

UNIVERZITA KARLOVA
Fakulta tělesné výchovy a sportu
Katedra atletiky

DIPLOMOVÁ PRÁCE

2021

Bc. Jan Pfeifer

UNIVERZITA KARLOVA
Fakulta tělesné výchovy a sportu

Silová tonizace v softballu žen

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce:

PhDr. Radim Jebavý, Ph.D.

Vypracoval:

Bc. Jan Pfeifer

Praha, leden 2021

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

Děkuji PhDr. Radimu Jebavému, Ph.D., za odborné vedení, konzultace, poskytnutí literatury, pomoc při testování a zejména při vypracování této diplomové práce. Dále bych rád poděkoval MUDr. Bc. Janu Horákovi a doc. Jiřímu Balášovi, Ph.D. za odborné konzultace. Děkuji všem účastníkům výzkumu za spolupráci při závěrečné práci.

Abstrakt

Název: Silová tonizace v softballu žen

Cíle: Cílem této studie bylo provést svalovou tonizaci a prokázat post-aktivační potenciaci (PAP) po silové zátěži. Aplikací komparace dvou velikostí odporu jsme otestovali vliv tonizace na explozivní sílu horních končetin.

Metody: V této studii jsme aplikovali částečně randomizovaný výběr subjektu, aby se minimalizoval účinek možných nejasností, jako je pohlaví, stav trénovanosti a hráčská vyspělost. Byla přijata homogenní skupina dobře trénovaných žen s nejlepší technickou odezvou (Česká reprezentace, Softball ženy). Použili jsme metodu kontrastu, kdy data byla analyzována za účelem stanovení účinku různých velikostí odporu a pevně daného intervalu odpočinku pro silově dynamický cvik. Jedná se o trčení medicinbalu v sedu, který prováděly ženy nejvyšší hráčské úrovně. Měření bylo zpracováno pomocí přímé metody dynamických úsilí. Porovnávali jsme explozivní sílu pomocí medicinbalu trčeného vpřed a to ve vztahu vzdálenosti medicinbalu trčeného testovanou osobou.

Výsledky: Měření ukázala, že PAP generovaný protokolem tonizace má významný dopad na zesílení reakce u explozivního cvičení. Cvikem pro tonizaci byl bench press s velikostí odporu 90 % RM a 100 % RM. Interval odpočinku pro potenciaci byl 10 min. V obou případech byl pozitivní vliv na výkon pro trčení obouruč vpřed ze sedu s medicinbalem. Aplikovali jsme analýzu „1F-Anova“, která potvrzuje, že nárůst sledovaných hodnot je způsoben tonizačním protokolem. Testování prokázalo, že dle našeho protokolu reakce na tonizaci existuje.

Závěr: Na podkladě našich výsledků jsme stanovili protokol pro ověření tonizace a nastavili možné tonizační parametry. U softballových hráčů se zkušeností silového tréninku může tonizace (PAP) akutně zvýšit reakci na explozivně silová cvičení pro horní končetiny.

Klíčová slova: Výkon, tonizace, post-aktivační potenciace, PAP, bench-press, medicin ball, explozivní síla.

Abstract

Title: The force toning in women's softball

Objectives: The aim of this study was to demonstrate post-activation potentiation (PAP) following the muscle toning during the strength training. The toning effect on upper limb explosive force was analyzed following application of two different degrees of resistance.

Methods: In this study, we applied randomized selection for the subject to minimize the effect of possible ambiguities such as gender, training status, and player maturity. A homogeneous group of well-trained women with the most developed technical response was accepted. (Czech national team, Women's softball). We used the contrast method, where the data were analyzed to determine the effect of different resistance degrees and a fixed rest interval for the strength-dynamic exercise. It is a sticking out of medicine ball in sitting position, which was performed by women of the highest player level. The measurement was processed by using the direct method of dynamic efforts. We compared the explosive force with a medicine ball sticking forward in relation to the distance of the sticking medicine ball by the tested person.

Results: The measurement has shown that the PAP generated by toning protocol has a significant impact on enhancing the response in explosive drills. The exercise for toning was a bench press with a resistance of 90 % RM and 100 % RM. The rest interval for potentiation was 10 minutes. In both cases, there was a positive effect on performance for training both hands forward from sitting position with a medicine ball. We applied the „1F-Anova" analysis, which confirms that the increase of monitored values is caused by the toning protocol. Testing has proved that according to our protocol, a reaction to toning occurs.

Conclusion: Based on our results, we determined a protocol for toning verification and set up possible toning parameters. For softball players with strength training experience, toning (PAP) can acutely increase the response to explosive strength training for the upper limbs.

Keywords: Performance, toning, post-activation potentiation, PAP, bench-press, medicine ball, explosive force.

OBSAH

OBSAH.....	8
ÚVOD.....	11
I. TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE.....	13
1 ROZBOR PROBLEMATIKY.....	13
1.1 Silový trénink ve sportovních hrách.....	16
2 CHARAKTERISTIKA SOFTBALLU.....	17
2.1 Historie softballu; začátky pálkovacích her.....	17
2.1.1 Softball mezi kontinenty.....	18
2.1.2 Olympijské hry.....	18
2.1.3 Dvě podoby softballu.....	18
2.1.4 Pravidla softballu.....	19
2.2 Herní a kondiční náročnost v softballu.....	21
2.2.1 Metabolická charakteristika softballu.....	22
2.3 Tonizace ve sportu.....	23
3 FYZIOLOGIE KOSTERNÍ SOUSTAVY A SVALSTVA.....	26
3.1 Kosterní soustava.....	26
3.2 Kosterní svalstvo.....	26
3.3 Zapojení svalstva pákáře v softballu.....	29
3.4 Heterogenita svalových vláken.....	30
3.4.1 Svalová inervace – kontrakce.....	32
3.4.2 Hillova křivka.....	39
4 POHYBOVÉ SCHOPNOSTI.....	41
4.1 Motorické schopnosti.....	41
4.2 Charakteristika silových schopností.....	43
4.3 Typy svalové činnosti.....	44
4.4 Metodotvorné komponenty.....	49
4.4.1 Interval a charakter odpočinku.....	51
5 METODOTVORNÉ KOMPONENTY PRO TONZACI.....	54
5.1 Ideální doba odpočinku pro post-aktivační potenciaci.....	57
5.2 Fyziologický vznik postaktivační potenciace.....	59

6	METODIKA ODPALU A CVIKY V PROTOKOLU TONIZACE	63
6.1	Softballový odpal	63
6.1.1	Biomechanika pohybu pálkaře.....	64
6.2	Metodika silových cviků v protokolu tonizace	65
6.2.1	Bench-press.....	65
6.2.2	Medicinbal	68
II VÝZKUMNÁ ČÁST		69
7	CÍLE PRÁCE	69
7.1	Hypotézy práce	69
7.2	Úkoly práce	69
8	METODOLOGIE PRÁCE	70
8.1	Charakteristika souboru	70
8.1.1	Velikost odporu v testu	71
8.2	Nastavení testovací baterie.....	73
8.2.1	Protokol bench press (90–100 % RM).....	74
8.2.2	Protokol trčení medicinbalu.....	75
8.3	Statistické zpracování dat	78
9	VÝSLEDKY	81
10	VYHODNOCOVÁNÍ DAT	89
11	DISKUZE	94
12	ZÁVĚR.....	99
CITOVANÁ LITERATURA.....		100
Internetové zdroje		104
PŘÍLOHA 1: Seznam obrázků, grafů, tabulek		110
Seznam obrázků.....		110
Seznam grafů		112
Seznam tabulek.....		112
PŘÍLOHA 2: Anatomický popis zapojených svalů při odpalu.....		114
PŘÍLOHA 3: Potvrzení etické komise UK FTVS		119

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

- ADP – Adenosindifosfát
- ATP – Kyselina adenosintrifosforečná
- BJ – Broad jump
- Ca⁺⁺ – Vápenatý iont
- CP – Creatinefosfát
- CMJ – Counter-movement Jump
- CT – Contrast Training
- E – Energie
- EG – Experimental group
- IO – Interval odpočinku
- K⁺ – Draslík
- LA – Laktát
- MVIC – Maximum voluntary isometric contraction
- NA⁺ – Sodík
- O₂ – Kyslík
- OM – Opakovací maximum
- P – Fosfor
- PAP – Post-aktivační potenciace
- PAPE – Post-activation performance enhancement
- RFD – Rate of force development
- RM – Repetition maximum

ÚVOD

V této diplomové práci jsme navázali na první vědecký počín z bakalářského studia, kde jsme porovnávali a analyzovali účinky post-aktivační potenciace – **PAP** (z angl. post-activation potentiation) a hledali optimální parametry pro silovou tonizaci. Tímto počinem jsme pokračovali ve výzkumu a takzvanou svalovou preaktivaci (tonizaci), nebo také PAP efekt zkoumali dále. Tuto zkratku lze vyložit jako dočasně zvýšenou sílu kontrakce svalu na základě jeho předchozí stimulace. Svalová preaktivace před požadovaným výkonem je v současné době v zájmu sportovního zkoumání. Celý proces by mohl napomáhat k vyšším výkonům sportovců, třeba atletika má velký potenciál k využívání tohoto principu, ale také ostatní sporty hledají možnosti využití ve svůj prospěch a navýšení výkonu sportovce. Takto dočasně zvýšená síla svalové kontrakce dopomáhá k nárůstu požadované výkonnosti. Předpokládaný efekt je zvýšení síly, výbušnosti, lepší reakční rychlosti a rychlejší kompaktnosti svalových řetězců. Stimulace je založena na provedení vybraných dynamických cviků s určitými parametry zatížení a odpočinku. Tato otázka nastavení parametrů je taktéž ve sportovním vědeckém hledáčku. Vystává spousta otázek ohledně efektivity, individuálnosti zatížení a třeba i specifčnosti cviků pro stimulaci, ale doposud nejsou pevně stanoveny mantinely, které jednoznačně u všech sportovců určují předpokládaný pozitivní posun výkonu. Mnoha výzkumy je sice potenciace potvrzena, nicméně dodnes není zcela jednoznačně určen fyziologický mechanismus a klíč ke správnému načasování požadované svalové preaktivace.

Má sportovní kariéra byla rozmanitá, hráč ragby, zápasník v boxu, kickboxu i v thai boxu, závodník v crossfitu a neustálý lovec endorfinů. Svalová preaktivace byla pro mne ze začátku pouze instinktivním jednáním a způsobem rozcvičení před výkonem. Z hlediska sportovního pohledu a postupem času jsem si začal uvědomovat, že je mi před výkonem příjemnější určitá svalová tonizace a proces zpevnění. Větší svalová stimulace měla pozitivní výsledky pro výkon. Svoji roli tam hrála též psychologická stránka věci, kdy již pocit zpevnění a připravení svalstva mi dodával pocit kompaktnosti a vyladěnosti k výkonu. V době aktivních soutěží jsem nedosahoval maximálních zatížení pro tonizaci, o kterých vím až dnes. Všechny své dovednosti, zkušenosti a vědomosti jsem skloubil v trenérské práci, kde jsem si postupně ověřil své postupy pro výkon a taktéž domněnky o svalové tonizaci.

Využití principu jsem našel i ve své práci učitele tělesné výchovy. Například využití lehké tonizace u studentů na střední škole (muž, věk 16–18) před silovým výkonem, nebo i dále jako kondiční specialista, trenér bojových sportů a sportovec.

V diplomové práci popisujeme testování reprezentace žen v softballu. Testovány byly hráčky nejvyšší hráčské úrovně, kde je od začátku značná homogenita skupiny. Jedná se tedy o vyvážený, částečně randomizovaný výběr. Testovali jsme silovou tonizaci a to v činnosti nesespecifické, kdy výsledkem této preaktivace byla měřená délka odhodu trčeného medicínbalu po svalové tonizaci. Anatomickou a fyziologickou kapitolu jsme částečně převzali z mé bakalářské práce, ale značně jsme ji rozšířili z důvodu lepšího vstupu do problematiky tonizace. Výzkum je směřován pro sporty podobného charakteru hry jako baseball a další sportovní hry. Nikdy nemůžeme rozšířit zadání pro všechny sporty.

I. TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE

1 ROZBOR PROBLEMATIKY

Tato kapitola nám představí tonizaci z několika pohledů vědeckého zkoumání. Řekneme si, co si lze pod tímto pojmem představit, seznámíme se se studii a jejich výsledky z hledání svalové potenciace a vymežíme si základní prostředky pro vznik tonizace. Studie nám taktéž ukáže sporty, které mají v hledáčku hledání tonizačního efektu.

Pojetí názvu tonizace je možno substituovat s pojmem post-aktivační potenciace (PAP). Tillin a Bishop (2009), nebo také Ferreira a kol. (2012) vyznačují postaktivační potenciaci jako strategii používanou ke zdokonalení výkonu v energetických činnostech. Postaktivační potenciace (z angl. postactivation potentiation, PAP) je procesem, který je definován jako akutně a dočasně zvýšená síla svalové kontrakce na základě jeho předchozí volní aktivace (Sale, 2002). Pod českým pojmem tonizace můžeme schovat i zpevnění před výkonem. Tonizace v gymnastice dle Kryštofiče (2007) pojednává o zpevňovacích cvicích v různých polohách, které se začleňují na konec rozevření. Jebavý a Zumr (2014) uvádí, že chceme-li tonizaci udržet v pojmu svalového zpevnění, k tomuto záměru jsou příhodné různé krátkodobé izometrické výdrže, zpevněné pohyby části tělesných segmentů bez souhybů trupu.

Ve studii autorů Lasky a kol. (2020) upřesňují: „Tonizaci (PAP) lze podle našeho hledaného pohledu charakterizovat jako dočasné zlepšení fyzické schopnosti, ke kterému dochází v důsledku předchozích stimulací vyvolaných výkonem intenzivního cvičení. Klíčovou roli zde hraje řada faktorů, některé z nich patří do specifického potenciačního cvičení používaného k dosažení požadované kontrakce a vytvářející PAP. Intenzita těchto kontrakcí, doba trvání období pro zotavení mezi těmito kontrakcemi a využití zvýšené schopnosti výkonu umožněné PAP je předmětem zkoumání a sportovec hledá, jak tento stav co nejlépe využít pro zlepšení svého výkonu.“

Vavák (2011) popisuje tonizaci jako snahu o nabuzení organismu před výkonem. Účinek rychlé superkompenzace je vědecky dokázaný, nezpochybnitelný a má fyziologické opodstatnění. Tonizace je metoda, jak nastartovat organismus na následující fyzický výkon. Organismus se nastimuluje po všech stránkách, jako kdyby měl následně v průběhu krátkého času podat vysoký sportovní výkon. Ten se nedostaví a tělo má tedy množství nahromaděné okamžité energie na uvolnění. V podstatě se vyplaví budivé katecholaminy, např. adrenalin, které dráždí nervový a následně i svalový systém. To způsobí celou řadu reakcí v organismu. Jebavý, Hojka, Kaplan (2017) poukazují na vhodnost tonizace a její efekt ve sportovních hrách. Proces zahájení tonizace doporučují těsně před zahájením utkání nebo zápasu.

Gourgoulis (2003) uvádí, že existuje mnoho studií zabývajících se metodou PAP. Hlavním cílem je vyvolat neuromuskulární adaptaci pro zesílení svalového výkonu – RFD (z angl. The rate of force development – rychlostní vývoj síly). Nejprve je potřeba provést cvičení s těžkým odporem, a to před plyometrickým cvičením se stejnými biomechanickými atributy a poté zahájíme vykonání výbušného pohybu.

Seidman (2015) taktéž popisuje tonizaci jako izotonické cvičení prováděné vysokou intenzitou a velkým odporem břemene. Výsledkem zatížení je, že může nastat navýšení výkonu pro explozivní činnosti. Golaš a kol. (2016), nebo také Vanderka (2013) uvádí, že PAP lze popsat jako akutní zvýšení výkonu nebo zvýšení faktorů určujících výbušnou sportovní aktivitu po stimulaci před zatížením. Pro potřeby tonizace je nutnost využívat cviky na rozvoj speciální síly. Jak je vidno, autoři se na definici potenciace shodují. Wolker (2016) taktéž uvádí, že postaktivační potenciace se týká krátkodobého zlepšení výkonu a to v důsledku použití kondičního cvičení. Ukázalo se, že mnoho kondičních cvičení, např. dřepy, pozved, plyometrické a izometrické kontrakce, pomáhají zlepšit následující výkony. Zlepšení výkonu je vyvoláno svaly, které jsou zapojeny do potenciace, nebo jsou jí aktivovány. Taktéž autor potvrzuje, že dosud neexistuje jednotný názor na to, co způsobuje potenciozační stav.

V následující pasáži si začneme všimnout předpokladů, za kterých vzniká tonizace a v čem se jednoznačně badatelé shodují. Proces PAP má největší přínos pro sportovce s více zkušenostmi, u méně trénovaného by se aktivace nemusela projevit. Před samotným začleněním PAP do procesu musí trenér vyzkoušet PAP metodu v různých časových odstupech (Sale, 2002 a Stone a kol., 2008). Sale (2002) i Judge a kol. (2012) také popisují, že úkolem PAP je vylepšit zrychlení RFD (z angl. Rate of force development, rychlostní vývoj síly).

Lockie a kol. (2017) taktéž uvádí, že je nutnost dalších zkoumání pro potvrzení PAP protokolu, protože odpovědi na účinnost metody se rozcházejí. Je mnoho odpovědí zabývajících se intervalem odpočinku, který je velice individuálně zaměřen. Silový potenciál a zkušenosti ze silového tréninku ovlivňují hledanou reakci na PAP aktivaci. Autoři Sale (2002) i Stone a kol. (2008) rovněž hovoří o nutnosti svalové připravenosti pro využívání metody PAP. Trenér musí začínat vložení základního tréninkového programu, kde ověří preaktivaci a nejlépe v různých intervalech odpočinku.

V protokolu tonizace je velmi mnoho proměnných, které mohou ovlivnit výsledek. Pohled z hlediska věku a pohlaví na efekt PAP nastínili Arabatzi a kol. (2014), kdy objasnili vztah podmíněnosti pohlaví a věku. Požadovaný projev je akutním navýšením absolutní svalové síly a nabývání RFD se dostavuje pouze u dospělých osob, u dětí nedochází k této po-aktivaci. Rychlost potenciace je to, co ovlivňuje výkon a využití vlastní maximální síly.

Podle Tsimachidise a kol. (2013) není PAP a jeho návaznost na časovou linii způsobena vznikem maximální síly, ale již zmiňovaným procesem navýšením rychlostního vývoje síly (RFD). Rychlost potenciace je to, co ovlivňuje výkon a využití vlastní maximální síly. Nahlížet na potenciaci je možno ve více hlediscích, taktéž jako na mechanismus vzrušivosti, který způsobuje zvýšení stimulu, který aktivuje axony alfa-motoneuronu. Tato reakce vede k aktivaci a k nárůstu výkonu.

V naší diplomové práci se zabýváme také velikostí odporu. Někteří autoři se přiklání k hodnotám 90 % RM, ale stejnou měrou je přisuzován efekt tonizace pro 100 % RM. Legrange (2020) se domnívá, že základ je tvořen relativně těžkými břemeny o velikosti v rozmezí 80–90 % z 1RM. Verkoshansky (1986) uvádí, že nejvhodnější zatížení pro aktivaci je 90 % pro 1RM. Krčmár (2014) vysvětluje, že fyziologický stimul se nalézá na hranici úrovně 80–100 % OM. Golaš a kol. (2016) se taktéž domnívají, že potenciace po aktivaci pohybů vyžadujících velký svalový výkon po kontrakcích za podmínek téměř maximálního zatížení. Dále uvádí, že zkoumali účinky při výbušných motorických činnostech. (80–130 % 1RM). Výsledky experimentu potvrdily účinnost metody a navíc ukázaly, že intenzita (130 % 1RM) může být účinná pro vyvolávání PAP.

1.1 Silový trénink ve sportovních hrách

Lehnert a kol. (2010) uvádí, že nedílnou součástí tréninku ve sportovních hrách je složka kondiční přípravy. Celý proces přípravy napomáhá jak ke zlepšení herního výkonu, tak ke zlepšení projevu. Základní složky kondiční přípravy jsou trénink síly, rychlosti, vytrvalosti a flexibility. Silová složka, rozvoj síly a úroveň síly je důležitým faktorem týmových sportů. Jebavý, Hojka a Kaplan (2017) popisují, že záměrem silového tréninku ve sportovních hrách jsou primárně pohyby, které jsou pro daný sport význačné. Nabízejí příhodnost cviků jako je dřep, klik, výraz a jiné. Povaha pohybu je o překonávání, změně směru, výdrži anebo spojování do různých celků. Efektivnost přenosu síly mezi jednotlivými segmenty má na starosti centrální nervový systém, (CNS).

Lehnert a kol. (2010) popisují silový trénink takto: „Silový trénink poskytuje obecný ochranný efekt tím, že zesiluje podpůrně-pohybový systém a tím jej dělá více odolným na stresy během utkání a tréninku. Mezi další pozitiva patří snížení výskytu mikrotraumat, zrychlené zotavování zlepšení aktivní stability. Sportovní hry jako fotbal, házená, basketbal, florbal či volejbal jsou charakteristické vysokou dynamikou, která se mimo jiné projevuje v častých fyzických kontaktech mezi soupeři i spoluhráči. Prakticky každý kontakt představuje určité riziko úrazu pro naše kosti, klouby, svaly, šlachy a vazy. Z hlediska prevence akutních i chronických poranění je nezbytně nutné připravit podpůrně-pohybový systém těla na takovou úroveň, v níž budou minimalizována možná zdravotní rizika plynoucí z charakteru hry.“

2 CHARAKTERISTIKA SOFTBALLU

Následující téma se zabývá všeobecně historií, vývojem a představením základních pravidel. Kapitola slouží pro usnadnění představy o herní a kondiční náročnosti, následně také o faktorech ovlivňujících výkon softballisty.

