Výsledek konvenčního H/Q poměru se v jejich studii při všech rychlostech snížil. V diskusi popisují, že to nemuselo být ovlivněno intervencí PV, protože konvenční H/Q poměr se snížil i u kontrolní skupiny, která se neválcovala. Kong a Burns (2009) popisují H/Q poměr pro sportovce mezi 50–80 % v závislosti na úhlové rychlosti při testování. Přetržení ACL (anterior cruciate ligament) je zranění časté mezi profesionálními, ale i rekreačními sportovci. Mnoho studií naznačuje, že zranění ACL je způsobeno větším a silnějším extenzorem kolenního kloubu, který může přemoci flexory kolene. Když sportovec správně trénuje flexory kolenního kloubu, následně mohou asistovat ACL a snižovat přední sílu na vazy a zabránit zranění. Zranění ACL u žen je 2–8x častější než u mužů. Lepší H/Q poměr může potencionálně zlepšit koaktivaci flexorů a extenzorů kolene a snížit riziko přetržení ACL při nevhodném pohybu, kterému sportovci občas nevyhnou (Ahmad a kol., 2006).

Dotazník

Dotazník vyplnilo všech 12 respondentů a byl tvořen z pěti otázek. První otázka zněla, jakou pohybovou aktivitu vykonávají. Tři respondenti aktivně provozovali fotbal a tři muži praktikují silový trénink. V případě dalších šesti respondentů má každý jiné sportovní zaměření – hokej, volejbal, atletiku, judo, box a boby.

Druhá otázka byla ohledně počtu hodin fyzické aktivity týdně. Rozsah fyzické aktivity byl od 3–14 hodin týdně. Světová zdravotnická organizace doporučuje dospělé osobě ve věku 18–64 let provádět fyzickou aktivitu střední intenzitou alespoň 2,5 hod týdně (WHO, 2018). Sigmund a kol. (2009) doporučují alespoň 30 min pohybové aktivity 5x týdně. Je vidět, že respondenti jsou aktivní sportovci, protože jejich průměrná aktivita byla 8,7 hod. týdně.

Třetí otázka byla zaměřená na použití PV ve svém tréninkovém procesu. Devět probandů jej používá, tři jej v tréninkových jednotkách nepoužívají. Arnošt (2017) ve své bakalářské práci s názvem rozcvičení v ledním hokeji zjišťoval pomocí ankety, jak se hráči ledního hokeje rozcvičují. Jedna z otázek byla: „Jaké pomůcky využíváte v rozcvičení?“. Z 25 hráčů ledního hokeje 13 odpovědělo, že využívá PV v rozcvičení. V jeho bakalářské práci v roce 2017 využívalo PV při rozcvičení 52 % probandů. V této práci v roce 2020 pěnový válec používá již 75 % sportovců. Z toho vyplývá, že tato pomůcka je stále více používána mezi sportujícími jedinci.

Čtvrtá otázka zjišťovala dobu, po kterou respondenti používají PV. Sedm respondentů jej používá před tréninkem. Peacock a kol. (2014) zjistili, že válcování před základními fyzickými testy jako jsou skoky, obratnostní drily a vzpírání může zlepšit výkon. Nejlepších výsledků dosáhli sportovci, kteří se válcovali a protáhli pomocí dynamického strečinku. Stull (2018) popisuje, že PV se dá využít i během tréninku. Zařadí-li se do tréninkové jednotky dřepy a po první sérii cítíme zatuhlá lýtka, nedostaneme se do plného rozsahu dřepu. Použitím PV na válcování lýtek se zlepší dorsiflexe v kotníku a zlepší se biomechanika a výkon v dřepu. V této diplomové práci žádný z probandů nevyužívá PV během tréninku. Po tréninku se válcuje pět probandů. MacDonald a kol. (2014) zjistili, že válcování po vzpírání urychluje regeneraci a snižuje svalovou únavu. Pearcy a kol. (2015) udělali výzkum, kde zjišťovali vliv PV po intenzivním cvičení pomocí posouzení prahu bolesti, času sprintu, rychlosti, změny směru, výkonu a dynamické vytrvalosti. Jejich výsledek byl, že PV po tréninku snižuje svalovou bolestivost a urychluje regenerační procesy. Tři probandi používají PV před i po tréninku.

Poslední otázka byla, jakou dobu si probandi válčují jednu svalovou partii. Nejméně se válcoval proband 10 sekund, nejvíce dva probandi 120 sekund, průměrné se válcovali 50 sekund. Nedávná metaanalýza od Hughesa a Ramera (2019) ukazuje, že 90 sekund válcování je ideální pro maximalizaci zotavení po tréninku a snížení bolestivosti svalů.

7 ZÁVĚR

Cílem mé diplomové práce bylo zjistit vliv PV na svalový rozsah a sílu extenzorů a flexorů kolenního kloubu. Dalším cílem bylo zjistit data o poměru síly extenzorů a flexorů (H/Q), což je důležitý údaj pro předcházení úrazů dolních končetin.

V této diplomové práci byly stanoveny dvě hypotézy, kde jedna byla potvrzena a druhá vyvrácená.

V hypotéze č. 1 jsem předpokládal statisticky významné zvětšení rozsahu flexorů a extenzorů kolene po použití PV. V testu SaR na svalový rozsah flexorů kolene 11 probandů ($n=12$) zvýšilo svůj rozsah a celkový průměr se zvýšil o 1,83 cm. V modifikovaném TT na pravou nohu 9 probandů zvýšilo rozsah a 3 měli stejný výsledek. Celkový průměr se zlepšil o 4,58°. V modifikovaném TT na levou nohu 10 probandů zvýšilo rozsah, 1 měl stejný výsledek a jednomu se rozsah zhoršil. Celkový průměr se zlepšil o 4,00°. V aktivním Ely's testu na pravé noze 9 probandů zlepšilo rozsah extenzoru kolene, 3 probandi měli stejný výsledek. Celkový průměr se snížil o 4°, což značí zvýšení rozsahu. V aktivním Ely's testu na levé noze 11 probandů zvýšilo rozsah a 1 měl stejný výsledek. Celkový průměr se snížil o 5,25°. Z mých výsledků i ze zahraničních studií lze tvrdit, že PV má pozitivní vliv na svalový rozsah extenzorů a flexorů kolene. Hypotéza byla potvrzena.

V hypotéze č. 2 jsem předpokládal, že pěnový válec bude mít pozitivní vliv na svalovou sílu flexorů a extenzorů kolene na hladině významnosti $p<0,05$. Při izometrické kontrakci data nebyla statisticky významná. PTQ na levé noze při úhlové rychlosti 60°.s-1 se minimální hodnota snížila o 18 N. m, maximální hodnota byla stejná a celkový průměr snížil o 17,75 N. m. PTQ na levé noze při úhlové rychlosti 180°.s-1 se minimální hodnota snížila o 35 N. m, maximální hodnota se při měření snížila o 18 N. m a celkový průměr snížil o 16,41 N. m. V mých výsledcích se maximální moment síly v obou případech snížil. Ostatní data nebyla statisticky významná na hladině významnosti $p<0,05$. Hypotéza se nepotvrdila.

V této diplomové práci se konvenční H/Q poměr v datech, která byla statisticky významná ($p<0,05$), při úhlových rychlostech 60, 180, 300°.s-1 ve všech případech zvýšil. Způsobené to bylo snížením síly extenzorů kolene a malým nárůstem síly flexorů

kolene. Na vyvození závěru by bylo vhodné provést rozsáhlejší výzkum s větším počtem probandů.

Na základě mých výsledků lze doporučit využití PV před tréninkem na zlepšení svalového rozsahu.

Naměřená data byla zaslána každému probandovi. Doufám, že informace z této diplomové práce a jejich vlastní údaje o svalových rozsazích a síle využijí tak, aby vylepšili svůj tréninkový plán a předešli zranění.

Práce se může stát dobrým základem pro další výzkum v této oblasti pro případnou rigorózní práci, ale k tomu by byla potřeba realizovat kvantitativní výzkum s větším množstvím probandů.

8 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY:

ALTER, M. Strečink. Praha: Grada, 1999. ISBN 978-80-7169-763-3.