2.1 Historie softballu; začátky pálkovacích her

Softball se postupem času vyvinul z podobné hry zvané baseball. První podobenství, stejně jako záznam podobné hry, se datují kolem roku 1300, kdy mlékaři v Anglii hráli hru Stool Ball. Tato hra byla nazývána podle stoliček, které byly použity na místech dnešních met a okolo kterých se běhalo po odehrání, odpálení míčku. V 18. století byly stoličky nahrazeny kolíky a hra se přejmenovala na Goal Ball. V tomto období se objevuje pojem nazývaný Base-ball. První zmínka o této sportovní hře se objevila v knize Little Pretty Pocketbook, která se datuje do roku 1762. Dále si našla cestu do Spojených států, až později se ustálil název baseball. (Emma, 2005)

Süss (2003) připisuje zrod softballu ke konci 19. století, kdy vzniká jako průpravná hra (indoor-outdoor). Využití nacházela u hráčů baseballu v tréninkové jednotce, kde byla upravena velikost hřiště, zmenšena pálka a zvětšen míček. Až kolem roku 1930 začala platit ucelená pravidla. Do té doby se kupříkladu užívaly názvy playgroundball, softbaseball. Označení softball je oficiálně používán od roku 1933. Vznik Mezinárodní softballové federace – ISF se datuje rokem 1952. Czech softball (2019) na svých stránkách v publikaci 50 let softballu a baseballu k historii uvádí: „Počátky pálkovacích her, jak lze souborně terminologií počátku 60. let minulého století označit dnešní baseball a softball, se nacházejí v organizaci YMCA. Toto křesťanské sdružení mladých mužů (Young Men’s Christian Association) založil v roce 1844 v Anglii George Williams na pomoc mladým lidem „ztraceným“ v tehdejší přemýšleném prostředí anglických měst. YMCA se velmi rychle rozšířila mimo Anglii do Evropy i celého světa. Později byl za tento počin G. Williams královnou Alžbětou II. povýšen do šlechtického stavu.“

2.1.1 Softball mezi kontinenty

Süss (2003) popisuje, že jedním z neznámějších pálkovacích sportů na světě je v první řadě baseball a softball. Asie, Austrálie, Evropa a celý americký kontinent spolu s Karibskou oblastí patří mezi hráčské základny. Baseball i softball se v základních činnostech shodují. České softbalistky se umísťují v elitní čtyřce Evropy. Muži České republiky v Evropském softballu patří mezi absolutní špičku. Čeští muži jednoznačně panují. Z posledních šampionátů mají nejvíce evropských titulů.

2.1.2 Olympijské hry

Od roku 1996 zastupovaly softball na Olympijských hrách pouze ženy. Na OH v Pekingu byly na programu ještě oba tyto sporty. Dalších her se účastnili jen baseballisté, protože softball byl z olympiády vyřazen (Süss, 2003). Podle Czech softball (2019) mezinárodní olympijský výbor v roce 2016 znovu přijal softball mezi olympijské sporty. Rok 2019 byl důležitý, odehrály se kvalifikační zápasy pro účast na LOH 2020 v Tokiu. Český softball v podání žen ani baseball v podání mužů nakonec účast na letních olympijských hrách v Tokiu 2020 nevybojovaly.

2.1.3 Dvě podoby softballu

Softball oproti baseballu vyžaduje menší náročnost na prostor a vybavení. Z hlediska sportovní náročnosti je softball příhodnější pro začátečníky, nebo rekreační sportovce. Softball mohou hrát muži i ženy. Ve světě známe dvě podoby softballu. Jsou jimi fastpitch softball a slowpitch softball. Rozdíl je pouze v provedení nadhozu, kdy slowpitch má pomalý nadhoz a tím pádem je více uzpůsoben rekreačním hráčům nebo také smíšeným družstvům mužů a žen. Na rozdíl od slowpitch má fastpitch rychlý nadhoz, což je svým charakterem více sportovní hra. (Süss, 2003)

2.1.4 Pravidla softballu

Stručný popis verze základních pravidel pro představení hry. Süs (2003), nebo také Liss a Východský (2014) popisují pravidla softballu. Softball hrají dvě družstva o devíti hráčích. Hráči se ve svých úkolech střídají, z útoku se přemění na obranu.

Hřiště je vymezeno pravoúhlou kruhovou výsečí, dělicí se na tři základní části:

- 1 – Zámezí;
- 2 – vnitřní pole;
- 3 – vnější pole.

Vnější pole je ohraničeno houmranovým plotem. Vnitřní pole je vymezené čtyřmi metami.

Mety:

- první, druhá, třetí a domácí meta.

Tyto mety tvoří čtverec, jehož vrcholem je domácí meta. Ta je zároveň vrchem kruhové výseče (viz obr. 1).

Útok: Pálkaři

- Pálkaři nastupují podle předem určeného pořadí do pálkařského území.
- Poblíž domácí mety se pálkař snaží odpálit soupeřem nadhozený míč do pole tak, aby měl možnost běhu po metách.
- Po odpalu se role pálkaře mění v roli běžce.
- Pokračuje po obvodu vnitřního pole co nejdál, ale minimálně na první metu.
- Mety berou podle vlastního uvážení, popřípadě na příkaz trenéra.
- Běžec může na jakékoliv metě zůstat stát, eventuálně má možnost pokračovat v běhu po činnosti spoluhráče pouze s tou podmínkou, že na žádné metě nesmějí setrvat dva hráči.
- Běžec, který proběhne přes veškeré mety, získává pro své družstvo bod.

Obrana: Polaři

Družstvo obránců se rozprostře v poli; u většiny z nich se neurčují přesně místa, kde mají obránci stát, protože se jejich umístění řídí hlavně taktickými požadavky. Postavení hráčů na hřišti (viz obr. 1).



Obrázek 1 Autor neznámý. Postavení hráčů na softballovém hřišti (VŠSK Univerzita Zlín [online]). 9. 7. 2020 [cit. 2020-07-09]. Dostupné z: <http://softball.utb.cz/basics/chap2>

LEGENDA:

1 – nadhazovač (zkratka P); 2 – chytač (C); 3 – první metař (1B); 4 – druhý metař (2B); 5 – třetí metař (3B); 6 – spojka, šort (Ss). **Vnější polaři:** 7 – levý polař (LF); též dlouhé pole; 8 – střední polař; 9 – pravý polař (RF) krátké pole.

Výzbroj a výstroj:

- **Rukavice** - Hráči používají speciálně vyrobené rukavice pro chytání míče.
- **Míč** - Obvod míče je 30–31 cm, jeho hmotnost je 180–200 g.
- **Pálka** - Velikost pálky stanovují pravidla. Má kruhový průřez, max. 6 cm, délka max. 87 cm a hmotnost do 1100 g. Na konci pálky je hlavička, jež přesahuje okraj rukojeti nanejvýš o 0,6 cm.
- **Mety** - Rozeznáváme tři druhy met, které se liší svým tvarem, povrchem a polohou k úrovni hřiště.
- **Masky** - Při softballu je zadák povinen mít helmu s maskou a chránič krku. Kategorie mládež a ženy musí mít i chránič trupu. Pálkaři, běžci i zadáci mají povinnost nosit helmy.

Dále pravidla nerozvádíme, domníváme se, že pro představení pravidel softballu je tento popis dostačující. Dalším pohledem na problematiku hráčů je energetické krytí, výdej nebo také zatížení softballistů.

2.2 Herní a kondiční náročnost v softballu

Herní činnost jednotlivce v softballu nemá příliš velký záběr činností, ale je potřeba technická dokonalost, rychlost, přesnost, taktické schopnosti a hráčská agresivita. Je potřeba ovládat základní dovednost, jako je házení a chytání míče, rychlý běh s reakcí na start, prudké zastavení navazující na další běh. Specifikace softballového i baseballového utkání z pohledu energetické spotřeby je jako činnost, kde hráči nedosahují maximálního zatížení. Příčinou je pravidelné střídání v činnostech prováděných značnou intenzitou naproti tomu jsou jiné činnosti prováděny intenzitou nízkou. Hra je náročná na rychlostní i vytrvalostní schopnosti. Intenzita zatížení se značně mění v souvislosti s hrou a situací, v níž se družstvo či hráč nalézá. (Süss, 2003)

Melichna (1995), Táborský a kol. (2007), Süss (2006) uvádí, že zde mluvíme o zátěži intervalového charakteru, kde se střídají intervaly s krátkou dobou trvání 5–20 (10) sekund, kde zatížení je submaximální až maximální. Dále uvádějí, že nepravidelnost v průběhu hry se odráží v proměnlivé intenzitě metabolismu hráčů, který je adekvátní objemu vykonané práce. V krátkých intervalech se zatížením do 10 sekund dochází jak k maximálnímu zatížení, tak naopak i k podprůměrné intenzitě. Podíl na výkonu hráčů závisí i na herním postu, v němž hráč nastupuje k utkání.

Süss (2006) zařazuje softball do skupiny acyklických pohybů, které jsou prováděny neperiodicky. Každá činnost je prováděna samostatně s ukončeným dějem, například odpal míče, zpracování míče, nebo hod. Každá herní situace vyžaduje okamžitou reakci, která je ovlivněna technicko-taktickou vyspělostí.

Na stránkách softballového oddílu Falcon (2020) charakterizují hru a hráče: „Softball je pálkovací hra dvou mužstev, která se střídají ve hře na pálce a ve hře v poli. Pálkaři útočí s cílem získat body. Polaři se snaží zabránit soupeři ve skórování a vyřadit – vyautovat hráče útočícího družstva. Rekreačně může hrát softball každý, kdo má ruce a nohy. Hra totiž nevyžaduje od hráčů žádné zvláštní předpoklady. Rozvíjí zejména obratnost, rychlost, sílu, vytrvalost, koncentraci a schopnost rychle uvažovat a jednat. V softballu upravují pravidla pouze pohybový projev nadhazovače. Nařizují provést hod spodním obloukem, který je fyziologicky zvláště pro loket mnohem optimálnější než hod vrchem. V ostatních softballových herních činnostech neexistují prakticky žádná omezení.“ Hráče softballu lze charakterizovat jako sportovce s rychlým během a tvrdým odpalem. Nadhazovači musí disponovat rychlým a přesným nadhozem. Další specifikace hráčů a hry vychází z pravidel. Náročnost hry má své požadavky na energetické krytí a pohybovou činnost.

2.2.1 Metabolická charakteristika softballu

Domníváme se, že energetická náročnost a cíl hry jsou vhodné pro využití metody tonizace před výkonem. Z hlediska fyziologie zátěže je nejznačnější energetický výdej zaznamenaný v průběhu odpalu pálkaře. Prezентuje asi 90 % VO₂ max a následného běhu na metu, kde se pohybuje na 97 % VO₂ max. VO₂ max dosahuje v tomto druhu zatížení přibližně $3,5\text{--}4,6 \text{ l} \times \text{min}^{-1}$. (VO₂ max. z angl. Volume oxygen maximum, maximální množství využitého kyslíku).

- Zátěž je submaximální až maximální, doba trvání zhruba 5–20 sekund, utkání se hraje asi 1,5–2 hod. Nepravidelnost hry se reflektuje v kolísavé intenzitě metabolismu hráčů.
- Podíl anaerobního způsobu energetického krytí energetických nároků se pohybuje 77–90 % a aerobní metabolismus se podílí na krytí pouze z 10–23 %.
- V době submaximální intenzity bývá dosahováno stropových hodnot DF (dechové frekvence) dosahující se na 30–40 dechů $\times \text{min}^{-1}$ a minutová ventilace (V) až na $80\text{--}120 \text{ l} \times \text{min}^{-1}$.
- Tato zatížení trvají krátkou dobu a střídají se s úseky klidu. Převažující část hry se odehrává v oblasti střední intenzity zatížení, jež průměrně dosahuje hodnot okolo 410 % patřičného bazálního metabolismu.
- Převažuje zde aerobní způsob energetického krytí. Zdroj energie pro anaerobní krytí se pohybuje pouze 10 % a z tohoto je podíl anaerobní glykolýzy pouze asi 5 %. Zatížení ve hře o střední intenzitě vykazuje zvýšení DF na 25–40 dechů $\times \text{min}^{-1}$ a V na hodnotu $40\text{--}70 \text{ l} \times \text{min}^{-1}$.
- Hodnota kyslíkového dluhu koresponduje s náročností zápasu 6,5 l. Taktéž část hry probíhá v zóně nízké intenzity zátěže.

Takovéto změny v intenzitě zatížení způsobují vysoké nároky na organismus a jeho schopnosti pružně reagovat na změny v průběhu hry. Energetický výdej u žen softballistek se pohybuje přibližně na hodnotě $17 \text{ kJ} \times \text{min}^{-1}$. (Havličková, 1993)

Následným rozbořením problematiky si ujasníme, co je to tonizace ve sportu, jaké očekávání a výsledky může přinést. Pro úplnější pochopení problematiky si představíme některé závěry z různých sportovních činností, studie z atletiky, basketbalu, hokeje a rovněž i softballu. Zátěžové parametry souhrnu činitelů potenciace si podrobněji rozebereme později, v kapitole 5 s názvem „Metodotvorné komponenty pro vznik tonizace“.

2.3 Tonizace ve sportu

Jebavý, Hojka a Kaplan (2017) popisují svůj pohled z atletiky, kde tonizace je již dnes běžnou součástí přípravy a specifikují tonizační parametry: „Obsahem takové tonizace jsou 1–3 cviky ve dvou sériích (např. dřepy se submaximální zátěží a následně 3–4 výskoky, které je možno spojit s krátkou 5–10metrovou akcelerací, popř. i s brzdou).“

V protokolu PAP je mnoho proměnných, které mohou ovlivnit výsledek. Jsou jimi faktory, jako například interval odpočinku, síla sportovce aj., které mohou přinést také negativní výsledek u některých sportovců. Tento negativní výsledek se ukázal například ve studii autorů Lim a Kong (2013), kteří zkoumali účinky izometrických a dynamických postaktivačních potenčních protokolů na maximální výkon ve sprintu. Zjistili, že potenciace po aktivaci nemusí vždy fungovat. Vědci aplikovali rozdílné typy cvičení PAP k testování na skupině sportovců. Vybraní sportovci byli zkušenými sprintery a vykonali různá cvičení PAP náhodně a v různých dnech.

- Provedli izometrické maximální držení (3×3 s) extenze kolene (předkopávání);
- provedli maximální izometrické držení v dolní pozici dřepu (3×3 s);
- a plný dřep za použití 90 % 1RM.
- V kontrolní dny neprovedli vůbec žádné cvičení PAP.

Po každém protokolu byla před provedením maximálního sprintu na 30 metrů začleněna doba zotavení 4 minuty. Maximální časy sprintu na 10, 20 a 30 metrech byly měřeny pomocí časovacích bran, aby odrážely výkon sprintu.

- **Výsledky** ukázaly, že reakce na PAP protokoly existuje, ale ve velkých, individuálních variacích. Někteří sportovci měli prospěch z účinku PAP a jiní ne. V závěru tato studie neprokázala žádné zlepšení výkonu sprintu na krátké vzdálenosti po protokolech PAP s dobou zotavení po dobu 4 minut bez ohledu na izometrickou nebo dynamickou, jednokloubovou nebo vícekloubovou činnost.

Existuje mnoho možných důvodů pro neexistenci PAP efektu. Možná byl interval odpočinku příliš krátký, nebo snad zúčastnění sportovci nebyli zkušenými dřepaři? Pro využití protokolů PAP a ke zlepšení sprintu je potřeba využívat různých protokolů PAP postavených na individuální bázi.

Gepfer a kol. (2020) zaměřili studii na hráče basketbalu a to na prvek obrany slide-step (úkroky, posun stranou). Zkoumali, zda navýšení 5 % tělesné hmotnosti pomůže navýšit pohybový výkon. Experiment byl proveden po randomizovaném crossoverovém designu, kde každý účastník provedl dva různé cvičební protokoly.

- Skládaly se ze čtyř sad posuvného pohybu bez zatížení;
- poté s 5 % vnějšího zatížení těla;
- intervaly zátěže 1 min a odpočinku mezi nimi 6 min.

Tato doba odpočinku byla použita, protože předchozí studie (ze kterých vycházeli) prokázaly, že PAP efekt vrcholí přibližně 4–8 minut po aktivaci. Časové rozdíly mezi výchozím, post-asistovaným cvičením byly hodnoceny pomocí ANOVA, (z angl. Analysis of variance – ANOVA), analýza rozptylu.

- **Výsledky** naznačily statisticky významný rozdíl mezi základním a post-asistovaným zvýšením výkonnosti po asistované postaktivaci ($p = 0,011$).

Závěr studie ukazuje, že lehké zatížení (5 % tělesné hmotnosti) účinně vyvolává zesílení reakce mezi basketbalisty.

Dalším sledovaným kolektivním sportem je hokej a interval odpočinku 6 hodin, který je nyní novým pohledem při zkoumání tonizace. Využití tak dlouhého intervalu odpočinku (IO) vidíme převážně v kolektivních sportech. Legrange a kol. (2020) se zaměřili na generující účinky Contrast Training (CT).

- Počet účastníků výzkumu, 41;
- kdy IO byl 6 hodin od aktivace.
- Cvičili 5 sérií po 5 dřepch a 6 dřepch s výskokem.
- Účinky PAP byly měřeny na dřepu s výskokem CMJ (z angl. Counter-movement Jump);
- skok snožmo do dálky BJ (z angl. Broad jump);
- a sprint na ledu, 9 opakování s maximem 40 metrů a v hokejovém vybavení.
- **Výsledky** testu prokázaly, že efekt PAP generovaný protokolem CT neměl významný dopad ($p \geq 0,05$) na CMJ, BJ, ale došlo k významnému zlepšení ($p < 0,05$) pro experimentální skupinu EG (z angl. Experimental group).
- Výsledky pro sprint ($5,5 \pm 2,6$ %; $56,2 \pm 4,7$ až $53,1 \pm 3,9$ s) při průměrné rychlosti sprintu ($+5,9 \pm 3,0$ %; $6,4 \pm 0,5$ až $6,8 \pm 0,5$ m/s).

- Závěr ukazuje, že protokol CT použitý v této studii generoval PAP, který měl akutní účinek při ledním hokeji v opakovaných sprintech. Proto by CT mohlo být využito ve správný čas ke zlepšení opakovaných sprintů u elitních hokejistů.

Softballová studie na Western Washington Universitě kde provedli výzkum, který by mohl sloužit i pro naše účely bádání. Společným jmenovatelem jsou softball, herní zkušenosti nebo také tonizace před výkonem. Gilmorová a kol. (2019) se zaměřili na softballový odpal a to ve studii s názvem „Vliv vysoce intenzivního izometrického potenciačního zahřátí na rychlost odpalu“. Tato studie zkoumala akutní účinek izometrického měření s vysokou intenzitou na následnou maximální horizontální rychlost odpalu u zkušených hráček softballu. Izometrické potenciační zahřátí (tonizace) se skládalo:

- Ze 3 sérií v 5sekundových maximálních kontrakcích, které se prováděly ve výchozí poloze švihové fáze a táhly se proti nehybnému zařízení (upevněná zátěž na konci softballové pátky). Testování švihů bylo provedeno v IO 1, 2, 4, 6, 8, 10, a 12 minut.
- Rychlost odpalu byla měřena bezprostředně před nárazem prostřednictvím softwaru pro analýzu pohybu MaxTRAQ.
- **Výsledky** poukázaly, že maximální horizontální rychlost odpalu byla výrazně zvýšena 6 minut po izometrickém zahřívacím protokolu. Konkrétní výsledek vypadal takto: (+1,27 m·s⁻¹, +2,84 mph, +4,93 %; $p < 0,05$).
- **Závěr:** U zkušených softballových hráček může tonizace akutně zvýšit maximální horizontální rychlost odpalu. Výsledky zároveň prozrazují, že existuje významný kvadratický trend, kdy rychlost odpalu vrcholí na 6 minutách a následně klesá ($p < 0,05$). Velikost efektu pro tento trend je velká ($\omega^2 = 0,246$).

Süss (2006) poukazuje na to, že z pohledu fyziologie jsou na činnosti hráče softballu kladeny neobvyklé nároky a to převážně na nervové a humorální řízení. Nároky jsou zejména na analyzátoři reagující na podněty z vnějšího prostředí, které analyzují herní situace. Výstupem je pohybová herní činnost. Další kapitola přináší základní představy pro porozumění stavbě těla (anatomie) a funkce těla (fyziologie). Z hlediska pochopení svalové tonizace je potřeba si vysvětlit funkčnost svalového systému. Poměr a rozdělení svalových vláken jsou rovněž důležité pro charakteristiku silových schopností sportovce. Vysvětlení inervace a kontrakce svalstva je potřebné pro samotné chápání vzniku tonizace.

3 FYZIOLOGIE KOSTERNÍ SOUSTAVY A SVALSTVA

Kapitolu fyziologie kosterní soustavy a svalstva, stejně jako popis svalové činnosti, kontrakce a rozdělení svalstva jsme z části převzali z mé bakalářské práce (Pfeifer, 2018). Z pohledu pohybu těla se zmíníme o kosterní soustavě a kosterním svalstvu.

3.1 Kosterní soustava

Kostra, neboli skelet, se skládá z 220 kostí. Pasivní pohybový aparát představuje kosterní soustava, na kterou se upínají svaly. Pohyb je zajišťován pomocí kloubního spojení a to dovoluje svalům s nimi pohybovat. Vše pracuje na principu pák a to má za následek pohyb těla. (Kopecký a kol., 2012)

Funkce skeletu

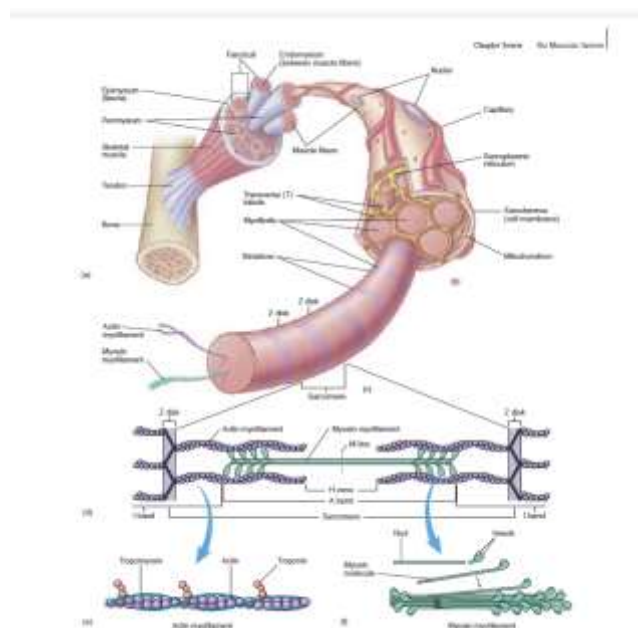
Seeley a kol. (2001) i Kopecký a kol. (2002) rozděluje kosterní soustavu z hlediska opory těla, ochrany, pákového systému a metabolických funkcí. Dylevský (2009) ji dělí na kostru končetin a kostru osovou.

3.2 Kosterní svalstvo

Sval je ze 75 % tvořen z vody a zbylých 25 % je organického a anorganického původu (Přidalová a Riegerová, 2002). Bartůňková a kol. (2013) shrnují, že v lidském těle je přibližně 600 svalů s hmotností kolem 32 % ze souhrnné hmotnosti těla u žen. U mužů je to asi 36 %. Až 40 % z tělesné hmotnosti jsou kosterní svaly. Nejdůležitějším impulsem pro funkci a rozvoj svalové tkáně je pohyb. Schopnost pohybovat se volně bez omezení se vyznačuje jako mobilita, opakem výrazu pro mobilitu je imobilita. Základem svalové soustavy je příčně pruhovaná svalovina, která je schopna svalové kontrakce. Svalovina je spojena se skeletem a tvoří nervově ovládaný aktivní pohybový aparát. Aktivní pohybový aparát je sval, který je připjat ke kosti šlachou. Další složkou svalu je vazivo, které spojuje a obaluje svalová vlákna. Nazývá se endomysium. Vazivo obalující celé svalové

skupiny nebo také jednotlivé svaly je svalová-fascie, povázka, která tvoří úpony svalu ke kosti, takzvané šlachy (svalové vlákno + endomysium → svalové snopečky + perimysium → snopce + fascie = sval).

Petr a Šťastný (2012), Merkunová a Orel (2008) popisující složení kosterního svalstva. Kosterní svalovina je složena ze svalových buněk, jež mají vláknité podání. Vlákna se spojují do snopů pomocí vazivové tkáně. Takhle pospojovaná vlákna se nazývají snopečky. Pro větší svaly se propojují do snopců a ty tvoří svalové břicho. Seskupení snopečků, nebo snopců definuje tvar svalu, určuje svalovou sílu a rozsah pohybu. Kosterní neboli taktéž příčně pruhovaný sval se vytváří z mnoha svalových vláken. Jedná se o dlouhé cylindrické soubunění svalových buněk a mluvíme zde o mnohojaderných útvarech. Jednotlivá vlákna se tvoří z paralelně situovaných myofibril, které se z podélného pohledu tvoří z jednotek nazývajících se sarkomery. Sarkomery zahrnují filenty, ty jsou vytvářeny tenkými vlákny aktinu a tlustšími vlákny myozinu, jedná se o proteiny, které se částečně prolínají. Příčné pruhování svalu je způsobeno pravidelně se střídajícími úseky aktinu a myozinu, která mají odlišnou lomivost světla v různých částech svalového vlákna. Myozinová filenta obsahují spojovací můstky, které se s filenty aktinu během kontrakce dostávají do kontaktu a to pomocí příčných spojů. Podle vzoru klouzajících filament nastává zkrácení sarkomer, kdy filenty aktinu se zasouvají do myozinových filament. Svaly, které obsahují sarkomery s delším přesahem, produkují větší sílu a to právě pro větší schopnost přesahu. Schéma struktury kosterního svalstva (viz obr. 2).



Obrázek 2: Části svalu - Seeley a kol., (2001) „Základy anatomie a fyziologie“

Dylevský (2009) popisuje příčně pruhované, nebo též žíhané svalstvo, které je složeno z tmavých úseků (dvojlomné, tzv. A úseky), které se střídají se světlými, izotropními úseky (jednolomnými, I úseky). Bursová (2005) dále uvádí, že centrální nervový systém kontroluje průběh, rychlost a velikost stahů svalových skupin v daném funkčním řetězci. Kosterní svaly pokaždé fungují společně a to ve svalových smyčkách.

Členění svalů

Jedna z možností členění svalů do základních kategorií je podle funkce, tvaru a směru svalových sloupců. Posléze je můžeme členit dle krajiny, kde leží a oblasti působení. Následně je můžeme členit také dle tvaru a vzhledu, podle počtu svalových hlav a také v jakých směrech působí, podle oblastí těla atd.. Pro naše potřeby využijeme popis od Dylevského (2000) dle funkce a směru působení.

Podle funkce Dylevský (2000):

- Ohybače – flexory, natahovače – extenzory, přitahovače – adduktory, odtahovače – abduktory, svěrače – sfinktery, rozvěrače – dilatátory

Podle směru působení svalstva na:

- Synergisty – souhlasně pracující svaly (zajišťují stejný pohyb);
- Antagonisty – protichůdně pracující svaly (zabezpečující opačný pohyb).

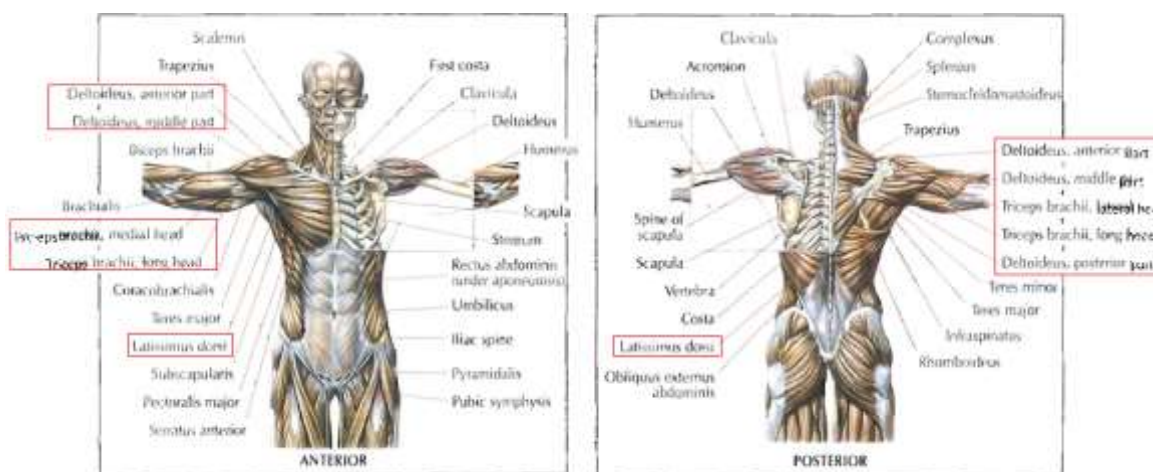
Typu svalstva Saladin (2004):

Rozděluje svaly do pěti typů. Rozdíly v orientaci jsou základem pro klasifikaci svalů, (názvoslovný popis ponechán v originálu).

- Svaly Fusiform;
- Paralelní svaly;
- Konvergentní svaly;
- Svaly Pennate;
- Kruhové svaly.

3.3 Zapojení svalstva pálkaře v softballu

Dominantní roli v zapojení svalstva při odpalu je zatížení svalstva zad až po bederní část. Trup se otáčí kolem své svislé osy a převádí tak kinetickou sílu těla přes pátku na míč (Süss, 2003). Melichna a kol. (1995) poukazují na studie a výsledky EMG (Elektromyograf), kde hlavním svalem při odpalu a i při odhodu míče je trojhlavý sval pažní, (m. triceps brachii). U nadhazovače navíc dominuje deltový sval (m. deltoideus) a široký sval zádový (m. latissimus dorsi), (viz obr. 3).



Obrázek 3: Anatomie hlavních svalů pro odpal a hod, (Frederic Delavier – *Silový trénink, Anatomie 2001, Lidská Kinetika*), upraveno

Pro podrobný anatomický popis fází pohybu pálkaře použijeme již ucelený obrázkový popis VanSuch's (2013), *Mechanika Baseballového odpalu*. Pro velký počet anatomických obrázků je vkládáme do přílohy (viz příloha, obr. 18–33). Obrázky znázorňují anatomické zapojení svalstva v různých fázích odpalu. Od vrchního pohybu ramen a paží, přes rotaci až k dolním končetinám. Obrázky jsou řazeny dle autorovy posloupnosti popisu pohybu. Podstatou softballového výkonu je dobrý odpal a sprint. Nabízí se další definice softbalisty, že se jedná o spojení sprintera a vrhače. Je to namixovaný atlet, u kterého primárně dominuje akcelerace a silová výbušnost. Je potřeba maximální svalová kontrakce a rychlost. Poměr a zastoupení určitých svalových vláken předurčují k jistým výkonnostním parametrům (např. větší zastoupení bílých rychlých vláken je předpoklad pro lepší maximální silový výkon). Toto hledisko a fyziologické vlastnosti svalových vláken si popíšeme v následující kapitole.

3.4 Heterogenita svalových vláken

Dylevský a kol. (1999) uvádí, že heterogenní zastoupení svalových vláken je podstatou pro flexibilitu a ta umožňuje stejným svalům provádět kontinuální činnost o nízké intenzitě od opakovaných kontrakcí při submaximálním zatížení, až po silné a rychlé kontrakce maximální intenzity. Muži a ženy mají různé zastoupení svalových vláken typu I.a a typu II.a. U mužů převažují silnější vlákna II. typu se značnější kapacitou anaerobních enzymů a s větší silou, rychlostí kontrakce, avšak také s větší unavitelností. Genetika určuje typ svalových vláken. Vytrvalost lze značně ovlivnit pohybovou činností, naproti tomu rychlost, silové a osobnostní rysy jsou většinou určovány genotypem. Genetická predispozice do jisté míry určuje i výkonnostní parametry každého jednotlivce. Tímto se potvrzuje, že vytrvalec se vychovává a sprinter se rodí. Věk nám určuje počet vláken typu I.a i II. typu. Přibývajícím věkem dochází k atrofii svalových vláken. (Dylevský a kol., 1999)

Typologie a funkce svalových vláken

Svalová vlákna ve svalech jsou zastoupena nerovnoměrně a v odlišných poměrech (Dylevský, 2009). V bakalářské práci Pfeifer (2018) popisujeme rozdělení podle Kohlíkové (2013), Grasgrubera a kol. (2008), Máčka a Radvanského (2011), Kittnara a kol. (2011) a dalších, že svalová vlákna mají řadu společných znaků, které dovolují jejich jednotný obecný popis. Sval je ve skutečnosti heterogenní populací vláken lišících se řadou mikroskopických, histochemických a fyziologických vlastností. Rozlišujeme zde čtyři typy svalových vláken (viz tab. 1–2).

Tabulka 1: *Typy svalových vláken, (Grasgruber a kol., 2008)*

Typ vlákna	Anatomická charakteristika	Funkční charakteristika
Typ I. SO	Pomalá červená vlákna	Slow-oxidative (pomalá vlákna)
Typ II.A FOG	Rychlá červená vlákna	Fast oxidative-glycolytic (střední vlákna)
Typ II.B FG	Rychlá bílá vlákna	Fast glycolytic (rychlá vlákna)
Typ III.	Přechodná vlákna	Nediferencovaná

Tabulka 2: *Anatomická a funkční charakteristika svalových vláken (Kohlíková, 2013)*

Typ vlákna	Anatomická charakteristika	Charakteristika
Typ I. SO	Velmi tenká, bohatě kapilarizovaná	Statické pomalé pohyby a statické funkce
Typ II.A FOG	Středně silná a kapilarizovaná	Rychlý a silový pohyb
Typ II.B FG	Velmi silná málo kapilarizovaná	Maximální silový pohyb
Typ III.	Nediferencovaná vlákna	Není známa

Typ I. – pomalá vlákna, oxidativní

Označení SO (z anglického slow-oxidative) nebo taktéž červená svalová vlákna jsou podstatná pro dlouhodobou práci probíhající za přístupu kyslíku. Jsou velice imunní proti únavě a mají početnější obsah myoglobinu, který váže kyslík. Smrštění probíhá nejpomaleji ze všech typů (Grasgruber a Cacek, 2008 a Máček a Radvanský, 2011). Pomalá červená vlákna jsou vhodná pro sporty, kde převládá vytrvalostní a protahovací činnost z důvodu pomalejší kontrakce. Jejich ekonomičnost se hodí především pro pomalý pohyb, polohové nebo také statické výdrže. U těchto svalů dochází zřídka k únavě. Říká se jim také „tonická vlákna.“ (Kohlíková, 2013)

Typ II.a – středně rychlá vlákna, oxidativně-glykolytická

Označení FOG (z anglického fast oxidative-glycolytic) jsou z pohledu unavitelnosti méně odolná než vlákna SO, avšak mají schopnost se rychleji kontrahovat. Jsou to vlákna přechodná, plní pomyslný přechod mezi typem I.a a II.b. Mají menší podíl myoglobinu i mitochondrií (Grasgruber a Cacek, 2008 a Máček a Radvanský, 2011). Vlákna slouží po krátký časový úsek, kdy dochází k rychlým kontrakcím konaným velkou silou. Jejich ekonomičnost je vhodná především pro rozvoj svalů, které provádějí pohyb velkou silou v rychlém čase. Mají nízkou odolnost proti únavě. (Kohlíková, 2013)

II.b – rychlá vlákna, glykolytická

Označení FG (z anglického fast glycolytic) jsou označována za bílá svalová vlákna. Z hlediska sportu jsou významná pro explozivní profily sportu a anaerobní zátěž. Mají nejmenší množství myoglobinu a mitochondrií. Smrštění je čtyřikrát rychlejší než typ I, ale dokáží se smrstit až čtyřikrát rychleji než vlákna typu II (Grasgruber a Cacek, 2008 a Máček a Radvanský, 2011). Rychlá bílá vlákna díky silně vyvinutému sarkoplazmatickému retikulu a vysoké aktivitě Ca a Mg iontů umožňují provádět rychlý stah maximální silou. Mají vysokou odolnost proti únavě. (Kohlíková, 2013)

III. – nediferencovaná vlákna

Kohlíková (2013), Dylevský (2009) i Paulsen (2004) uvádí, že přechodná vlákna představují vývojově nediferencovanou populaci vláken, která je zřejmě potenciálním zdrojem předchozích tří typů vláken jak během embryogeneze, tak při přeměňování vláken v závislosti na fyzické aktivitě.

3.4.1 Svalová inervace – kontrakce

Kapitolu o svalové inervaci zmiňujeme v mé bakalářské práci Pfeifer (2018) dle Holubářová a kol. (2007), Kohlíková (2013), Petr a Štastný (2012). „Řízení motoriky na míšní úrovni tvoří prvek zvaný Sherringtonova motorická jednotka. Je to soubor, který se nazývá alfa-motoneuron. Hlavní funkce je pohybová a trofická. Další rozdělení je kvalitativní tonické, fyzické a kvantitativní malé, velké motorické jednotky.“

Kohlíková (2013) uvádí, že základní jednotkou řízení motoriky je motorická jednotka zahrnující jeden axon alfa-motoneuronu, vystupující z předních rohů míšních a rozvětřující se k několika vláknům kosterního svalu. Počet vláken ve svalové jednotce se v různých svaích liší. „Malá motorická jednotka je u svalů majících pracovat rychle a jemně, počet 3–8 vláken, např. okohybné svaly, drobné svaly ruky. Velká motorická jednotka se vyskytuje tam, kde se jedná především o dlouhodobé udržení napětí, 1500–2000 svalových snopců. Většina svalu obsahuje oba typy motorických jednotek, ale podle funkce svalu vždy jeden typ převládá.“ (Kohlíková, 2013)

Petr a Štastný (2012) popisují, že motorické jednotky jsou aktivovány podle zákona „vše, nebo nic“, což znamená, že jsou buď zapojeny, nebo nezapojeny. Při excitaci motoneuronu neexistuje nic mezi tím, žádný mechanismus postupné gradace aktivity.

Svalová kontrakce

Dá se říci, že vyvolaná svalová kontrakce (prostřednictvím svalového odporu) je pro naše potřeby svalová aktivace, u které dochází ke kumulování svalového napětí. Toto napětí se snažíme dovést do určité individuální velikosti a udržet jej v pohotovostním režimu, v intervalu odpočinku. Jedná se pouze o nezbytně dlouhou dobu, přesněji do požadovaného výkonu. Takto předstimulovaná svalová vlákna jsou námi sledovanou „Tonizací“. Ve spojení s individuálním projevem, požadovaným výkonem, můžeme mluvit o postaktivační potenciaci (PAP). V další části popisujeme, co je kontrakce, jak vzniká a co se děje na úrovni fyziologie svalstva.

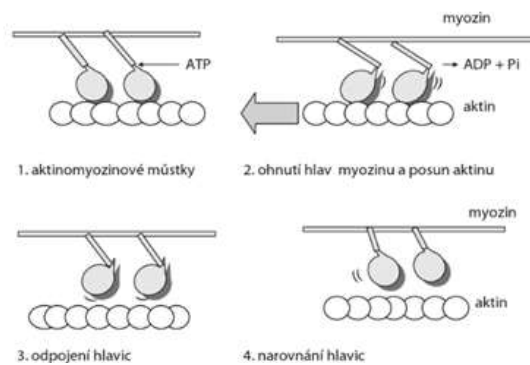
Nervové ovládání svalové kontrakce

Uher (2016) ve své práci popisuje ovládání svalové kontrakce: „Pokaždé, když chceme uskutečnit jakýkoliv pohyb, vzniká nervový signál v centrální nervové soustavě, který je dále veden motoneurony (eferentní vlákna nervu) až ke svalu. V blízkosti svalů se rozvětňuje na velké množství axonů, které inervují jednotlivá svalová vlákna. Skupina svalových vláken inervovaných jedním motoneuronem se nazývá motorická jednotka. Terminální části axonů se připojují k motorické ploténce na svalovém vlákně, kde vytvářejí chemické synapse. Senzitivní inervaci svalů zajišťují zpětné (eferentní) dostředivé nervy. Informaci o protažení svalu dodávají receptory, mezi které patří svalová vřeténka a šlachová tělíska.“

Dylevský (2011) popisuje svalovou kontrakci, která se skládá ze dvou fází, kdy zpočátku se svalové napětí zvýší a to bez jeho zkrácení – izometrická fáze. Svalové napětí odpovídá hmotnosti pohybovaného objektu. Následně se sval začne stahovat – izotonická fáze, sval se pohybuje. V průběhu svalového klidu je každý sval ve stavu jistého klidového napětí, které nazýváme svalový tonus. Jedná se o pohotovostní napětí, které zabezpečuje stálý kontakt kloubních povrchů, obstarává vzpřímené držení těla a udržuje pozici útrobu v břišní dutině. Morfologická jednotka kosterního svalu je svalové vlákno. Funkční jednotka svalu je motorická jednotka. Motorická jednotka svalu se skládá z nervové buňky – neuronu a jeho výčnělku – axonu, který inervuje svalová vlákna. Dále ze svalových vláken inervovaných tímto jediným nervovým vláknem. Jedno nervové vlákno inervuje desítky až stovky svalových vláken. Vlákna míchy, které inervují kosterní svaly, končí na motorických discích. Destičky jsou zaměřené na sekce svalových vláken, ke kterým jsou připojeny zvětšené konce výstupků nervových buněk. Zpětná vazba pro centrální nervový systém při protažení svalstva je založena na receptorech uložených ve svalech. „Smrštění svalu je vyvoláno nervovými podněty. Smrštění má dvě fáze: izometrickou a izotonickou. Motorická nervová vlákna končí ve svalu na motorických ploténkách. Informace ze svalů a šlach vycházejí ze svalových vřetének a šlachových tělísek.“ (Dylevský, 2011)

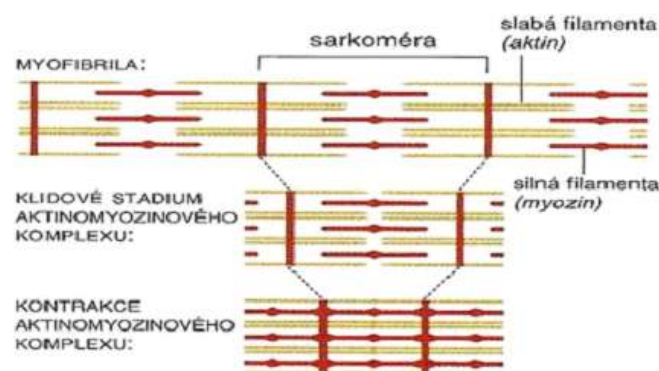
U svalových vláken s paralelní texturou je při kontrakci svalu o 30 % větší délka zdvihu, avšak s menší silou. Jelikož se při této svalové kontrakci účastní méně svalových vláken s paralelní úpravou, svaly se zpravidla upínají dále od osy kloubu. (Dylevský, 2009)

Lüllmann a Rauch (2012) popisují, že při vzniku kontrakce se nemění vzdálenost myozinových a aktinových filament. Ke zkrácení sarkomery dochází zasunutím aktinové filamenty mezi myozinové filamenty. Lichnovský a Malinský (2007) uvádějí, že celý proces se nazývá Huxleyho skluzný model kontrakce. Podstatou kontrakce je vzájemné působení myozinu s aktinem, ale musí být podnět z nervové soustavy v příčně pruhované kosterní svalovině, (viz obr. 4).