ARNOŠT, D. Rozcvičení v ledním hokeji. Praha, 2017. Bakalářská práce. UK FTVS. Vedoucí práce PhDr. Radim Jebavý, Ph.D.

AHMAD, C. S., A. M. CLARK, N. HEILMANN, J. S. SCHOEB, T. R. GARDNER a W. N. LEVINE. Effect of Gender and Maturity on Quadriceps-To-Hamstring Strength Ratio and Anterior Cruciate Ligament Laxity. The American journal of sports medicine [online]. 2006, 34(3), 370-374 [cit. 2020-06-25].

BALTZOPOULOS, V. a D. BRODIE. Isokinetic dynamometry, applications and limitations. Sports Medicine, 1989. 8(2), 101–115.

Blackroll [online]. [cit. 2020-07-02]. Dostupné z: <https://www.blackroll.cz/blackroll/>

BRUKNER, P. a K. KHAN. Clinical sports medicine. Australia: McGraw-Hill Companies, 2007. ISBN 007471520

BUSHEL, J., S. DAWSON a M. WEBSTER. Clinical relevance of foam rolling on hip extension angle in a functional lunge position. Journal of Strength and Conditioning Research [online]. 2015, 29(9), 2397-2403 [cit. 2020-06-16].

COOMBS, R., GARBUTT, G. Development in the use of the hamstring/quadriceps ration for the assessment of muscle balance. Journal of Sports Science and Medicine, 2002, 1(3), 56–62.

ČIHÁK, R. Anatomie 1. Třetí, upravené a doplněné vydání. Praha: Grada, 2016. ISBN 978-80-247-3817-8.

DOVALIL, J. Výkon a trénink ve sportu. 3. vyd. Praha: Olympia, 2009. ISBN 978-80-7376-130-1.

DVIR, Z. Isokinetics: muscle testing, interpretation, and clinical applications. 2. vyd. New York: Elsevier, 2004.

DYLEVSKÝ, I. Funkční anatomie. Praha: Grada, 2009. ISBN 978-80-247-3240-4.

EDMUNNDS, R. a kol. Effects of foam rolling versus static stretching on recovery of quadriceps and hamstrings force. *Journal of Bodywork and Movement Therapies* [online]. 2016, 20(1), 15 [cit. 2020-04-07].

FRITZ, S. *Sports & Exercise Massage*, 2. vyd. New York: Elsevier. 2013. ISBN 97-80-323-083-829.

GRECO, C. C., DA SILVA, W. L., CAMARDA, S. R., & DENADAI, B. S. Rapid hamstrings/quadriceps strength capacity in professional soccer players with different conventional isokinetic muscle strength ratios. *Journal of sports science & medicine*, (2012). 11(3), 418-422.

HALADOVÁ, E. a L. NECHVÁTALOVÁ. *Vyšetřovací metody hybného systému*. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 1997. ISBN 80-7013-237-X.

HARVEY, D. Assessment of the flexibility of elite athletes using the modified Thomas test. *British Journal of Sports Medicine* [online]. 1998, 32(1), 68-70 [cit. 2020-04-15].

HAVLOVÁ, B. Foam roller, aneb pomocník nejen pro vaši regeneraci! [online]. 2019 [cit. 2020-04-04]. Dostupné z: <https://www.kulturistika.com/trenink/strecink-a-flexibilita/foam-roller-aneb-pomocnik-nejen-pro-vasi-regeneraci>

HEALEY, K., D. HATFIELD, P. BLANPIED, L. DORFMAN A D. RIEBE. The effects of myofascial release with foam rolling on performance. *Journal od strength and conditioning research* [online]. 2014, (1), 61-68 [cit. 2020-03-17].

HOGGAN microFET®2 [online]. [cit. 2020-06-18]. Dostupné z: <https://hogganscientific.com/product/microfet2-muscle-tester-digital-handheld-dynamometer/>

HUDÁK, R. a D. KACHLÍK. *Memorix anatomie*. 4. vydání. Praha: Triton, 2017. ISBN 978-80-7553-420-0.

HUGHES, G. A a L. M RAMER. Duration of myofascial rolling for optimal recovery, range of motion, and performance: a systematic review of the literature. *The International Journal of Sports Physical Therapy* [online]. 2019, 14(6), 845-859 [cit. 2020-06-24].