Obrázek 4: Model svalové kontrakce, Huxleyho model, Pastucha (2014). [online]. 9. 8. 2019 [cit. 2019-08-09]

Bartůňková (2006) popisuje, že hnací silou filament je ATPázová aktivita hlav myozinu a ke smrštění svalu dochází ve dvou fázích. V první fázi dochází k vytvoření aktinomyozinových můstků. Druhá fáze probíhá jako zasouvání myofilament aktinu a myozinu. Bartůňková (2013) dodává, že aktin je tenčí, má početnější vlákna a je zakotven v Z liniích. Při kontrakci se sval zkracuje o 30–40 % ze své délky. Schéma části svalové kontrakce (viz obr. 5).



Obrázek 5: Schéma části svalové kontrakce (Jungueira, 1997) [online]. 9. 8. 2019 [cit. 2019-08-09]. Dostupné z: <http://www.latinsky.estranky.cz/img/original/334/sval-stavba.jpg> (upraveno)

Myozin

je svalová bílkovina s typickým tvarem. Jeho molekula je osmkrát větší oproti molekule hemoglobinu. Základní funkcí je ATPázová aktivita, tvorba vláken a reversibilní vazba s aktinem. (Szent, 2004)

Aktin

je nejběžnější protein. Nalézá se v tenkých vláknech kosterního svalstva a vytváří aktinové filamenty. Aktin je ze svalu izolován převážně jako G-aktin, má schopnost být vratně transformován na viskózní polymerovaný vláknitý F-aktin. Taktéž se nalézá i v mimo svalových buňkách, podílí se na udržování podoby destiček, buněčné motilitě, buněčném dělení, signalizaci a endocytóze. (Perry, 2003)

Calmodulin

je stavbou značně podobný troponinu C. Je to celkem malý, ale vysoce konzervativní protein. Citlivě reaguje na koncentraci vápenatých iontů a přesunuje signály k různým enzymům iontových kanálů a do různých proteinů. Nejpodstatnější úlohou je aktivace kinázy lehkého řetězce myozinu a navázání Ca^{2+} . Calmodulin patří mezi kalciové senzory. Navázáním molekul Ca^{2+} se stává všestranným řídicím elementem v efektu PAP, jak uvádí Koolman (2012).

Transformace biologické energie na kontrakci

Jedná se o pohled klidového stavu svalstva, kdy potřebným impulzem jsou ionty Draslíku a Sodíku, ze kterých vzniká Depolarizace, která uvolňuje Vápník s Aktinem a následně dochází k vazbě Aktinu s Myosinem. Stav nám je již znám. Podrobněji si jednotlivé fáze přeměny energie rozepíšeme v následující části. V bakalářské práci Pfeifer (2018) je popsána kontrakce z pohledu biologické energie. Bartůňková (2013) popisuje jednotlivé fáze. Kontrakce začíná membránovým potenciálem, pokračuje přes impuls, po spuštění akčního potenciálu, do transformace a uvolnění acetylcholinu. Pokračuje ke vzniku dalšího akčního potenciálu, příčným můstkům a izometrické kontrakci.

Membránový potenciál

Klidový stav se označuje jako klidový membránový potenciál, který vzniká rozložením iontů na K^+ a Na^+ na obou stranách membrány. Je hlavně vyvolán nerovnoměrným rozložením iontů na vnitřní a vnější straně membrány. Rozdíl mezi extracelulárním potenciálem (dominuje Na^+) a intracelulárním potenciálem (dominuje K^+) je membránové napětí / akční napětí. Membránový potenciál udržuje Na^+ , K^+ a ATP.

Impulz – transformace – uvolnění acetylcholinu

Impulz přináší motorický nerv z míšního motoneuronu do nervosvalové ploténky v sarkolemě. Ionty Na^+ a K^+ získávají průchodnost sarkolemy, membrány se dále vyrovnávají a vzniká depolarizace. Nervový impuls dorazí na konce axonu motorického neuronu kde a vyvolá uvolnění acetylcholinu. Acetylcholin vniká do synaptické štěrby, váže se na receptor postsynaptické membrány (acetylcholinový receptor nikotinového typu) a vyvolá depolarizaci membrány nervosvalové ploténky. Zvýšenou propustností pro Na^{++} a K^+ ionty vzniká akční potenciál. Vzruch naruší klidovou rovnováhu → **depolarizace** → dochází k uzavření draslíkových kanálů **transpolarizace** a návrat zpět procesem **repolarizace**.

Spuštění akčního potenciálu

Depolarizace se šíří po sarkolemě v membránách uvnitř buňky a po t-tubulech. Přes receptor se šíří akční napětí na sarkoplazmatické retikulum a dochází k uvolnění Ca iontů. Sarkoplazmatické retikulum má na starosti uvolnění Ca^{++} aktinem. Pohybem příčných můstků dochází k aktivaci vazby mezi aktinem i myozinem, a to je právě následkem vazby Ca^{++} na troponin. Acetylcholinestráza inaktivuje acetylcholin, takže příští akční potenciál nemůže vzniknout, dokud se z motorického neuronu nevolní další acetylcholin.

Příčné můstky:

Kationty se uvolňují do sarkoplasmy a potom doputují k myofilamentům. Ionty Ca^{++} se váží s tropinem, vzniká kalcitroponinový komplex. Následně se odstraní vazba troponinu s tropomyosinem a tvoří se vazba aktinu a myozinu. Vazbou vznikají příčné můstky aktomyozinu. Tato vazba je dána uvolněním volných aktivních míst na aktinu, po kterých se natahují hlavy myozinu.

Izometrická kontrakce

Zvyšuje se napětí a objevuje se izometrická kontrakce. Při anizometrické kontrakci se hlavy myozinu posouvají, tenká vlákna aktinu kloužou a přibližují k centru sarkomery. K této činnosti je třeba dodání energie (ATP) a je třeba i přítomnosti Mg^{++} . Kanály Ca^{++} se uzavírají a ionty se aktivní Ca^{++} pumpou (pomocí ATP) vrací z cytoplasmy zpět do sarkoplasmatického retikula, výměna za Mg^{++} . Troponin – tropomyozinový komplex – se vrací do výchozí pozice, kde je opět zablokována vazba myozinu na aktin.

Shrnutí kontrakce kosterních svalů podle Seeley a kol. (2001):

1. Akční potenciál putuje podél axonu k neuromuskulární křižovatce.
2. Acetylcholin je uvolňován ze synaptických váček neuronu.
3. Acetylcholin difunduje přes synaptický rozštěp a váže se na něj receptorové molekuly v membráně svalových buněk.
4. Sodné ionty difundují do svalové buňky a zahajují akci, akční potenciál ve svalové buňce.
5. Akční potenciál putuje dál do sarkolemma a T tubuly do sarkoplasmatického retikula.
6. Vápníkové ionty se uvolňují ze sarkoplasmatického retikula.
7. Vápníkové ionty se vážou na troponin spojený s aktinem myofilamentu.
8. Vazba způsobuje, že se tropomyosin přestěhoval do actin groove, který vystavuje místa připojení myosinu.
9. Hlavy myosinových myofilů se připojují k aktinu, myofilamentu, vytvářející můstky.
10. Hlavy myosinových myofilamentů se ohýbají a tím vznikají aktinové myofilamenty, které kloužou po povrchu myosinových myofilament.
11. Kontrakce vyžaduje energii. ATP vázaný na myosin hlav se rozkládá a uvolňuje energii k myosinovým hlavám, které se používají k dodávání energie pro pohyb.
12. Další ATP se váže na myosinovou hlavu, což způsobuje uvolnění aktinu myofilament a myosin. Svaly se ohýbají zpět do klidové polohy.
13. Dokud zůstane vápník připojen k troponinu, tak dlouho zůstává ATP k dispozici, sval se stahuje a kroky 9 až 13 se opakují.

Pro vznik kontrakce je třeba energie, která vzniká pomocí cyklické hydrolýzy a resyntézy.

Vznik energie:

Perič a Dovalil (2010) popisují vznik energie pro daný pohyb pomocí cyklické hydrolýzy a resyntézy.

Cyklická hydrolýza:

Zdrojem energie pro pohyb je ATPázová aktivita hlav můstků.



Energie pro resyntézu:

Zdrojem energie v resynteze je glykogen.



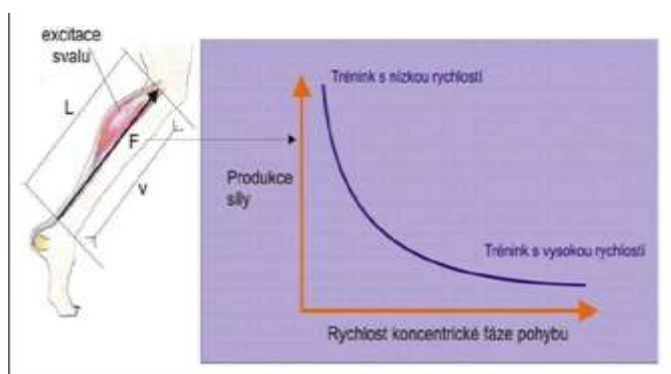
Rychlost svalové kontrakce

Rychlost kontrakce je různá a závisí na druhu svalového vlákna. Kontrakce rychlých vláken je do 25 milisekund a u pomalých svalových vláken je do 75 milisekund. Sval zvedne hmotnost 5–12 kg na 1 cm². Kontrakce svalů je možná za podmínek oboustranné součinnosti aktinu a myozinu. (Čihák, 2011; Přidalová a Riegerová, 2002)

Čihák (2008) rozděluje kontrakci na několik typů. Záleží, zda se úpony svalů přibližují či vzdalují anebo setrvávají v primární vzdálenosti. Dále, zda se zvyšuje, nebo snižuje svalový tonus, respektive ji rozděluje podle délky a napětí svalstva. Při běžném denním pohybovém režimu dochází ke spojení různých typů kontrakcí, a proto je velice nesnadné je od sebe separovat. V dalších odstavcích si řekneme vztah závislosti síly a rychlosti během svalové kontrakce a křivku popisující výkonové charakteristiky kosterního svalů.

3.4.2 Hillova křivka

V bakalářské práci Pfeifer (2018) citujeme Petr a Šťastný (2012): „Produkce síly v čase souvisí s velikostí síly, která je nutná k vykonání konkrétního pohybu. V obecné rovině se uplatňuje tzv. Hillova křivka závislosti síly na čase. Hillova křivka vychází z Hillovy rovnice popisující vztah síly a rychlosti během svalové kontrakce. Zároveň z ní vyplývá, že mezi svalovou prací a rychlostí pohybu platí převrácený vztah. Při co nejrychlejší zvedání stejně těžkého závaží je generována menší svalová síla než při stejném, pomalém a kontrolovaném pohybu. S rostoucí rychlostí pohybu je tedy možné použití menší svalové síly. V tréninku je proto nutné plánovaně měnit rychlost kontrakce, přičemž pomalejší kontrakce v tréninku maximální síly vedou k vyššímu svalovému napětí.“ (viz obr. 6).



Obrázek 6: Hillova křivka a znázornění veličin, které se podílejí na produkci svalové síly (Petr a Šťastný, 2012)

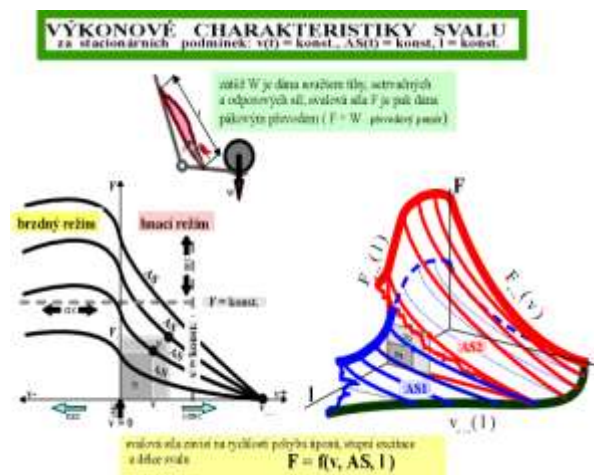
LEGENDA:

L – délka svalu; V – rychlost kontrakce; F – síla generovaná svalem.

Hillova rovnice a křivka svalové kontrakce

Katedra anatomie a biomechaniky FTVS UK – kompendium (2020): „Hillova rovnice vychází z energetické bilance svalové kontrakce, při které se kromě vlastní mechanické energie uvolňuje v důsledku probíhajících chemických reakcí také teplo. Výkonová bilance při zavedení konstant úměrnosti pak představuje vlastní Hillovu rovnici. Zobrazením Hillovy rovnice v souřadném systému v-F je Hillova křivka popisující výkonové charakteristiky kosterního svalu (viz obr. 7). Popisuje funkci svalu v brzděném a hnacím režimu a je z ní možné odvodit aktuální mechanický výkon produkovaný svalem v závislosti na vnější zátěži a aktivním stavu svalu. Při zvýšené míře stimulace se zvyšuje

izometrická síla, maximální rychlost kontrakce ale zůstává stejná. S přibývajícím stupněm kontrakce velmi rychlou kontrakci klesá schopnost přenášet vyšší silové zatížení. Každý bod na křivce příslušející určitému stupni stimulace představuje vlastní režim kontrakce. Plocha obdélníku $F \cdot v$ odpovídá příslušnému výkonu. Maximální výkon je dosažen při zatížení svalu třetinovou silou, než je síla odpovídající maximální izometrické kontrakci při daném stupni stimulace. Účinnost svalu je asi 17%. Hillův model svalu je tvořen sériovým elastickým prvkem představujícím viskoelastické vlastnosti aktivního (excitovaného) svalu (vazby aktinu a myozinu) a paralelním prvkem zastupujícím vlastnosti relaxovaného sval (vazivová tkáň, cévy a inervace).“



Obrázek 7: Hillova rovnice: Portál FTVS UK, Katedra anatomie a biomechaniky

[online]. [cit. 6. 7. 2020]. Dostupné z: https://ftvs.cuni.cz/FTVS-1399-version1-bot6_9.gif

4 POHYBOVÉ SCHOPNOSTI

Vysvětlili jsme si princip funkce svalu, zaměřili jsme pohled na mechanický výkon svalu v závislosti na zátěži i aktivním stavu svalu a rozebrali silovou kontrakci v dostačující míře. Následující kapitola charakterizuje již samotný pohyb a diferencuje jednotlivé složky schopností sportovce.

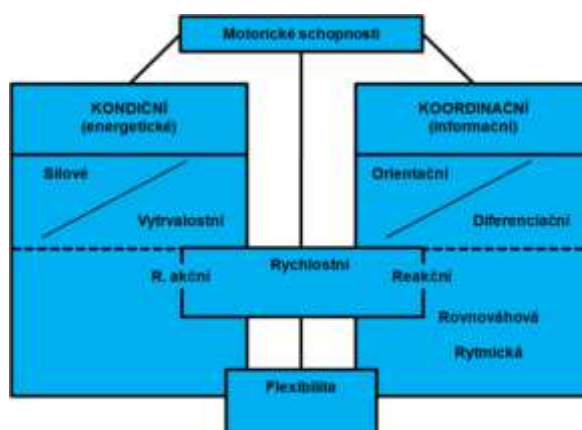
4.1 Motorické schopnosti

Měkota a Novosad (2005) charakterizují pohybové (motorické schopnosti): „Motorické schopnosti jsou obecné rysy (vlastnosti) či kapacity, které pokládají výkonnost v řadě pohybových dovedností.“ Měkota a Cuberek (2007) vyznačují odlišnost mezi schopností a dovedností. Schopnost je jasně geneticky podmíněna a dovednost je učením získaná. Stupeň motorických schopností je možno s určitou pravděpodobností predikovat.

Zvonař a Duvač (2011) uvádí, že pohybové schopnosti zahrnují souhrn vnitřních předpokladů, kdy pohybu se taktéž účastní fyziologie člověka. Jsou to funkční změny, ke kterým během pohybové zátěže dochází. Genetika ovlivňuje pohybové schopnosti a předurčuje určitou výkonnost a úroveň individuální výkonnosti. Význačným faktorem ve vývoji pohybových dovedností je senzitivní období. Jedná se o období pro růst dané pohybové schopnosti nejvhodnější, protože je dosahováno výrazného zlepšení úrovně pohybu. Dvořáková (2007) v didaktice nejmenších dětí potvrzuje: „Pohyb je založen na biologických základech, v nichž jsou charakterizovány speciální předpoklady pro motorickou činnost jako pohybové schopnosti.“ Pohybové schopnosti mají určité predispozice pro kvalitu pohybu. Jedná se o obratnost, flexibilitu, rychlost, sílu a vytrvalost. Měkota a Novosad (2005) dodávají, že pohybové schopnosti se ukazují až ve výsledcích pohybové činnosti, jinak zůstávají skryté tzv. latentní. Některé schopnosti mají svůj limit a ne každý je schopen provést vrcholné podání dané techniky, např. trojné skoky u krasobruslařů.

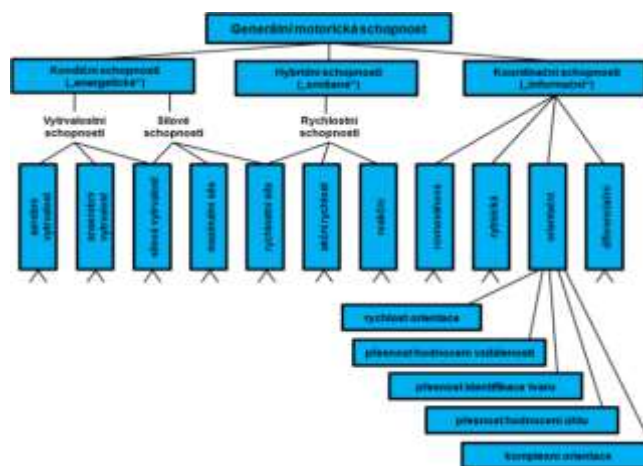
Měkota a Novosad (2005) uvádí, že se při procesu osvojování dovedností rozvíjí schopnosti, které dělíme na tři skupiny (viz obr. 8).

- Kondiční (energetické procesy);
- Koordinační (řídící procesy);
- Hybridní (kombinaci předcházejících schopností).



Obrázek 8: Hrubá taxonomie motorických schopností (zdroj: Měkota a Novosad, 2005)
<https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/fsps/js13/balcvic/web/pages/01-motoricke-schopnosti.html>

Pětivlas (2013) uvádí na portále muni.cz koordinační schopnosti a jejich rozdělení podle Měkota a Novosad (2005); Hájková a kol. (2006): „V případě pohybové koordinace jsou uváděny v soulad především dílčí pohyby či pohybové fáze tak, aby vytvořily harmonický celek pohybového aktu. Koordinační schopnosti jsou podmíněny funkcemi a procesy pohybové koordinace, jsou spjaty především s řízením a regulací pohybové činnosti. Sem řadíme schopnosti orientační, diferenční, reakční, rovnovážové, rytmické aj.“ Hierarchické uspořádání motorických schopností (viz obr. 9).



Obrázek 9: Hierarchické uspořádání motorických schopností (zdroj: Měkota, Novosad, 2005)
<https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/fsps/js13/balcvic/web/pages/01-motoricke-schopnosti>

4.2 Charakteristika silových schopností

Pro charakteristiku silových schopností je podstatný úhel pohledu a proto se nám nabízí vícero definic. Zatsiorsky a Kraemer (2014) vymezují sílu jako schopnost prostřednictvím svalového úsilí překonávat vnější odpory anebo s nimi spolupůsobit. Lehnert a kol. (2010) ji popisují takto: „Síla je schopnost překonávat, udržovat nebo brzdit odpor svalovou kontrakcí při dynamickém nebo statickém režimu svalové činnosti.“

Definice dle Periče a Dovalila (2010): „Silové schopnosti jsou definovány jako schopnost překonávat či udržovat vnější odpor svalovou kontrakcí.“ Verkhoshansky a Stiff (2003) uvádí: „Síla je výsledkem svalové činnosti zahájené a řízené elektrickými procesy nervovou soustavou těla člověka. Dále je definována jako schopnost svalů vytvářet svalovou sílu ve specifických podmínkách.“ Je velmi mnoho pohledů na charakteristiku silových schopností.

Grasgruber a Cacek (2008) se zaměřují na pohled v úrovních fyziologie, kde svalová síla je podmíněna především množstvím svalových vláken a úrovní mužského hormonu (testosteronu). Následkem silového tréninku tělesný testosteron vzrůstá a klesá, což je podmíněno intenzitou cvičení. Výsledkem je anabolický efekt. Každý autor stanoví svůj pohled, ale všichni mají totožné závěry.

Dovalil a Perič (2010) pohlíží na všechny složky výkonu. Silové schopnosti se výrazně podílejí na stavbě sportovního výkonu a výsledný výkon ovlivňují. Účinek silových schopností je proces individuální a nejprve záleží na orientaci a specializaci disciplíny nebo sportu. Dále definují: „Dle specifické potřeby daného sportu by měly být vždy silové schopnosti záměrně ovlivňovány od základního všeobecného rozvoje až po maxima komplexu nebo jednotlivé silové schopnosti.“

Lehnert a kol. (2010) popisují rozvoj silových schopností v různorodých vzorech cvičení.

- Překonáváním nemaximálního odporu, ale zato s maximální rychlostí;
- Překonáváním velkého vnějšího odporu;
- Použitím velkého počtu opakování, pro nemaximální rychlost a odpor.

V bakalářské práci Pfeifer (2018) jsme uváděli Měkotu a Novosada (2005): „Sílu člověka definujeme jako schopnost překonávat odpor vnějšího prostředí pomocí svalového úsilí.“ Ehlenz a kol. (2003) popisují svalovou sílu jako schopnost nervově-svalového aparátu za pomoci svalové kontrakce překonávat odpor, udržovat vnější odpor anebo působit proti němu. Perič a Dovalil (2010) sílu rozdělují dle druhu působení odporu, popisují a klasifikují silové schopnosti. Člení je na vnější projev, typ činnosti svalstva a na potřeby rozvoje. Dále nabízí pohled na možnosti překonávání silového odporu v některých sportech.