HSUAN, S., N CHANG, W. WU, L. GUO a I. CHU. Acute effects of foam rolling, static stretching, and dynamic stretching during warm-ups on muscular flexibility and strength in young adults. *Journal of Sport Rehabilitation* [online]. 2017, 26(6), 469-477 [cit. 2020-06-24].

CHEATHAM, S., M. J. KOLBER, M. CAIN, M. LEE. The effects of self-myofascial release using a foam roll or roller massager on joint range of motion, muscle recovery, and performance: a systematic review. *International Journal of Sport Physical Therapy* [online]. 2015, (10), 827-838 [cit. 2020-03-17].

CHEUNG, R., SMITH, A., WONG, D. H:Q Ratios and Bilateral Leg Strength in College Field and Court Sports Players, *Journal of Human Kinetics*, 2012, 33(1), 63-71.

JANDA, V. Svalové funkční testy. Praha: Grada, 2004. ISBN 80-247-0722-5.

KAZIMÍR, J. a M. KLENKOVÁ. Blackroll: posilování, strečink, automasáž s pěnovým válcem. Přeložil Jiřina STÁRKOVÁ. Praha: Slovart, 2017. ISBN 978-807529-382-4.

KNOPF, K. Foam roller workbook: a step-by-step guide to stretching, strengthening and rehabilitative techniques. Berkeley, CA: Ulysses Press, 2019. ISBN 978-1-61243-886-3

KOLÁŘ, P. Rehabilitace v klinické praxi. 1. vyd. Praha: Galén, 2009. 713 s. ISBN 978-80-7262-657-1.

KONG, P. W., & BURNS, S. F. Bilateral difference in hamstrings to quadriceps ratio in healthy males and females. *Physical Therapy in Sport*, 2010, 11(1), 12-17.

KOVACS, M. The Argument against Static Stretching before Sport and Physical Activity. *Athletic Therapy Today* [online]. 2006, 3(11), 6-8 [cit. 2020-04-17].

LESONDAK, D. Fascia: what it is and why it matters. Edinburgh: Handspring Publishing, 2017. ISBN 978-1-909141-55-1.

LINC, R., DOUBKOVÁ, A. Anatomie hybnosti 1, Praha: Karolinum, 1999. ISBN 80-7184-993-6

MACDONALD, G., D. BUTTON, E. DRINKWATER a D. BEHM. Foam rolling as a recovery tool after an intense bout of physical activity. *Medicine and science in sports and exercise* [online]. 2014, 46(1), 131-142 [cit. 2020-04-07].

MAHER, C. G., C. SHERRINGTON, R.D. HERBERT, A.M. MOSELEY a M. ELKINS. Reliability of the PEDro Scale for Rating Quality of Randomized Controlled Trials. *Physical therapy* [online]. 2003, 83(8), 713-721 [cit. 2020-07-05].

MĚKOTA, K., BLAHUŠ, P. *Motorické testy v tělesné výchově*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1983.

MĚKOTA, K. a R. CUBEREK. *Pohybové dovednosti, činnosti, výkony*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2007. ISBN 978-80-244-1728-8.

MĚKOTA, K., NOVOSAD, J. *Motorické schopnosti*. 1. vyd. Olomouc : Univerzita Palackého v Olomouci, 2005. ISBN 80-244-0981-X

MYERS, T. W. *Anatomy trains: myofascial meridians for manual and movement therapists*. 3rd ed. Edinburgh: Elsevier, 2014. ISBN 978-0-7020-4654-4.

NAŇKA, O. a M. ELIŠKOVÁ. *Přehled anatomie*. Praha: Galén, 2015. ISBN 978-80-7492-206-0.

NETO, T., L. JACOBSON, A. CARITA a R. OLIVEIRA. Reliability of the Active-Knee-Extension and Straight-Leg-Raise Tests in Subjects With Flexibility Deficits. *Journal of Sport Rehabilitation* [online]. 2015, 24(4), 4 [cit. 2020-06-16].