- Velký odpor náčiní – vrhy, hody vzpírání,
- odpor vlastního těla – skoky a gymnastika,
- aktivní odpor soupeře – úpolové sporty,
- odpor prostředí např. veslování, plavání, lyžování, cyklistika,
- kontaktní sportovní hry, kdy hráči překonávají aktivní odpor soupeře.

4.3 Typy svalové činnosti

Hougluma a Bertoti (2012) diferencují sílu do tří skupin.

- Dynamická a tu dále člení:
 - excentrická;
 - koncentrická;
 - izokinetická – je to síla, která je vyvíjena proti nestálému odporu i rychlosti.
- Izometrická.
- Izokinetická síla.

Dovalil (2009) rozděluje svalové činnosti.

- Dynamicko-excentrická, negativně dynamická akce, kdy se svalová vlákna protahují (např. dopad po výskoku);
- dynamicko-koncentrická, pozitivně dynamická, kdy se svalová vlákna zkracují, během aktivity se mění intramuskulární napětí (např. při odrazu, hodu);
- statická síla, je to schopnost vyvinout sílu v izometrické kontrakci, svalová činnost nevykonává pohyb, břemeno se udržuje ve statické poloze (např. sjezdové lyžování).

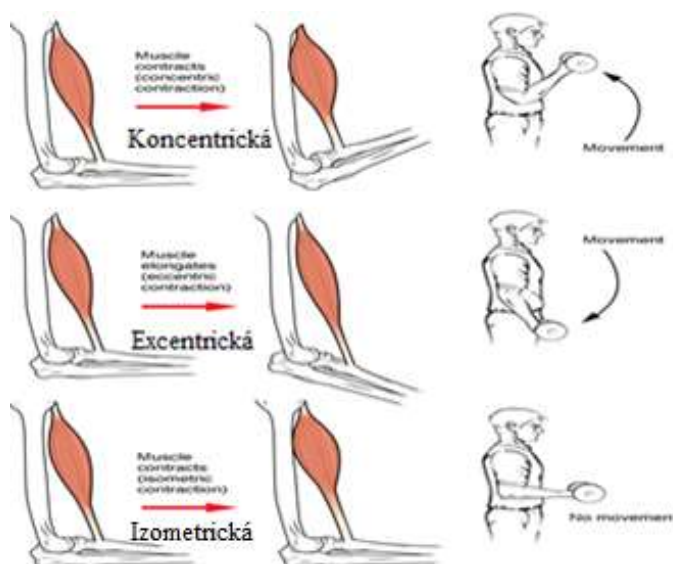
Ehlenz a kol. (2003) ji rozlišují na dvě kategorie.

- Izotonická: izotonické – dynamické napětí svalu zůstává stejné, ale mění se délka svalu a dále se dělí;
 - koncentrická, kde se sval zkracuje a napětí se nemění;
 - excentrická, brzdivá, sval se násilím protahuje a napětí se nemění.
- Izometrická: izometrické – statické napětí se zvyšuje, délka svalu se nemění, ale vzrůstá napětí svalu.

Browne (2015) doplňuje: „Během izotonických kontrakcí se délka svalu mění tak, aby pohybovala zátěží. Během izometrických kontrakcí se délka svalu nemění, protože zátěž překračuje napětí, které může sval vytvořit“. Zařazení silových schopností do hierarchického systému podle Zatsiorskyho a Kraemera. (2006)

- Statická síla – izometrická anebo pomalá koncentrická svalová práce.
- Dynamická síla – rychlé koncentrické pohyby.
- Excentrická síla – excentrická svalová práce.

Stopanni (2006) a Browne (2015) dělí sílu do tří kategorií. Obrázek nám charakterizuje základní typy svalové činnosti proti odporu. Třídí se na koncentrickou, excentrickou a izometrickou (viz obr. 10).



Obrázek 10: Základní typy svalové činnosti proti odporu (Browne, 2015), upraveno <http://cnx.org/content/m48501/latest/>

Perič a Dovalil (2010) upřesňují, že vztah velikosti a rychlosti břemene je možno dále třídit (viz tab. 3).

- Výbušná – explozivní síla, maximální zrychlení s nízkým odporem (např. odrazy, hody).
- Rychlá síla, mluvíme o nemaximálním zrychlení za pomoci nízkého odporu (např. překážkový běh).
- Vytrvalostní síla, je činnost s nízkým odporem a stálou rychlostí, též jako schopnost překonávat nemaximální odpor s delší dobou zátěže (např. veslování).

Tabulka 3: Velikost odporu, rychlosti pohybu a trvání pohybu (Dovalil, 2002)

Druh silové schopnosti	Velikost odporu	Rychlost pohybu	Trvání pohybu
Absolutní	Maximální	Malá	Krátce
Rychlá	Nemaximální	Maximální	Krátce
Vytrvalostní	Nemaximální	Nemaximální	Dlouho

Vztah velikosti a rychlosti břemene je možno dále segmentovat. Základní pohled na problematiku síly je její využití ve sportovní zátěži a na diferencování druhu síly pro konkrétní sport. Pojednáváme o pěti druzích síly, které si teď popíšeme.

- Maximální síla;
- rychlá síla;
- výbušná síla;
- reaktivní síla;
- a silová vytrvalost.

Maximální síla

Zatsiorskij (2000) charakterizuje maximální sílu jako: „Schopnost určité skupiny svalu vyvinout maximální volní kontrakci v závislosti na volní motivaci.“ Popis síly podle Stopaniho (2008): „Maximální síla je nejvyšší množství síly, jež je sval nebo skupina svalů schopna utvořit při určitém lokomočním výkonu za jediné opakovací maximum.“ Perič a Dovalil (2010) pohlíží na maximální sílu taktéž jako na vzpírání břemene malou rychlostí, kdy se překonává maximální odpor. Hohmann a kol. (2010) uvádí vznik maximální síly a to prostřednictvím vědomé kontrakce až na hranici maximální aktivace. Velikost úrovně aktivace je závislá na intramuskulární a intermuskulární koordinaci.

Z pohledu fyziologie Kurz (2001) popisuje, že aktivací co nejpočetnějšího množství motorických jednotek a svalových vláken se generuje maximální síla. Centrální nervová soustava omezí kvantum aktivovaných motorických jednotek a nechává si takzvanou rezervu v případě potřebné nouze. Křištofič (2014) dodává, že množství aktivovaných svalových vláken je součet plochy v průřezu. S velikostí aktivace se zvětšuje maximální síla.

Rychlá síla

Pojďme se podívat na rychlou sílu z pohledu více autorů. Lehnert a kol. (2014) ji popisují takto: „V souvislosti se sportovními výkony je třeba rychlou sílu hodnotit ze dvou hledisek. Jde-li o provedení pohybu maximální rychlosti v nejkratším čase, jedná se o startovní sílu (ve sportovních disciplínách s vysokými nároky na rychlost při zahájení pohybu, např. při startu ve sprintu, úderu v boxu, kopu ve fotbale apod.). Jde-li o dosažení co nejvyšší rychlosti v konečné fázi pohybu, jedná se o explozivní (výbušnou) sílu (např. při podání v tenise, odrazu na smič ve volejbale, skoku vysokém nebo dalekém apod.).“

Perič a Dovalil (2010) uvádí, že rychlá síla je celistvá schopnost vytvořit co nejrychleji co největší impuls opírající se o maximální zrychlení v nízkém odporu. Měkota a Novosad (2005) popisují rychlost jako schopnost vykonat krátkodobou pohybovou činnost do 20 s v dané situaci, a to co nejrychleji. Osten (2005) charakterizuje rychlost jako způsobilost realizovat krátkodobý pohyb s maximální dosažitelnou rychlostí a s nejvyšším úsilím bez výrazného vnějšího odporu. Perič a Dovalil (2010) rozlišují tři druhy rychlosti, které na sebe navzájem působí, ale jsou na sobě nezávislé. Důležitými prvky pro rozvoj rychlosti jsou vysoká motivace a koncentrace. Při rozvoji jedné z rychlostí nelze rozvíjet ostatní rychlosti. Jeřábek (2008) definuje tři rychlosti.

Tři druhy rychlosti a jejich rozdělení

- Reakční rychlost je doba, která uběhne od momentu, kdy je dán povel k realizaci nějaké pohybu až do momentu jeho zahájení.
- Akční rychlost – rychlost jednotlivých pohybů.
- Rychlost frekvence, nebo taktéž reakční doba, je podřízená nejen druhu signálu, ale rovněž stavu připravenosti nervové soustavy, elasticitě svalstva a též kloubní pohyblivosti. (Jeřábek, 2008)

Perič a Dovalil (2010) dodávají, že interval odpočinku mezi cviky nebo sériemi musí být dostačující pro regeneraci svalů. Rychlost je možno natrénovat asi z 20 %, kdy senzitivní období pro rozvoj rychlosti je v rozmezí mezi 7. a 11. rokem. Rychlostní schopnost je otázka dědičné vybavenosti.

Zatsiorsky a Kraemer (2014) popisují, že explozivní síla je svalová činnost, která se uskutečňuje v pohybovém cyklu zkrácení a natažení. Jsou to samostatné složky motorických funkcí. Explozivní síla podle Dovalila a Periče (2010) je znázorněna jako maximální akcelerace s nízkým odporem. Hohman, a kol. (2010) popisují závislost maximální síly a výbušné síly. Síly jsou ve vzájemné závislosti o velikosti síly a odporu břemene. Jansa a Dovalil (2009) vyjadřují rychlou sílu, jako překonání nemaximálního odporu s vysokou až maximální rychlostí. Lehnert a kol. (2014) upřesňují, že explozivní síla se uplatňuje při činnostech s překonáváním zátěže větší než 20 % izometrické maximální síly.

Reaktivní síla

Lehnert a kol. (2014) pohlíží na reaktivní sílu v cyklu zkrácení a natažení za předpokladu nejvhodnějšího silového impulzu. Během amortizační fáze dochází ke kumulaci elastické energie, kde další fází je maximální akcelerace reaktivního pohybu. Reaktivní síla – je síla, která umožňuje svalový výkon, během kterého dochází k cyklu protažení a následného zkrácení svalu. Tento cyklus má za následek vyvolání zvýšení silového impulzu. Velikost tohoto impulzu se odvíjí od úrovně maximální síly, rychlosti svalového stahu a elasticity svalu. Měkota a Novosad (2005) dodávají, že reaktivní síla je excentricko-koncentrická činnost za působení potencionální aktivity a to v co nejrychlejším spojení obou úseků činnosti (< 200 m/s). (Např. plyometrické provedení cviků, sportovní hry).

Vytrvalostní síla

Vytrvalostní síla dle Siffa (2003) je specifický projev síly, který se objevuje při aktivitách s déle trvajícím svalovým napětím, ale s malým snížením efektivnosti. Lehnert a kol. (2005) popisují vytrvalost jako schopnost čelit únavě organismu při dlouhodobé silové činnosti. Je možno ji členit na statickou silovou vytrvalost a dynamickou silovou vytrvalost. Perič a Dovalil (2010) definují silovou vytrvalost jako předpoklad provádět činnost nižší intenzitou, než je intenzita maximální a to po nezbytně vymezenou dobu, ale s maximální možnou intenzitou.

4.4 Metodotvorné komponenty

Metodotvorné činitele hrají podstatnou roli v naplánování a načasování hledaného postaktivačního potenciálu (PAP). Lehnert a kol. (2010) definují, že sportovní trénink je adaptace nervosvalového systému. Adaptační transformace se vyvíjí na úrovni biochemické, fyziologické a morfologické, ale taktéž i na strukturální úrovni. Adaptační nároky na vývoj dílčích druhů síly je nutné efektivně propojit s metodotvornými činiteli. Stoppani (2006) označuje metodotvorné činitele jako zátěžové parametry, které jsou tréninkově proměnné. Do tohoto souhrnu činitelů připojuje výběr cviků a jejich sled. Stoppani (2008) dodává, že jedním z nejpodstatnějších metodotvorných činitelů je volba cviku a velikost odporu. Brown (2017) naopak mezi složky nedává volbu cviku a nepočítá s rychlostí pohybu. Petr a Štastný (2012) taktéž označují metodotvorné činitele jako „činitele zátěžových parametrů“. Intervalem odpočinku a charakterem odpočinku se budeme zabývat v další kapitole, kde budeme hledat tento vztah.

Velikost odporu, počet opakování, rychlost opakování

Z hlediska velikosti odporu je vhodné používat pojem opakovací maximum (OM). Velikost 100 % OM je maximální hmotnost, kterou je možno přemístit maximálně jednou. Dále si popíšeme jednotlivé metodotvorné složky podle Periče a Dovalila (2010). Nadefinujeme si, co je velikost odporu, počet opakování, rychlost provedení pohybu a typ odporu.

Velikost odporu

- Hmotnost použitého břemene;
- reakce pevné opory;
- síla partnera, nebo odpor trenažéru.

Počet opakování

Stanovuje počet provedení daného cviku. Velikost odporu musí být dostačující pro vykonání více než jednoho opakování s maximálním úsilím.

Rychlost provedení pohybu

Jedná se o maximální rychlost pro vykonání pohybu, zesiluje se svalové napětí. Čím větší je počet opakování, tím větší je promítnutí rychlosti do svalové reže.

Typ odporu

- Vlastní odpor těla či soupeře;
- odpor břemene;
- odpor prostředí.

Zahradník a kol. (2012) uvádí tabulku, která znázorňuje vztah mezi submaximální zátěží vypočítanou jako procento 1RM a počtu opakování, kterých lze dosáhnout s touto zátěží. 100 % z 1RM umožňuje sportovci provést jedno opakování, (viz tab. 4).

Tabulka 4: Procento 1RM a počet možných opakování, Zahradník a kol. (2012)
<http://www.fsps.muni.cz/emuni/data/reader/book-5/07.html> (upraveno)

% 1RM	Počet povolených opakování
100	1
95	2
93	3
90	4
87	5
85	6
83	7
80	8
77	9
75	10
70	11
67	12
65	15

4.4.1 Interval a charakter odpočinku

Charakter odpočinku

Petr a Šťastný (2012) uvádí, že dalším důležitým komponentem jsou takzvané doplňkové parametry, jako interval a charakter odpočinku. Charakter odpočinku zahrnuje dva druhy odpočinku, aktivní a pasivní.

Aktivní odpočinek

Někteří sportovci zařazují aktivní odpočinek během cvičení, kdy zařazují lehké protahovací cviky. Ovšem nepanuje shoda, zda varianta protahovacích cvičení je vhodná v přestávkách prováděných cvičení. Může docházet ke snížení napětí. Shurman a Shurman (2009) udávají vhodnou intenzitu srdeční frekvence pro aktivní odpočinek. Hodnota, která by se neměla převýšit, je 60–65 % maxima SF. Následující autoři Hošková a kol. (2010) uvádí, že na regeneraci můžeme hledět taktéž z hlediska času, kdy mluvíme o časně či pozdní regeneraci.

Pasivní odpočinek

Pasivním odpočinkem je míněno setrvávání těla v poloze s minimálním pohybem např. v sedu, lehu.

Interval odpočinku

Perič a Dovalil (2010) přiřazují interval odpočinku (IO) k druhu aktivity a jejího energetického krytí. Vznik silových schopností je zabezpečován zejména z ATP-CP zóny. Autoři dále popisují odlišné intervaly IO z hlediska potřeb silové anebo vytrvalostní zátěže. Vacula a kol. (1983) poukazují, že délka IO je závislá na vztahu úplného, nebo částečného obnovení sil. Tento pohled je pro nás důležitý, protože IO je důležitá složka požadovaného potenciačního navýšení výkonu organismu. Délka IO je závislá na pokrytí energetických zón, které jsou závislé na vykonávané aktivitě. To znamená, že délku odpočinku je vhodné volit v souvislosti s energetickými zónami, které zajišťují stanovený pohyb.

Lehnert a Novosad (2010) dělí interval odpočinku.

- Krátký IO je do 1 minuty, je potřebný pro rozvoj silové vytrvalosti;
- střední IO je od 1 do 3 minut, je potřebný pro rozvoj rychlé síly;
- dlouhý IO je odpočinek přes 3 minuty, je potřebný pro rozvoj maximální síly.

Jansa a Dovalil (2007) dotvrzují, že 2–3 minuty trvá přiměřený odpočinek mezi jednotlivými opakováními, což je důležité pro rozvoj silových schopností. Stoppani (2008) formuluje pravidlo o velikosti odporu a počtu opakování, (viz tab. 5).

Tabulka 5: Pravidlo o velikosti odporu a počtu opakování, Stoppani (2008)

Velikost odporu	Interval odpočinku
5 OM >	>5 min
5–7 OM	3–5 min
8–10 OM	2–3 min
11–13 OM	1–2 min

Petr a Šťastný (2012) popisují vliv délky intervalu odpočinku na množství aktivované svaloviny. Čím více zapojených svalů, tím větší je potřeba pro delší interval odpočinku. Například při provedení těžkého pozvedu (mrtvý tah) je potřeba delšího odpočinku mezi sériemi než kupříkladu u cviků na paže. Všeobecně platí, že čím nižší je počet opakování, tím delší je IO, (viz tab. 6).

Tabulka 6: Vztah intervalu na silovou schopnost (Petra a Šťastný, 2012)



Tempo

Jebavý a kol. (2017) popisují vliv tempa u silových cviků pro jednotlivé kontrakce (koncentrická, izometrická a excentrická): „Silové cviky jsou v praxi u jednotlivých často provedeny přesnou rychlostí v jednotlivých fázích tempem. Pro určení rychlosti se zavedlo časování z odlišného tempa u všech typů kontrakcí. Rozdílné tempo provedení jednotlivých kontrakcí má za důsledek vyšší přírůstek síly. Je to dané tím, že u každého cviku rozlišujeme

tři druhy svalové kontrakce a každý druh kontrakce působí na svaly odlišným způsobem.“ Petr a Šťastný (2012) a Poliquin (2001) rozdělují pohyb při cvičení na čtyři fáze, kdy číslo označuje tempo svalové kontrakce:

- 4 – excentrická fáze;
- 0 – izometrická fáze;
- 1 – koncentrická fáze;
- 1 – izometrická fáze před dalším opakováním.

Rozsah pohybu

Petr a Šťastný (2012) uvádí, že maximální rozsah pohybu pro dynamické činnosti přináší určitá rizika a hrozí zranění. Částečným omezením rozsahu pohybu jsme schopni zvýšit nejenom bezpečnost, ale při správném načasování a technickém provedení je možnost lepší stimulace a koordinace síly. Využití plného rozsahu je nejvhodnější v přípravném období, kdy stimulujeme silové schopnosti (maximální, vytrvalostní síla). Z hlediska prevence zranění se nám nabízí určité omezení pohybu pro předzávodní období, kdy rychlost provedení pohybového úkolu doasahuje maxima.

5 METODOTVORNÉ KOMPONENTY PRO TONZACI

V této kapitole se snažíme najít, jak velký odpor a počet opakování je třeba pro nastavení potenciace. Z dostupných studií vyplývá, že spodní hranice pro aktivaci je 60 % OM a dále. Je to značně nejednoznačné. Pohybujeme se i na hranici svalového odporu kolem 140 % OM. Názory i studie se liší ve výběru druhu činnosti pro samotný vznik svalové kontrakce, například izometrické a dynamické provedení. Babaulta (2008); Esformese a kol. (2011), upřesňují, že je pozorován větší rozvoj síly po izometrické kontrakci oproti kontrakci dynamické. Stejně tak je nárůst u izometrických kontrakcí oproti koncentrickým, eventuálně že excentrické vedou nad koncentricko--excentrickými.

Abbate a kol. (2002) taktéž popisují, že PAP zvyšuje sílu soustředných kontrakcí. Vyšší frekvence efektivnosti je PAP u rychlé koncentrické kontrakce než u izometrické kontrakce. Odezva na velikost zatížení se jeví až od více než 80 % pro vyvolání potenciovaného stavu. Účinky PAP jsou vysoce individualizované, a proto by metodika měla být speciálně navržena pro každého sportovce zvlášť, aby se maximalizovaly výsledky. Potenciace odkazuje na akutní nabuzení neuromuskulárního systému po nějaké formě cvičení (např. 5RM pro dřep). Bylo prokázáno, že toto akutní nabuzení zlepšuje následné výbušné výkony, jako je dřep s výskokem (CMJ), nebo sprint. Provedením 5RM pro dřep a to několik minut před provedením výbušného cvičení (např. CMJ nebo sprintu), můžete zlepšit výkon. Tento postup 5RM byl prokázán u skoků, sprintů, hodů, kopů anebo pro změnu směru při rychlostním výkonu.

Wilson a kol. (2013) uvádí, že neexistuje žádná jasná shoda ohledně potřebných faktorů k optimalizaci potenciace postaktivace (PAP) po kondiční aktivitě. Proto byla provedena metaanalýza, jež zpracovala výsledky stavu tréninku, objemu, délky odpočinku, kondiční aktivity a pohlaví na zvýšení výkonu v důsledku PAP. Výsledky byly získány celkem z 32 primárních studií, které splňovaly kritéria pro zkoumání účinků PAP. Byl proveden výpočet a analýza velikosti účinku. Tato rozsáhlá studie, nám též napověděla možný vhodný interval odpočinku a velikost zátěže dle pohlaví (IO 10 min, ženy).

Analýza

Byly vypočítány popisné statistiky a k identifikaci rozdílů mezi stavem tréninku, pohlavím, kondiční aktivitou, intenzitou, objemem a dobou odpočinku s úrovní významnosti

nastavenou na $p < 0,05$ byla použita jednorozměrná analýza rozptylu podle skupin. Vypočítali velikost efektu síly ES a shoda jednotlivých případů byla stanovena vydělením kódovaných proměnných stejným počtem celkových proměnných. K přijetí bylo zapotřebí průměrné dohody 0,90. Průměrná shoda pro tuto analýzu byla 0,97.

- Průměrný efekt síly (ES) byl 0,38 a po kondiční aktivitě ($p < 0,05$).
- Jsou významné rozdíly mezi mírnou intenzitou (60–84 %) 1,06 a velkou intenzitou (> 85 %) 0,31 ($p < 0,05$).
- Jsou významné rozdíly mezi jednotlivými sériemi 0,24 a více sériemi 0,66 ($p < 0,05$).

Významné rozdíly byly mezi netrénovanými osobami 0,14 a sportovci 0,81 a také mezi trénovanými 0,29 a sportovci 0,81.

- Interval odpočinku 7–10 minut (0,7) po kondiční činnosti vedla k většímu ES,
- Interval odpočinku 3–7 minut pouze (0,54).
- Interval odpočinku > 10 minut pouze (0,02), ($p < 0,05$).

Primární výsledek této studie je, že kondiční aktivita zvýšila výkon a tyto účinky se zvýšily s tréninkovými zkušenostmi, ale významně se nelišily mezi pohlavími. Optimálním stavem pro potenciaci je více sérií prováděných při mírné intenzitě a za využití intervalu odpočinku (7–10 minut). Největší přínos PAP se projevil u sportovců s více než třemi lety tréninkových zkušeností.

Legrange (2020) se domnívá, že základ přípravy spočívá již v samotném základním tréninku a to s relativně těžkými břemeny (80–90 % z 1RM), protože byl prokázán větší nárůst svalové síly než při práci s lehčími břemeny. Dalším stupněm, jak zvýšit sílu sportovce a rychlost vývoje síly (RFD), je plyometrický trénink. Ten vede ke zlepšení síly, rychlosti, změny směru, rovnováhy a skokového výkonu v dynamických pohybech, jako je schopnost sprintu, zlepšení ukládání a využití energetický zásob. Zvýšením charakteristiky napětí se zlepšuje motorická koordinace a svalová preaktivita.

Verkoshansky (1986) ve své starší studii uvádí, že nejvhodnější zatížení pro aktivaci je 90 % pro 1RM. Krčmár (2014) se rovněž domnívá, že z hlediska potenciace je potřeba nalézt příslušnou velikost odporu. Fyziologický stimul se nalézá na hranici úrovně 80–100 % OM a pohybu vysoké intenzity i rychlosti. Golaš a kol. (2016) se taktéž domnívají, že potenciace po aktivaci (PAP) vykazuje zlepšený výkon během pohybů vyžadujících velký svalový výkon po kontrakcích a to za podmínek téměř maximálního zatížení.

Lockie a kol. (2017) popisují v průřezu různých studií, že byly použity různé intervaly odporu a odpočinku. Každý z vědeckých postupů PAP je vhodný pro jiného sportovce. Velikost odporu 60 % z 1RM až 90 % z 1RM vykazují potenciální odezvy. Nejvýznamnější účinky pro lineární rychlost byly zjištěny při mírné velikosti odporu a to 60 % 1RM, nebo těžkém zatížení 85 % 1RM. Toto rozpětí není směrodatné pro každého sportovce.

Golaš a kol. (2016) zkoumali účinky PAP na výkon při výbušných motorických činnostech. Současný přístup k experimentům zahrnoval individualizovanou dobu zotavení IRT (z angl. individualized recovery time) mezi kondičním cvičením a výbušnou aktivitou. Studie se zúčastnilo třicet, dobře trénovaných sportovců, ze 3 různých sportovních disciplín. Všichni sportovci prováděli intenzivně zatíženou kondiční aktivitu (80–130 % 1RM) následovanou biomechanicky obdobným výbušným cvičením, během kterého se hodnotil výkon (W), nebo rychlost vývoje energie (W / s / kg). Výsledky experimentu potvrdily účinnost PAP u dobře trénovaných sportovců při výbušných motorických činnostech jako je skákání, házení a tlačení. Výzkum navíc ukázal, že excentrické supramaximální intenzity (130 % 1RM) mohou být účinné při vyvolávání PAP u sportovců se silovým tréninkem. Studie ukázala, že IRT by měla být individualizovaná, poněvadž sportovci se liší úrovní síly, zkušenostmi se cvičením a strukturou svalových vláken.

DeRenne (2010) definoval rozdílné postupy zatížení v protokolu PAP a popsal přínos aktivace a její výsledek, (viz tab. 7 a 8).

Tabulka 7: Doporučené silové zatížení k vyvolání PAP (DeRenne, 2010)upraveno

MUŽI	Tonizace prostřednictvím silového zatížení	Interval odpočinku	Výsledky
Atletika: Vertikální a horizontální skoky	<u>Podřepy:</u> 3–5 sérií, 1–3 opakování se zatížením na úrovni 60–90 % 1RM	3 min.	Zlepšení výkonnosti
Atletika: Sprinty	<u>Dřepy:</u> 1–3 opakování se zatížením na úrovni 90 % 1RM	5–10 min.	Zlepšení výkonnosti na 20 metrů, akcelerační rychlost
Ragby	<u>Dřepy:</u> 1 série, 5 opakování se zatížením na úrovni 100 % 5RM	5 min.	Zlepšení výkonnosti na 20 a 30 metrů, akcelerační rychlost
Basketbal, volejbal, házená, fotbal	<u>Podřepy:</u> 1 série, 10 opakování se zatížením na úrovni 90 % 1RM	5 min.	Zlepšení výkonnosti na 10 a 20 metrů, akcelerační rychlost

Tabulka 8: Doporučené silové zatížení k vyvolání PAP (DeRenne, 2010).upraveno

ŽENY	Tonizace prostřednictvím silového zatížení	Interval odpočinku	Výsledky
Atletika: Sprinty a skoky	<u>Podřepy:</u> 1 série, 4 opakování se zatížením na úrovni 100 % 4RM	9 min.	Zlepšení výkonnosti v běhu na 100 metrů
Hokej a softball	<u>Podřepy:</u> 2 série, 4 opakování se zatížením na úrovni 30 % 3RM	5 min.	Zlepšení Výkonnosti

Jedním ze cviků našeho zkoumání byl tlak vleže s osou (bench-press). Ve studii Ferreira a kol. (2012) hledali vztah využití metody efektu PAP ke zvýšení výkonu v úkolech specializovaných na zvětšení výkonu horní části těla. Cílem této studie bylo zjistit, zda se výkon během cvičení na bench-pressu zvýšil, když mu předcházelo 1 opakovací maximum (1RM) ve stejném cvičení. Zároveň také určit, který časový interval může optimalizovat odpověď na PAP. Měření se realizovalo přes zařízení Peak Power, které analyzuje informace o velikosti zatížení, čase, přemístění. Dále vypočítává rychlost, zrychlení a výkon. Tyto výpočty se provádějí jak v koncentrické, tak v excentrické fázi. Každý účastník studie provedl cvik bench-press o velikosti 1RM. Během měření výstupního výkonu subjekty prováděly 1 sérii s 6 opakováními a s použitím 50 % zátěže 1RM po době odpočinku. Výkony byly s různými intervaly pro zotavení (1, 3, 5 a 7 minut) provedenými v náhodně stanovených dnech. Po 7 minutách intervalu pro zotavení došlo k významnému zvýšení PAP v koncentrických kontrakcích. Výsledky napověděly, že 7 minut zotavení vedlo k zvýšení PAP v bench-pressu. Nabízí se nám možný způsob zesílení výkonu v úkolech orientovaných na zvýšení výkonu horní části těla.

5.1 Ideální doba odpočinku pro post-aktivační potenciaci

Jedním z parametrů úspěšné tonizace je zjištění ideální doby odpočinku pro post-aktivační potenciaci. Hranice pro kratší časový interval již máme, ale v případě delšího intervalu odpočinku (např. do hodiny) jsme žádná data nenalezli. Pro timing atletů, kteří čekají na start po rozcvičení třeba 45 min, nejsou známé studie, ani data o možnosti středních zotavných pásem kolem jedné hodiny. Z pohledu našeho i z výsledků navštívených studií vyplývá, že se nůžky časového rozpětí rozevírají na 3–12 minutách.

Hilfiker a kol. 2007, Vávák (2007), Wilson a kol. (2013) a mnoho dalších potvrzují, že doposud žádná studie jednoznačně nenastavila optimální interval odpočinku. Je různý a stále se hledá. Stejný závěr platí o ostatních činitelích pro tonizaci (PAP).

Shrnutí získaných dat a závěrů o délce IO

- Gapfer a kol. (2020) uvádí, že PAP efekt vrcholí přibližně 4–8 minut po aktivaci.
- Gilmorová a kol. (2020) prozrazují, že existuje významný kvadratický trend, kdy rychlost odpalu vrcholí na 6 minutách.
- Ferreira a kol. (2012) naznačili, že 7 minut zotavení způsobilo zvýšení PAP v bench pressu.
- Wolker (2016) tvrdí, že dosud není ujednocen vědecký přehled, který se pokusil identifikovat optimální dobu odpočinku mezi aktivačním cvičením a výkonem. Zatím se nám jeví možné trvání mezi 3–12 minutami jako nejúčinnější.
- Ferreira a kol. (2012) popisují, že existují náznaky o nejlepším účinku PAP pro horní část těla, který nastává mezi 8–12 minutami.
- Wilson a kol. (2013) vypracovali průřez 32 studiemi a výsledek zkoumání je, že IO 7–10 minut po kondiční činnosti vede k většímu nárůstu efektu síly.
- DeRenne (2010) vymezil různé metody zatížení pro různé sporty – kolektivní anebo individuální. Uvádí časový horizont 5–10 minut pro přínos PAP aktivace.
- Golaš a kol. (2016) prozrazují, že ve třech experimentech, prováděných hráči basketbalu a atlety (lehké a těžké atletiky), se optimální IRT rovnalo 6 minutám. To odůvodňuje potřebu individualizovat objem a intenzitu.

Tabulka 9: Shrnutí získaných dat o vhodném intervalu odpočinku

Autor	Interval odpočinku [min]												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gapfer a kol. (2020)					X	X	X	X	X				
Gilmorová a kol. (2020)							X						
Ferreira a kol. (2012)									X	X	X	X	X
Ferreira a kol. (2012)								X					
Wolker (2016)				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Wilson a kol. (2013) (32 studií)								X	X	X	X		
DeRenne (2010)						X	X	X	X	X	X		
Golaš a kol. (2016)							X						

LEGENDA:

X – Časový horizont podle autorů.

Nový trend v kolektivních sportech – IO 6 hod

Novým trendem ve sportovním výzkumu je hledání potenciace v delším zotavném poli okolo 6 hodin. Za předpokladu pozitivního nárůstu silové aktivace se domníváme, že využití tak dlouhého IO je přínosem pro kolektivní sporty. Mimo samotné potenciace, jejího udržení a výhod z toho plynoucích, se bude nejspíše také jednat o hledisko organizace větší skupiny hráčů a větší prostor pro individuální potřeby tonizace hráčů. Svoji roli tam nejspíše hrají i biologicko-psychologické faktory a předsoutěžní stavy.

- Villarreal a kol. (2007) uskutečnili studii s hráči volejbalu, kde provedli svalovou aktivaci pomocí zatížení s intenzitou 80–95 % 1RM s intervalem odpočinku 6 hodin od zahřátí. Akutní pozitivní účinky na výkon skákání po zahřátí byly zachovány i po takto dlouhé době.
- Podle Badilliho (2007) postaktivační potenciace (PAP) může přetrvávat až 6 hodin.
- Legrange a kol. (2020) se zaměřili na 6-hodinovou poaktivační potenciaci (PAP) u hráčů hokeje. Výsledky ukázaly, že protokol měl účinek na výkon hokejistů.
- Bompa a kol. (2015) nastavují limity IO pro PAP metodu v horizontu 6–7 hodin a u některých jedinců 24 hod. Efekt vzniká provedením excentrických, nebo koncentrických cviků o velikosti odporu > 80 % 1RM.

5.2 Fyziologický vznik postaktivační potenciace

V předešlé části jsme hledali závěry prací, které by nám pomohly nastavit protokol pro svalovou tonizaci a následný efekt pro svalovou potenciaci. V této části přejdeme k fyziologickému popisu vzniku potenciace – tonizace.

Sale a Digby (2002), Ferreira a kol. (2012), MacIntosh (2002) zmiňují, že pro vysvětlení PAP jsou navrženy dva mechanismy. První pohled je fosforylace myosinových regulačních lehkých řetězců, které zesiluje Ca²⁺ citlivost myofilamentů. Účinkem je vylepšení úrovně myosinové křížové aktivity v reakci na submaximální koncentrace myoplazmatického Ca²⁺. Druhý pohled, který odpovídá za PAP, je ve vztahu s excitací centrálního nervového systému, který po stimulaci těžkého kondicionování vyvolává zvýšení kontraktilní funkce.

Tillin a Bishop (2009), Wolker (2016) popisují vznik post-aktivační potenciace (PAP) tak, že se jedná o indukovanou dobrovolnou kondicionační kontrakci (CC) prováděnou při maximální intenzitě. Je prokázáno, že průběhem kontrakce svalstva dochází ke vzniku maximální síly a také stimulu rychlosti vývoje síly. Mechanismy, kterými vzniká potenciace:

- Fosforylací myosinových regulačních lehkých řetězců.
- Zvýšeným nábořem motorových jednotek vyššího řádu, zesílená H-reflexní odezva.
- Možnou změnou úhlu penalizace vláken. (Větší úhly vedou k větší síle, protože dochází ke zvýšenému balení vláken).

Folland (2008), Jeffreys (2008) a mnoho dalších se staví za základní mechanismus fungování a to je na principu fosforylace lehkých myozinových řetězců. Další hledisko vzniku a podmínek svalové preaktivace jsme též podrobně popisovali v bakalářské práci Pfeifer (2018), kde jsme hledali další vztahy. Ryder (2007) poukazuje na vhodnější využití a zapojení svalových vláken II. typu (rychlá červená vlákna) na rozdíl od typu I (pomalá červená vlákna).

Blazevich a Babault (2019) uvádí, že potenciace po aktivaci (PAP) je popsáný fenomén s krátkým poločasem (~ 28 s), který navyšuje produkci svalové síly při submaximálních hladinách nasycení Ca^{++} (tj. Submaximálních úrovních svalové aktivace). Důvodem potenciace je zesílená fosforylace lehkého řetězce myosinu u svalových vláken II. typu. Účinky byly potvrzeny u lidí měřeními reakcí síly, svalových záškubů a svalové aktivity. Je pozorováno zlepšení až maximální produkce síly, ke kterému dochází několik minut po svalových kontrakcích s vysokou intenzitou. Nejvýraznější je ve svalech s vysokým podílem vláken typu II. Tento efekt je považován za odraz PAP. Průběh fosforylace podporuje nám známý proces PAP. Změny, jako teplota svalů, obsah svalové – buněčné vody a aktivace svalů, mohou napomáhat zvyšování síly. Toto zjištěné vylepšení se nazývá vylepšení výkonu po aktivaci „PAPE“, (z angl..Post-activation performance enhancement), aby se odlišilo od starého PAP. Vylepšení PAPE je nedetekovatelné v časových bodech u maximálního PAP. Je zatím minimum výzkumů o PAP i jeho praktickém významu a to v případech, kdy již proběhlo několik fyziologických procesů ke stimulování a aktivnímu zahřívání svalů. Zatím je mnoho nejasností o mechanismu vedoucímu k akutnímu posílení jak elektricky vyvolané kontrakce síly PAP, tak ovlivnění PAPE. Vystává potřeba výzkumu PAP / PAPE k nalezení definic a určení, zda se jedná o stejné jevy.

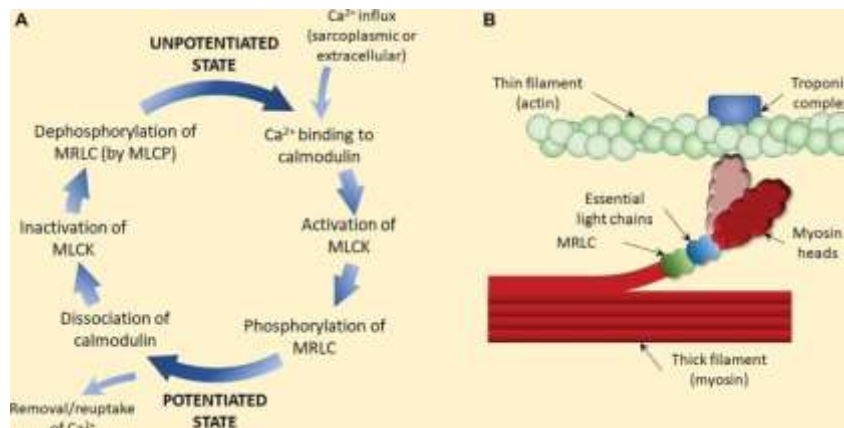
Manning a Stull (2004) popisují, že fosforylace lehkého řetězce myosinu a přeměna fosforylázy byla zkoumána ve vztahu k vývoji izometrického napětí. Po kontrakci se obsah fosfátu lehkého řetězce zvýšil a pre-tetanické hodnoty vzrostly z 0,03 na 0,42 po 4 sekundách a snížily se na kontrolní hodnoty během 20 sekund. Obsah fosfátů lehkého řetězce však klesal mnohem pomaleji a koreloval s post-tetanickým zesílením maximálního napětí záškubů. Naše výsledky naznačují, že fosforylace lehkého řetězce není pro kontrakci povinná, ale může hrát roli v potenciaci po tetanu.

Ganong (2001) popisuje posílení svalového tonu při vzniku kontrakce za principu fosforylace.

- Posílení svalového tonu se účastní transmittery s hormony a depolarizace sarkolemy. Reakcí je navýšení koncentrace Ca^{2+} v cytosolu.
- Extracelulární vápník prostupuje vápníkovým kanálem L-typu.
- Intracelulární vápník vychází ze zdrojů sarkoplazmatického retikula.
- Ca^{2+} se váže na kalmodulin a spolu fosforylují myozin II.
- Fosforylace aktivuje ATPázovou aktivitu myozinu.
- Vzniká aktivace a interakce s aktinem a to za vzniku aktino-myozinového komplexu.
- Navázáním Ca^{2+} na caldesmon dojde k jeho uvolnění od aktintropomyozinového komplexu a vzniká kontrakce.

Horák (2017) ve své práci „Fenomén post-aktivační potenciace (PAP)“ shrnuje autory a uvádí. Spřažení excitace a kontrakce svalu nabývá na bázi posunu hodnoty membránového napětí, takzvané depolarizace. Depolarizace membrány sarkoplazmatického retikula slouží k otevření napětíově závislých Ca kanálů a vylučování iontů vápníku do cytoplasmy svalové buňky. V buňce vzniká vazba na troponin C a zároveň Ca-senzitivní konzervativní protein zvaný Calcium-modulated protein, tzv. Calmodulin. Calmodulin. Ten má účel tzv. second messengeru a je druhým nositelem pro přenášení extracelulárního signálu intracelulárně. Calmodulin napomáhá při vzniku a utváření svalové kontrakce. Stull (2011) také uvádí, smysl navýšení v činnosti iontů je ve vazbě iontů Ca^{2+} a jejich dalšího oboustranného působení s kinázou MLCK (z angl.. myosin light chain kinase). MLCK – kináza lehkého řetězce myozinu je odpovědná za oddělení organického fosfátového zbytku z ATP. Jeho přenos na řetěz myozinu způsobí transformaci prostorového uspořádání krčku myozinu a společnou interakci aktinu a myozinu na vzniku svalové kontrakce.

Proces efektu potenciace je znám dlouho. Manning a Stull (1979) popisují mechanismus potencializace po aktivaci PAP, (viz obr. 11).



Obrázek 11: *Navrhovaný mechanismus potencializace po aktivaci (PAP).*
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6838751/#ref114>

LEGENDA:

- A** – „Vápníkové ionty aktivují myosinovou kinázu lehkého řetězce (MLCK) po interakci kalcium-kalmodulin.
- B** – „Fosforylace MRLC a následná rotace hlavy myosinu (světlá barva) zvyšuje pravděpodobnost připojení hlavy k aktinu, a tím i produkci síly. Při submaximálních hladinách vápníku tento proces zvyšuje výkon síly při dané koncentraci vápníku.

Předešlé kapitoly nám objasnily podmínky pro vznik tonizace, nastínily parametry zatížení pro vznik potenciace a objasnili jsme fyziologické procesy v těle. Následná kapitola nás provede metodikou softballového odpalu a vysvětlíme si cviky, které jsme využili v testovací baterii.

6 METODIKA ODPALU A CVIKY V PROTOKOLU TONIZACE

Süss a Matošková (2004) doporučují pro výběr do sportovních center mládeže testovací baterii, kde jeden z testů pro dynamickou sílu horních končetin a aktivaci středu těla je hod medicinbalem. Námi vybraný cvik bench-press s nohama nahoře a trčení medicinbalu vsedě jsou taktéž cviky pro aktivaci svalů horních končetin a středu těla. Softbalový odpal je jedním ze základních dovedností hry a stejně tak odpal využívá práci HK. Jak jsme uváděli v kapitole 3.3, nejvýznamnějším svalem pro odpal i pro odhod míče je trojhlavý sval pažní (m. triceps brachii). U nadhazovače dále vyniká deltový sval (m. deltoideus) a široký sval zádový (m. latissimus dorsi). V silové přípravě hráče jsou tlaky v základní přípravě (silová i explozivní opakování). Pomocí zvoleného cviku jsme se snažili prokázat tonizační efekt.

6.1 Softballový odpal

Negativní pohyb

Negativní pohyby jsou pohyby před švihem pálkou. Skládají se z fází, které pomáhají k načasování vhodné pozice pro odpal. Jedná se o pohyb napřáhnutí, nabití a zhoupnutí vzad před pohybem vpřed (softbal.cz). VanSuch (2013) rozděluje odpal na tři hlavní fáze. Fáze nabíjení, fáze spouštění a fáze sledování. VŠSK Univerzita Zlín – softball (2020) rozděluje metodiku softballového odpalu na čtyři části a to na základní postavení, zášvih, švih a protažení, které si teď rozepíšeme.