PAOLETTI, S. a P. SOMMERFELD. *Fascie: anatomie, dysfunkce, léčení*. Olomouc: Poznání, 2009. ISBN 978-80-86606-91-0

PEACOCK, C.A., D. D. KREIN, T. A. SILVER, G. J SANDERS, a K.P.A. VON CARLOWITZ. An acute bout of self-myofascial release in the form of foam rolling improves performance testing. *International Journal of Exercise Science*. (2014), 7(3), 202-211.

PEARCY, G. E., D. J. BRADBURY-SQUIRES, J. E. KAWAMOTO, E. J. DRINKWATER, D. G. BEHM, & D. C. BUTTON. Foam rolling for delayed-onset muscle soreness and recovery of dynamic performance measures. *Journal of Athletic Training*, (2015) 50(1), 5-13.

PEELER, J. a J. ANDERSON. Reliability of the Ely's Test for Assessing Rectus Femoris Muscle Flexibility and Joint Range of Motion. *JOURNAL OF ORTHOPAEDIC RESEARCH* [online]. 2008, 26(6), 793-799 [cit. 2020-06-16].

PERIČ, T. a J. DOVALIL. *Sportovní trénink*. Praha: Grada, 2010. Fitness, síla, kondice. ISBN 978-80-247-2118-7.

PEELER, J. a J. LEITER. Using digital photography to document rectus femoris flexibility: A reliability study of the modified Thomas test. *Physiotherapy Theory and Practice* [online]. 2012, 4(29), 319-327 [cit. 2020-04-15].

Physical Activity and Adults. World Health organization [online]. 2018 [cit. 2020-06-23]. Dostupné z: https://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet_adults/en/

PLACHETA, Z., J. SIEGELOVÁ a H. SVAČINOVÁ. *Praktická cvičení z klinické fyziologie*. Brno: Masarykova univerzita, 2005. ISBN 80-210-3620-6.

SAMANTHA, N. M., P. B. COSTA, J. W. COBURN a A. J. GALPIN. Effects of foam rolling on range of motion, peak torque, muscle activation, and the hamstrings-to-quadriceps strength ratios. *Journal of Strength and Conditioning Research* [online]. 2018, 32(7), 1821-1830 [cit. 2020-06-25].

SHRESTHA M. Sit and Reach Test. *Physiopedia* [online]. 2019 [cit. 2020-06-24]. Dostupné z: https://www.physio-pedia.com/Sit_and_Reach_Test

SHULTZ, T. Thomas Test. *Physiopedia* [online]. 2019 [cit. 2020-06-25]. Dostupné z: https://www.physio-pedia.com/Thomas_Test

SCHLEIP, R. A. BAKER a J. AVISON. *Fascia in sport and movement*. Edinburgh: Handspring Publishing, 2015. ISBN 978-1-909141-07-0.

SCHROEDER, A. a T. BEST. Is self myofascial release an effective preexercise and recovery strategy? A literature review. *Current Sports Medicine Reports* [online]. 2015, 14(5), 200-208 [cit. 2020-04-07].

SIGMUND, E., D. SIGMUNDOVÁ, L. MIKLÁNKOVÁ, K. FRÖMEL a D. GROFFIK, Odlišnosti v pohybové aktivitě předškolních dětí ve srovnání s pohybovou aktivitou adolescentů a mladých dospělých. *Česká kinantropologie*, 2009, 13(4), 50–62.

SILVEIRA, G., M. SAYERS a G. WADDINGTON. Effect of dynamic versus static stretching in the warm-up on hamstring flexibility. *The Sport Journal* [online]. 2011, 4(14) [cit. 2020-04-17].

SMITH, J. C, B. PRIDGEON a M. C HALL. Acute Effect of Foam Rolling and Dynamic Stretching on Flexibility and Jump Height. *Journal of Strength and Conditioning Research* [online]. 2018, 32(8), 2209-2215 [cit. 2020-06-24].

SOBOTTA, J., PUTZ, R. a R. PABST. *Sobotta atlas human anatomy: one volume edition*. 14th edition. München: Elsevier, 2008. ISBN 978-0-7020-3323-0.

STULL, K. *Complete guide to foam rolling*. Champaign, IL: Human Kinetics, 2018. ISBN 978-1-4925-4560-6.