Základní postavení

Tělo stojí zpříma, nohy jsou rozkročené a pokrčené v kolenou. Ramenní osa je vodorovná a váha je rovnoměrně rozložená. Tělo se nekloní k žádné straně. Paže před odpalem provádí co nejkratší pohyb pro následující náprah. Hráč drží pátku tak, aby knoflík pátky byl blízko pravého ramene a pátku směřuje dozadu za tělo. Směřuje napříč nahoru, takřka se dotýká ramen. Pravý loket je zatahnutý k tělu, levý loket volně od těla. Zápěstí je skrčené směrem k palci pravé ruky, pátku je držena kolmo k předloktí. Postoj je uvolněný a pružný.

Zášvih

Před odpalem přichází krátký a výrazný rovnoměrný nápřah dozadu takzvaný zášvih. Při odpalu začínáme nárokem levé nohy do strany. Zároveň pákkař udělá výrazný pohyb rukama vzad, poté začíná natočení boků doprava do takzvaného zavření. Váha se přenesla na pravou nohu.

Švih

Po zášvihu je pohyb páčky vpřed, podél těla přímo dopředu. Pravý loket je vytočený spodem dopředu a levé předloktí se zdvihá do roviny. Na začátku pohybu vpřed se pokrčená pravá noha vytáčí na špičce doleva, pod tělo. S pohybem páčky se točí i boky, levá noha stojí. Ramena se otáčejí současně s boky. Pálka se pohybuje v pažích podél těla a pokrčené ruce postupují s četnou akcelerací vpřed a míří k míči. Kontakt páčky s míčem je okamžik natažených paží směrem k nadhazovači, pálka se nachází v poloze kolmo na předloktí. Nad pokrčenou pravou nohou se přímí tělo a dochází k posunu těžiště z pravé na levou nohu.

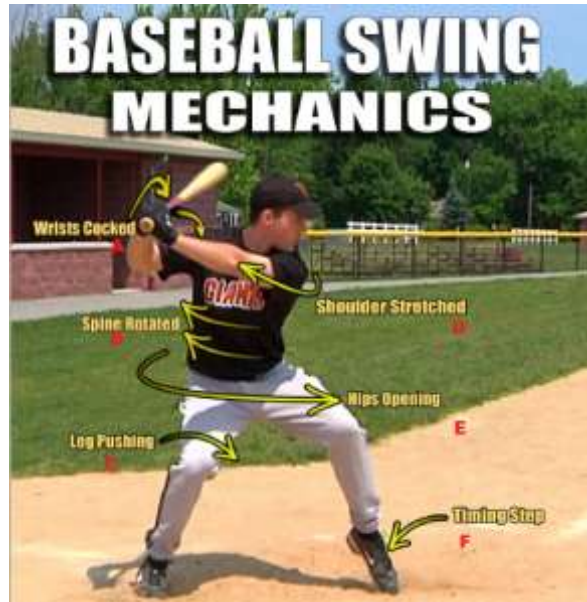
Protažení

Po odpálení míče, pokračují paže a ramena ve směru švihu, dochází k narovnání zápěstí a páčka směřuje vodorovně vpřed. Váha se přesunuje na levou nohu a pozornost pákkaře setrvává v bodě kontaktu s míčem.

6.1.1 Biomechanika pohybu pákkaře

Candrey a Enquist (2005) určují tři kritéria pro správný švih. První kritérium je síla a její přenos energie do míče (zvýšený přenos síly pro odpal je předmětem našeho zkoumání). Druhý pohled je takzvaná dlouhá zóna, což je správné načasování i umístění páčky do polohy v rovině nadhozu. Za třetí je to určitá specifická efektivita pohybu. Pojednává o souhře síly a pozitivního pohybu v návaznosti na jednotlivé tělesné segmenty.

Provedení odpalu z hlediska zapojení svalstva a vedení pohybu jsou baseball – softball totožné. VanSuch (2013) se ve své knize zabývá biomechanikou pálkaře (viz obr. 12). Hráči mají individuální styl a mohou upravit své výkony v reakci na herní situaci. Použitý styl odpalování nemá vliv na svaly zapojené do odpalu.



Obrázek 12: Mechanika odpalu, Larry VanSuch's (2013), upraveno.

LEGENDA:

A) Nakloněné zápěstí; B) Natočení páteře; C) Noha tlačí dovnitř; D) Rameno, paže v natažení; E) Otevřené boky; F) Načasování kroku.

6.2 Metodika silových cviků v protokolu tonizace

6.2.1 Bench-press

Výraz pro cvik Bench-press má svůj ekvivalent v češtině, a to jako tlaky vleže. Základní provedení s břemenem je tlak s osou, nebo jednoručními činkami. Evans (2007) popisuje provedení cviku a dráhu pohybu ve třech bodech.

- Pohyb realizujeme vleže na lavici, činku uchopíme nadhmatem v šíři ramen;
- osu kontrolovaně spouštíme na střední část hrudníku;
- tlakem zdvihneme činku až do propnutí loktů (viz obr. 13).

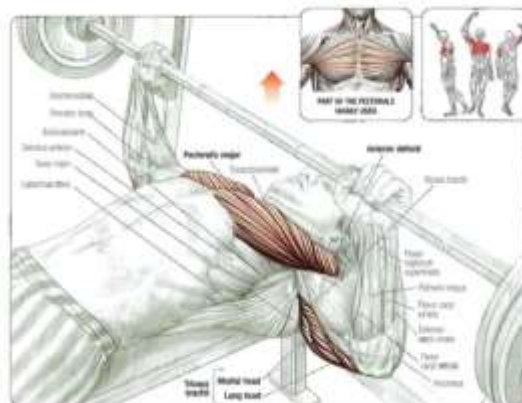


Obrázek 13: Polohy cviku Bench Press(Devalier, 2005) upraveno.

Liebman (2015) píše, že je důležité dodržovat techniku provedení cviku, bez odrazu zátěže od hrudníku a je potřeba vnímat stlačování hrudníku dolů při dokončování cviku. Co se týče kontraindikací, tak se cvik nedoporučuje v případě bolesti zápěstí, ramen, nebo například při bolesti spodní části zad. Tento cvik slouží ke zvýšení síly a objemu hrudníku. Tlaky jsou orientované na horní končetiny a vrchní část trupu. Kellis a kol.(1998), Evans (2007) a Devalier (2005) popisují zapojené svaly.

Používané svaly:

- Primárně: Velký prsní sval (musculus pectoralis major).
- Sekundárně: Přední hlava deltového svalu (musculus deltoideus)
 - kličková část (pars clavicularis) a také nadpažková část (pars acromialis), stabilizující svaly.
 - Trojhlavý sval pažní (musculus triceps brachii), (viz obr. 14).



Obrázek 14: Zapojené svaly, Bench press. (Devalier, 200), upraveno

Bench press s nohama nahoře

Využití bench pressu s nohama nahoře vytváří nestabilní prostředí pro tlak činky a navíc aktivujeme stabilizační svaly tělesného jádra (hluboký stabilizační systém). Malé i velké svalové skupiny musí pracovat mnohem tvrději, aby si činka zachovávala pohybový vzorec (viz obr. 15). Suchomel (2006) popisuje svaly stabilizačního systému.

- Příčný sval břišní (*m. transversus abdominis*);
- vnitřní šikmé břišní svalstvo (*m. obliquus internus abdominis*);
- bránice (*m. diaphragma*);
- pánevní dno (*m. diaphragma pelvis*);
- hluboká vrstva svalstva páteře (*mm. multifidi*).



Obrázek 15: Pozice Bench pressu, (Devalier, 2005) upraveno.

Identické technické provedení cviku a nastavení pozice s nohama nahoře (viz obr. 15) provedeme v testovací baterii bench press + trčení medicinbalu (viz kapitola 8.2). Autoři Měkota a Blahuš (1983) uvádí motorický test bench press 10.1 a reliabilita testu je ve výši 0,90. Podle Helmstadterova pravidla by měla reliabilita testu nabývat různých hodnot podle cíle měření (pro hodnocení úrovně individuálního výkonu; 0,94).

6.2.2 Medicinbal

Jebavý a Doubravský (2011) popisují funkci medicinbalů jako univerzální tréninkové náčiní o různé hmotnosti a velikosti. Dále uvádí různorodost použitého materiálu a tím pádem široké využití pro různé sportovní činnosti. Větší velikosti míče jsou vhodnější pro obouručné držení. Cvičením s medicinbalem zlepšujeme sílu, koordinaci a flexibilitu. V bakalářské práci Pfeifer (2018) jsme popisovali využití těžkého medicinbalu v různých formách svalových kontrakcí. „V režimu izometrické kontrakce (výdrž ve statické poloze se zátěží – statická síla), v režimu izotonické kontrakce (pohyb se zátěží – dynamická síla) a také pro stimulaci výbušné (explozivní) síly. Ta je rozvíjena především při takových odhodech, kdy se sportovec snaží o nejvyšší zrychlení (akceleraci) pohybu i v plyometric-kém režimu (chytání letícího medicinbalu a následné odhození). Plyometrický trénink je oblíbenou formou tréninku sloužící k dosažení větší rychlosti, výbušnosti a startovní síly a rovněž dobře stimuluje vnitrosvalovou a mezisvalovou koordinaci. Plyometrický trénink využívá schopnosti svalu navodit tzv. předpětí zvyšující sílu svalu, která je potřebná pro rozvoj výbušné síly“ (Jebavý a Doubravský, 2011) (viz obr. 16).



Obrázek 16: *Medicinbal (Jebavý a Doubravský, 2011) upraveno*

Hod – trčení medicinbalu

Rozvoj explozivní síly horních končetin můžeme testovat pomocí různých hodů nebo trčení z různých poloh. Jebavý, Hojka a Kaplan (2014) definují vrhy i hody jako koordinačně značně obtížné. Aktivují a obecně zatěžující pohybovou strukturu v čase a v prostoru. Pávek (1974) a Měkota a Blahuš (1983) nabízejí např. test, hod medicinbalem obouřuč přes hlavu. Pavelka a Hrubý (2019), Neuman (2003), Šimon (2004), Jebavý a Doubravský (2011) a Jebavý, Hojka a Kaplan (2014) doporučují hod medicinbalem obouřuč a to trčením ze sedu.

II VÝZKUMNÁ ČÁST

7 CÍLE PRÁCE

Cílem této studie bylo provést svalovou tonizaci a prokázat post-aktivační potenciaci (PAP) po silové zátěži. Aplikací komparace třech velikostí odporu jsme otestovali vliv tonizace na explozivní sílu horních končetin.

7.1 Hypotézy práce

H₁: Předpokládáme, že protokol tonizace HK bude věcně významný oproti testu bez svalové tonizace 0RM. Z hlediska praxe a cíle výzkumu se domníváme, že pro post-aktivační potenciaci má hypotéza věcný význam.

H₂: Předpokládáme, že protokol tonizace HK 100 % RM bude dosahovat nejlepších výsledků měření. Vycházíme při tom jak z informací získaných v odborné literatuře, tak z mých vlastních zkušeností. Revizí různých studií se společným jmenovatelem PAP nabýváme přesvědčení, že hypotéza o nejlepších výsledcích pro 100 % RM nabyde platnosti.

7.2 Úkoly práce

- Konzultace a rozhovory s odborníky, studium literatury, revize studií na téma PAP, tonizace, softball, statistika;
- vytvořit testovou baterii (protokol tonizace – protokol trčení) zajištění osob a prostor pro testování, věk minimálně 18 let, atd.;
- zapsat a analyzovat získaná data měření a zpracovat závěr práce.

Recenze dostupné literatury byla zpracována z aktuálně dostupné literatury a užitá z databázových systémů (UK, Sciencedirect, Ovid, SportDiscus, PubMed, Sportsmed a jiné). Pro vyhledávání adekvátních publikací byla zvolena klíčová slova „tonizace“, „PAP“, „post-activation potentiation“ a „post-tetanic activation“. Pro účely práce byla snaha najít co největší záběr na problematiku a následně preferovat práce nejčastěji publikované v posledních letech.

8 METODOLOGIE PRÁCE

Celý výzkum probíhal v rozsahu třech testovacích termínů s týdenním odstupem mezi měřeními. Bylo testováno 21 žen s herní historií v softballu v délce 8–10 let. Věkový medián byl 26,5 let (18–35 let), medián tělesné hmotnosti 62 kg (41–80 kg) a medián pro tělesnou výšku byl 173 cm (148–186 cm). Veškeré měřené ženy jsou specialistky daného sportu a se základní znalostí silového tréninku. Každý z probandů znal svá maxima u silových cviků, jelikož jsou dlouhodobě sledováni u kondičního trenéra specialisty v rámci reprezentace. Aritmetický průměr zatížení pro tonizaci pomocí bench pressu 100 % RM byl naměřen $\bar{x} = 42$ kg ($s_x \doteq 5,86$) a pro zatížení 90 % RM byl $\bar{x} = 38$ kg ($s_x \doteq 5,31$). Trčení medicinbalu znaly sledované sportovkyně z vlastní kondiční přípravy, kde využívají tento cvik pro rozvoj explozivní síly. Doporučená hmotnost medicinbalu pro test byla 2 kg. (Měkota a Blahuš, 1983)

Kontrolní odhod byl naměřen $\bar{x} = 4,80$ m (vstupní hodnota). Druhé měření s odporem 90 % RM bylo $\bar{x} = 4,95$ m (výstupní hodnota) a třetí měření s odporem 100 % RM bylo na hodnotě $\bar{x} = 5,01$ m (výstupní hodnota). Psychické rozpoložení testovaných osob bylo provedeno dotazováním na místě a byla zjištěna průměrná míra koncentrace na hodnotě čísla 3. Jedná se o vlastní posuzovací škálu v rozsahu hodnot 1–5, kdy hodnota 5 znamená nesoustředěnost. Testované osoby dostaly identifikační čísla pro zachování anonymity a organizaci při testu. Teplota vzduchu v prostorách nafukovací haly, kde probíhalo testování, byla pocitově chladnější. Byla naměřena hodnota 15 °C, která byla konstantní po všechny testovací termíny. Podrobnější statistické znaky popíšeme v kapitole 8.3..

8.1 Charakteristika souboru

V této studii jsme aplikovali částečně randomizovaný výběr subjektů, proto aby se minimalizoval účinek možných nejasností, jako je pohlaví, stav trénovanosti a hráčská vyspělost. Byla přijata homogenní skupina dobře trénovaných žen s nejlepší technickou odezvou a hráčskou úrovní, (Česká reprezentace, Softball ženy). Z etického hlediska výzkumu jsme prováděli všechna měření na aktivních a zdravých osobách bez jakéhokoliv zdravotního omezení. Každý účastník měření byl plně seznámen s obsahem i náplní

testování a souhlasil s experimentem. Poté svůj souhlas stvrdil podpisem. Veškerá testování byla realizována neinvazívní cestou a všechna data byla anonymizována. Použili jsme metodu kontrastu, neboť máme tři různé výstupy s naměřenými hodnotami. Námi získaná data byla analyzována za účelem stanovení účinku různých velikostí odporu a pevně daného intervalu odpočinku pro silově dynamický cvik. Měření bylo zpracováno pomocí přímé metody dynamických úsilí. Porovnávali jsme explozivní sílu pomocí trčeného medicinbalu vpřed ve vztahu vzdálenosti trčeného medicinbalu od testované osoby. Hledali jsme pozitivní vztah na působení intervalu odpočinku a velikosti odporu pro maximální výkon v odhodu (trčení) medicinbalu. Projekt práce byl schválen Etickou komisí UK FTVS pod jednacím číslem 120/2019, dne 27.5.2019.

8.1.1 Velikost odporu v testu

Bylo potřeba vymezit velikost odporu pro potřeby testu. Všem testovaným byl určen počet opakování pro jednotlivé velikosti odporu (90–100 % RM). Při nedostatečné velikosti odporu probandi vykonali operativně více opakování. Odpor byl u každého stanoven dle záznamu kondičního specialisty reprezentace. V případě neznalosti maximálních hodnot pro cvik bench press (100 % RM) je možnost využít predikčních rovnic. Petr a Štastný (2012) uvádějí, že některé rovnice jsou příhodnější u opakování o počtu 4–8, což odpovídá velikosti cca 80–90 % RM (viz tab. 10). Jako rovnice pro výpočet maximální hmotnosti pro hledané počty opakování se nejvíce nabízí Brzyckého metoda přepočtu (1993), (viz tab. 10 a 11).

Obdobný odhad opakovacího maxima popisují např. Zahradník a Korvas (2012), nebo také Beachle (2000). Pokud jsme schopni uskutečnit určitý počet opakování s maximálním odporem, predikční rovnice nám pomůže odhadnout požadovanou procentuální velikost (100 %).

Tabulka 10: *Odhadované RM při různých velikostech odporu % (Petr a Štastný, 2012)*

Opakovací max. (RM)	Vzorec Beachle (2000) [%]	Vzorec Brzycki (1993) [%]	Vzorec Landers (1984) [%]	Vzorec dos Remedios (2007) [%]
1RM	100,0	100,0	100,0	100,0
2RM	95,0	97,2	96,0	92,2
3RM	93,0	94,4	93,3	90,0
4RM	90,0	91,7	90,6	87,0
5RM	87,0	88,9	87,9	85,0
6RM	85,0	86,1	85,3	82,0
7RM	83,0	83,3	82,6	-
8RM	80,0	80,5	79,9	75,0
9RM	77,0	77,8	77,3	-
10RM	75,0	75,0	74,6	70,0
11RM	70,0	72,2	71,9	-
12RM	67,0	69,4	69,2	65

Pokud hledáme rovnice pro výpočet maximální hmotnosti 100 % – 1RM, nabízí se nám řada autorů. Jedna z neznámějších rovnic je Brzyckého metoda přepočtu (1993), kterou jsme využili pro požadované přepočty. Využití metody dle Brzyckého, například pro 6 opakování u cviku Bench press s maximální odporem 80 kg, odpovídá odhadovanému maximu 92,91 kg = 100 % = 1RM (viz tab. 10 a 11).

Tabulka 11: *Rovnice pro výpočet maximální hmotnosti pro hledané počty opakování*

Autor	Rovnice
Brzycki (1993)	$Hmotnost \div (1.0278 - (0.0278 \times \text{počet opakování}))$
Epleye (1985)	$(0,033 \times \text{počet opakování} \times hmotnost) + hmotnost$
Landerson (1985)	$(100 \times hmotnost) \div (101,3 - (2,67123 \times \text{počet opakování}))$
Baechle (2000)	$Hmotnost \times (1 + (0,033 \times \text{počet opakování}))$

8.2 Nastavení testovací baterie

1. termín měření 0 % RM

Na začátku našeho testování byli probandi poučeni o bezpečnosti práce, seznámeni s protokolem testování a podepsali informovaný souhlas. Byla provedena demonstrace a vysvětlení testovacích poloh, logistika přesunu osob a řešení dotazů. Poté přišlo na řadu **individuální rozcvičení** bez zatížení (0 % RM). Provedení aktivace bylo dynamické, bez většího úsilí. Po svalové aktivaci jsme provedli 3 kontrolní odhody, dle protokolu trčení, (viz kapitola 8.2.2). Nejlepší odhod byl použit jako vstupní hodnota.

Individuální rozcvičení

Obsahem rozcvičení byla příprava na testování a svalová aktivace. Intenzita rozcvičení byla nižší a bez zátěže. Časová dotace na rozcvičení byla 10–15 minut a to s předem určenou osnovou, tzn., že se vymežil počet cviků a jejich charakter. Doporučena byla svalová aktivace se zaměřením na kloubní mobilizaci, dynamické protažení a příprava pro vstupní odhody (kontrolní hodnoty). Testované osoby jsou hráčky s velkou tréninkovou zkušeností a individuální rozcvičení je pro ně vhodné (individuální tempo, znalost cviků, řešení vlastní zdravotní problematiky, aktivace svalstva, psychická rovnováha).

2. termín měření 90 % RM

Ve druhém testovacím měření bylo nejprve individuální rozcvičení a následně využití protokolu tonizace, bench press 90 % RM (viz tab. 12) s následným IO 10 minut. Po uplynutí časové dotace jsme provedli trčení dle protokolu (viz tab. 13).

3. termín měření 100 % RM

Ve třetím testovacím měření jsme provedli nejprve individuální rozcvičení a následně jsme využili protokol tonizace na navýšení velikosti odporu na 100 % RM (viz tab. 12) s následným intervalem odpočinku 10 minut. Po uplynutí časové dotace jsme provedli trčení dle protokolu (viz tab. 13).

8.2.1 Protokol bench press (90–100 % RM)

Provedení tlaků bylo zaměřeno na technické zapracování i svalovou aktivaci pro hlavní zátěž a to pyramidovým navyšováním velikosti odporu. Počty opakování byly nižší, než je doporučovaný všeobecný standard. Počty opakování byly zvoleny se zřetelem na ochranu a vyčerpání energetických zásob. Je nutno přihlídnout k tomu, že se nejednalo o tréninkovou jednotku, ale o kumulování energie a nastavení svalové tonizace pro nejvyšší výkon.

Interval odpočinku po rozcvičení

Interval odpočinku po rozcvičení byl pouze čas organizační. První testovaný cvik následoval po časové dotaci 3–5 minut.

Interval odpočinku mezi sériemi tlaků

Mezi sériemi tlaků byl vložen IO 3 minuty z důvodu obnovy energetických zásob (ATP). Perič a Dovalil (2010) upřesňují, že IO podléhá vztahu pro zajištění energetických zón v závislosti na vykonávané činnosti. Všeobecně platí, že čím nižší je počet opakování, tím delší je IO. Petr a Šťastný (2012) doporučují IO pro počet opakování 1–5 v tomto rozmezí (IO > 300 – 180 sekund) (viz tab. 6).