THOMMES, F. *Uvolňování fascií: fyziologické podklady a tréninkové principy, využití v týmových a vytrvalostních sportech a uplatnění v rámci prevence a rehabilitace*. Přeložil Mária SCHWINGEROVÁ. Olomouc: Poznání, 2016. ISBN 97880-87419-49-6.

TSATSOULINE, P. *Relax into stretch*. St. Paul United States: Dragon press, 2001. ISBN 0-938045-28-8.

VYCHODILOVÁ, R., L. ANDROVÁ a H. VRTĚLOVÁ. *Rollfit, aneb, Rolujeme a cvičíme s pěnovými válci*. Praha: Grada Publishing, 2015. ISBN 978-80247-5673-8

WILKE, J., A. MÜLLER, F. GIESCHE, G. POWER, H. AHMEDI a D. G. BEHM. Acute Effects of Foam Rolling on Range of Motion in Healthy Adults: A Systematic Review With Multilevel Meta-analysis. *Sports Medicine* [online]. 2020, 50(2), 387-402 [cit. 2020-06-24].

WOODWORTH, S. Foam Roller Exercises : Relieve Pain, Prevent Injury, Improve Mobility. Londýn: Dorling Kindersley, 2017. ISBN 9780241275313.

YOUKAS, J., D. KRAUSE, J. HOLLMAN, W. HARMSEN a E. LASKOWSKI. The Influence of Gender and Age on Hamstring Muscle Length in Healthy Adults. Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy®. 2005, 35(4), 246-252.

Seznam obrázků:

Obrázek 1. Vnitřní stavba kosterního svalu (Hudák a Kachlík, 2017)	13
Obrázek 2. Svaly zadní strany stehna a kyčle (Sobotta, 2008).....	14
Obrázek 3. Svaly přední strany stehna (Sobotta, 2008).....	16
Obrázek 4. Fascie, (dostupné z Fascia: what it is and why it matters, Lesondak, 2019)	19
Obrázek 5. Různé typy pojivové tkáně fasciální sítě (Schleip, 2015)	19
Obrázek 6. Zložení fascie (Schleip, 2015).....	20
Obrázek 7. Různě druhy válců (Havlová, 2019)	23
Obrázek 8. Další pomůcky pro SMR (Woodworth, 2017)	26
Obrázek 9. Škála bolestivosti při válcování (Woodworth, 2017).....	27
Obrázek 10. Působení svalové síly F_m a gravitační síly F_g během izokinetického testování extenze v kolenní (Baltzopoulos a Brodie, 1989).	30
Obrázek 11. Kovový goniometr.....	37
Obrázek 12. Pěnový válec BLACKROLL® (dostupné z www.blackroll.cz/blackroll/)	38
Obrázek 13. Modifikovaný Thomasův test (Peeler a Leiter, 2012).....	40
Obrázek 14. Dynamometr Humac Norm v laboratoři tréninkové adaptace	42
Obrázek 15. Dynamometr HOGGAN microFET®2	43

Seznam tabulek

Tabulka 1. Přehled základných hodnot u výzkumného souboru (n=12)	45
Tabulka 2. Přehled výsledků izometrické kontrakce extenzorů kolene.....	46
Tabulka 3. Přehled výsledků koncentrické kontrakce flexorů a extenzorů kolene při úhlové rychlosti 60°. s-1 a H/Q poměr	47
Tabulka 4. Přehled výsledků koncentrické kontrakce flexorů a extenzorů kolene při úhlové rychlosti 180°.s-1 a H/Q poměr.	48
Tabulka 5. Přehled výsledků koncentrické kontrakce flexorů a extenzorů kolene při úhlové rychlosti 300°.s-1 a H/Q poměr.	49
Tabulka 6. Přehled naměřených výsledků svalových rozsahů.	51
Tabulka 7. Sportovní zaměření probandů.....	52
Tabulka 8. Počet hodin vykonávajících pohybovou aktivitu.....	52
Tabulka 9. Použití pěnového válce.	52
Tabulka 10. Doba použití pěnového válce.....	53
Tabulka 11. Čas válcování.....	53

Přílohy:

Příloha č. 1 - Žádost o vyjádření etické komise UK FTVS

Příloha č. 2 - Vzor informovaného souhlasu