Interval odpočinku pro svalovou potenciaci

Interval odpočinku 10 minut vychází z podstaty hry, kdy hráči nastupují na první odpal ve hře. Kolem 10 minut je interval mezi odpalem a nástupem dalšího hráče na odpal. Taktéž jsme uváděli v kapitole 5.1 metaanalýzu studií od Wilson a kol. (2013) kde uvádí, že nejvhodnější IO pro potenciaci a větší efekt síly je využití intervalu odpočinku 7–10 minut – (0,7). Nabyli jsme dojmu, že pro nárůst potenciačního efektu je vhodný interval odpočinku 10 minut. IO byl aktivní, zaměřen na chůzi a lehkou aktivitu horních končetin (následoval protokol trčení medicinbalu). Velikost odporu pro bench press byla známa a v případě potřeby dopočítána dle Brzyckého metody přepočtu (1993), (viz tab. 11). Souhrnný protokol tonizace před trčením medicinbalu a postup jednotlivých kroků při testování se nalézají v tabulce č. 12.

Tabulka 12: Protokol tonizace před výkonem

1. TERMÍN – 0 % RM	2. TERMÍN – 90 % RM	3. TERMÍN – 100 % RM
Individuální rozcvičení 10–15 min	Individuální rozcvičení 10–15 min	Individuální rozcvičení 10–15 min
Zahájení trčení, 3–5 min po rozcvičení.	Zahájení tonizace, 3–5 min po rozcvičení.	Zahájení tonizace, 3–5 min po rozcvičení.
BEZ TONIZACE	TONIZACE, PROTOKOL BENCH-PRESS	TONIZACE, PROTOKOL BENCH-PRESS
	0 série: 10 × 50 % RM	0 série: 10 × 50 % RM
Vstupní / kontrolní odhody	IO: < 3 min	IO: < 3 min
	I. série: 5 × 65 % RM	I. série: 5 × 65 % RM
	IO: 3 min	IO: 3 min
	II. série 4 × 75 % RM	II. série 3 × 80 % RM
	IO: 3 min	IO: 3 min
	III. série 1–2 × 85 % RM	III. série 1 × 90 % RM
	IO: 3 min	IO: 3 min
	IV. Série 1–2 × 90 % RM	IV. Série 1 × 100 % RM
	IO: 10 min – vznik potenciace	IO: 10 min – vznik potenciace
PROTOKOL TRČENÍ	PROTOKOL TRČENÍ	PROTOKOL TRČENÍ

Pro požadovanou tonizaci bylo důležité, aby byla velikost odporu co nejpřesněji nastavena. Obě velikosti odporu musely splňovat maximální velikost (kg) pro standardní doporučené počty u procentuální velikosti 100 % 1RM. Provedení cviku bylo bez silových rezerv (maximální stimul).

8.2.2 Protokol trčení medicinbalu

Hod medicinbalem obouruč přes hlavu vpřed (aut)

Autoři Pávek (1974); Měkota a Blahuš (1983) nabízejí např. test, hod medicinbalem obouruč přes hlavu. Toto je jedna eventualita pro naše testování explozivní síly horních končetin a pletence svalů v ramenním kloubu. Provedeme stoj mírně rozkročný s chodidly v šíři ramen. Medicinbal držíme obouruč nad hlavou. Testovaná osoba provede nápřah pažemi současně za hlavu, ve spojení se záklonem trupu a následně hodí medicinbal vpřed. Snaží se dosáhnout co nejdelšího hodu.

Trčení medicinbalu obouruč ze sedu vpřed

Oproti tomu Neuman (2003) popisuje hod medicinbalem obouruč trčením ze sedu. Šimon (2004) uvádí, že rychlost odhodu a délka doletu podléhá velikosti svalové síly. Zapojení svalstva a svalový účinek charakterizují: Jebavý a Doubravský (2011); Jebavý, Hojka a Kaplan (2014). Všichni uvádějí vhodnost testu pro zkoumání explozivní síly, kdy svaly spolu navzájem spolupracují. Hovoříme zde o svalech horních končetin o prsním svalstvu a mezilopatkovém svalstvu. Z důvodu izolovaného zapojení svalstva horních

končetin a s analogií zapojení svalových skupin při tlacích na lavici, byl tento způsob testování pro naše účely vhodnější.

Pavelka a Hrubý (2019) využívají tento test pro zjištění dynamické síly horních končetin u karatistů (viz obr. 17). Trčení popisují jako test „Hod medicinbalem obouruč trčením ze sedu“. Cílem testu je provést hod medicinbalem ze sedu a dosáhnout co nejdelší odhodové vzdálenosti. Shodný postup jsme využili v naší testovací baterii, protokolu pro bench press a následné trčení medicinbalu.

Úkol

Testovaná osoba provedla sed na zemi s oporou zad, ramen a hlavy o stěnu, dolní končetiny byly natažené před tělem. Paže byly pokrčené, lokty ve výši ramen, míč byl držen obouruč na prsou a následně bylo provedeno trčení míče. Úkolem bylo dohodit míč co nejdále vpřed. Trčení bylo prováděno s výdechem a pod doporučeným úhlem 45°. Každý odhod musel být proveden dle časové prodlevy do 40 s. Poté musel být proveden další hod (viz obr 17).



Obrázek 17: Metodické listy – Motorické testy, Pavelka a Hrubý (2019), upraveno

Norma

Snažit se nepředklánět trup a neodpoutat ramena od zdi při trčení míče.

Hodnocení

Připuštěny byly dva cvičné hody a po nich následovaly tři měřené. Měřila se celková délka hodu od zdi k místu dopadu. Pro hodnocení jsme využili nejlepší hodnotu, která posloužila jako výstupní. Vzdálenost jsme zapisovali v metrech s přesností na 0,1 m.

Pomůcky

K testování byl využit rovný a neklouzavý povrch o délce kolem 12 m, měřící pásmo, medicinbal o hmotnosti 2 kg, záznamový arch a tužka.

Popis chronologického postupu provedení trčení medicinbalu za účelem ověření a prokázání velikosti tonizačního efektu (viz tab. 13).

Tabulka 13: *Protokol trčení medicinbalu.*

1. TERMÍN – 0 % RM	2. TERMÍN – 90 % RM	3. TERMÍN – 100 % RM
Individuální rozcvičení	Individuální rozcvičení 10–15 min	Individuální rozcvičení 10–15 min
Zahájení tonizace 3–5 min	Zahájení tonizace 3–5 min	Zahájení tonizace 3–5 min
BEZ TONIZACE	TONIZACE, PROTOKOL BENCH PRESS	TONIZACE, PROTOKOL BENCH PRESS
IO: < 10 min	IO: 10 min – vznik potenciace	IO: 10 min – vznik potenciace
-----	Vznik post-activační potenciace, (ověření trčením)	Vznik post-activační potenciace, (ověření trčením)
(Kontrolní – vstupní odhody)	-----	-----
PROTOKOL TRČENÍ MEDICINBALU	PROTOKOL TRČENÍ MEDICINBALU	PROTOKOL TRČENÍ MEDICINBALU
Odhod č.1 – zápis vzdálenosti	Odhod č.1 – zápis vzdálenosti	Odhod č.1 – zápis vzdálenosti
IO: < 40 s	IO: < 40 s	IO: < 40 s
Odhod č.2 – zápis vzdálenosti	Odhod č.2 – zápis vzdálenosti	Odhod č.2 – zápis vzdálenosti
IO: < 40 s	IO: < 40 s	IO: < 40 s
Odhod č.3 – zápis vzdálenosti	Odhod č.3 – zápis vzdálenosti	Odhod č.3 – zápis vzdálenosti
Nejdelší odhod použit pro účely práce	Nejdelší odhod použit pro účely práce	Nejdelší odhod použit pro účely práce

8.3 Statistické zpracování dat

Hendl (2006) uvádí, že u zpracování statistických dat je často nutné porovnávat jednotlivé testy a převádět výsledky pozorování na výsledky normované. Procesy popisné statistiky aplikujeme na první posouzení naměřených dat. Pro statistiku získaných dat jsme využili aritmetický průměr, určili jsme minimální a maximální hodnoty, rozptyl, směrodatnou odchylku, variační koeficient a jednofaktorovou analýzu rozptylu Anova.

Aritmetický průměr je statistická veličina, která charakterizuje hodnotu popisující soubor mnoha hodnot. Obvykle se značí vodorovným pruhem nad názvem proměnné.

- aritmetický průměr
$$\bar{x} = \frac{x_{(1)} + x_{(2)} + \dots + x_{(n)}}{n}$$

Následující definice mají uspořádaný výběr

$$x_{(1)} \leq x_{(2)} \leq \dots \leq x_{(n)}$$

Nejmenší hodnota.

- minimální hodnota
$$x_{(\min)} = x_{(1)}$$

Nejvyšší hodnota.

- maximální hodnota
$$x_{(\max)} = x_{(n)}$$

Charakteristika variability

Rozptyl je definován jako průměr druhých mocnin odchylek od aritmetického průměru.

- Rozptyl
$$s_x^2 = \frac{1}{n_x - 1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$

Směrodatná odchylka je průměr odchylek hodnot znaku od jejich aritmetického průměru.

Vypovídá o tom, jak moc se od sebe navzájem liší typické případy v souboru zkoumaných čísel. Je-li malá, jsou si prvky souboru většinou navzájem podobné, a naopak velká směrodatná odchylka signalizuje velké vzájemné odlišnosti.

- Směrodatná odchylka
$$s_x = \sqrt{\frac{1}{n_x - 1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

Variační koeficient je vymezen jako podíl směrodatné odchylky a aritmetického průměru. Znázorňuje se zpravidla v procentech.

$$v_x = \frac{s_x}{x}$$

- Variační koeficient

Jednofaktorová analýza rozptylu (Anova) se využívá při porovnání několika středních hodnot. Často se využívá ve vědeckých a lékařských experimentech, při kterých se srovnávají léčby, procesy, materiály nebo produkty.

- 1F-Anova (jednofaktorová analýza rozptylu)

Spolehlivost testu

Jeřábek (1992) a English (2006) uvádí, že získané hodnoty měření závisí na přesnosti měřícího zařízení. Správnost měřící metody vědeckého postupu definuje normativy zkoumání. Urbánek (2002) i Hendl (2006) charakterizují, že je potřeba vymežit cílový soubor, vhodnost velikosti vzorku a selekce vztahu ve výběru. Hledá se stejnorodost, nebo různorodost skupiny. Přihlíží se na vzájemný vztah výběru vzorce a rovněž na homogenitu skupiny. Při vyhodnocování dat bychom se měli zaměřit na to, zda jsou zjištěné souvislosti důležité pro vědu či praktické účely. Definice podle Soukupa (2013) o věcné významnosti je následující: „Věcná významnost výsledku znamená, že naměřený rozdíl či zjištěná souvislost je důležitá pro vědecké poznání či praktické účely.“

Spolehlivost testu – trčení medicinbalu

Měkota a Blahuš (1983) uvádí reliabilitu motorického testu (18.0), jehož reliabilita je 0,90. Úkolem byl odhod přes hlavu těžkým míčem 2–3 kg. Podle tabulky je 0,90 vysoká spolehlivost. Náš test, trčení medicinbalu obouruč ze sedu vpřed, je určitou modifikací testu odhodu přes hlavu. Oba testy mají podobnost a jsou často využívány pro kontrolu explozivní síly HK. V dostupné literatuře jsme nenašli reliabilitu testu pro trčení ze sedu.

Spolehlivost testu – Bench press

Grgic, Lazinica, Schoenfeld a kol. (2020) prováděli rešerši ze 32 nejrelevantnějších studií, kde sledovali spolehlivost cviku bench press pro maximální (1RM). Dále uvádějí, že spolehlivost testů s jedním opakováním (1RM) se v různých studiích liší. Vzhledem k nekonzistentním zjištěním není jasné, jaká je skutečná spolehlivost testu 1RM a do jaké

míry je ovlivněn faktory souvisejícími s měřením, jako je výběr cvičení pro test, počet seznamovacích zkoušek a zkušenosti s tréninkem odporu. Autoři doporučují výzkumným pracovníkům, odborníkům z praxe, použít test 1RM jako spolehlivý test svalové síly.

- Všechny studie byly průměrné, nebo vynikající metodické kvality. Hodnoty ICC při opakovaném testu se pohybovaly od 0,64 do 0,99 (medián ICC = 0,97), kde 92 % hodnot ICC bylo $\geq 0,90$ a 97 % hodnot ICC bylo $\geq 0,80$. CV se pohybovaly od 0,5 do 12,1 % (medián CV = 4,2 %), ICC byly obecně vysoké ($\geq 0,90$).
- Spolehlivost testu se zdá být vysoká bez ohledu na zkušenosti s odporovým tréninkem, počtem seznámení, výběrem cvičení, posuzovanou částí těla (horní vs. dolní část těla) a pohlavím nebo věkem účastníků.
- Na základě výsledků učinili závěr, že test 1RM má obecně dobrou až vynikající spolehlivost testu.

9 VÝSLEDKY

Tabulka číslo 14 nám ukazuje silovou připravenost hráček a jejich výkon pro bench press. Svalová tonizace (aktivace potenciace) probíhala dle protokolu, kde jsme nastavili hodnoty 90 a 100 % RM. Počet opakování byl upraven podle známých měřítek a potřeb pro hledanou velikost odporu (kg, %) a počtu opakování. Červeně vyznačené hodnoty v tabulce představují testované osoby číslo 15 a 19, které disponovaly větší silou (pro 90 % RM). Z důvodu potřebné svalové stimulace (tonizace) provedly subjekty větší počet opakování. Následně jim byla dopočítána velikost odporu pro 100 % RM.

Tabulka 14: Bench press – velikost odporu ve vztahu k počtu opakování

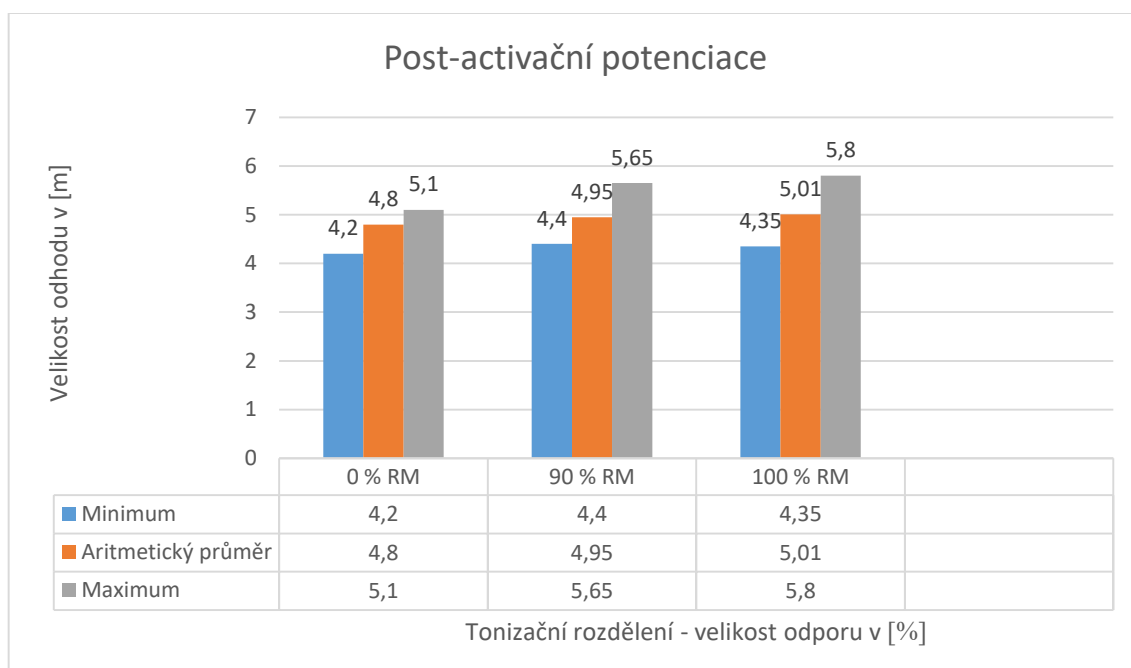
Identifikační Číslo	Bench press 90 % RM [kg/opak.]	Bench press 100 % RM [kg/opak.]
1.	39 × 2	43 × 1
2.	39 × 2	40 × 1
3.	35 × 2	39 × 1
4.	42 × 2	47 × 1
5.	44 × 2	49 × 1
6.	48 × 2	49 × 1
7.	39 × 2	43 × 1
8.	47 × 3	50 × 1
9.	39 × 2	43 × 1
10.	34 × 2	45 × 1
11.	34 × 3	36 × 1
12.	41 × 2	46 × 1
13.	39 × 2	43 × 1
14.	35 × 2	39 × 1
15.	25 × 5	28 × 1
16.	38 × 2	39 × 1
17.	35 × 2	36 × 1
18.	39 × 2	43 × 1
19.	45 × 6	52 × 1
20.	30 × 3	32 × 1
21.	36 × 2	40 × 1
n 21	$\bar{x}_1 \doteq 38$ $s_x \doteq 5,31$	$\bar{x}_2 = 42$ $s_x \doteq 5,86$

Tabulka číslo 15 nastavuje hodnoty dynamického výkonu. Tento výkon lze brát jako post-aktivační potenciaci a důsledkem je vliv tonizace a IO. Vzdálenost (m) trčeného medicinbalu nám bude vymezovat hranice zvolené velikosti odporu. Červeně vyznačené hodnoty představují nejlepší dosažené hodnoty po svalové tonizaci a naměřené vzdálenosti reprezentují vzniklou potenciaci i dosaženou maximální úroveň efektu v testu.

Tabulka 15: *Vzdálenost trčeného medicinbalu po předepsaném odporu*

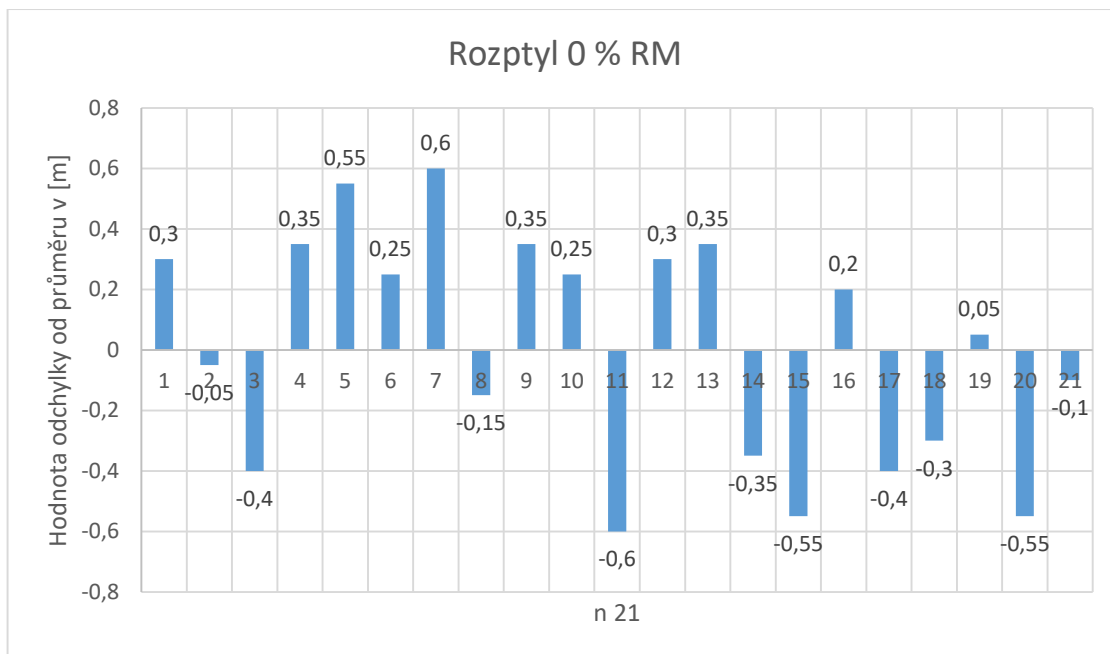
Identifikační Číslo	Vstupní hod 0 % RM [m]	Výstupní hod Bench 90 % RM [m]	Výstupní hod Bench 100 % RM [m]
1	5,10	5,20	5,30
2	4,75	4,95	4,90
3	4,40	4,45	4,40
4	5,15	5,20	5,20
5	5,35	5,65	5,80
6	5,05	5,20	5,25
7	5,40	5,60	5,60
8	4,65	4,80	4,90
9	5,15	5,25	5,15
10	5,05	5,40	5,45
11	4,20	4,40	4,35
12	5,10	5,20	5,30
13	5,15	5,30	5,30
14	4,45	4,70	4,70
15	4,25	4,15	4,40
16	5,00	5,05	5,15
17	4,40	4,45	4,65
18	4,50	4,65	4,80
19	4,85	5,10	5,30
20	4,25	4,45	4,50
21	4,70	4,80	4,85
N = 21	$\bar{x}_1 = 4,80$	$\bar{x}_2 = 4,95$	$\bar{x}_3 = 5,01$
Maximální hodnota	5,40	5,65	5,80
Minimální hodnota	4,20	4,40	4,35

Informace, které můžeme vyčíst z grafu číslo 1, vypovídají o tom, že test může být věcně významný. Při velikosti odporu 90 % RM a 100 % RM došlo k pozitivnímu nárůstu délky odhodu. Získaná data v této podobě jsou však příliš obecná na to, abychom z nich mohli vyvodit závěr o funkčnosti protokolu. Samotný aritmetický průměr nám totiž neříká nic o rozmanitosti skupiny. Zvýšení aritmetického průměru by samo o sobě mohlo znamenat také výrazné zlepšení jedné části skupiny a výrazné zhoršení druhé. V takovém případě by bylo nutné dále zkoumat vliv ostatních faktorů. Níže se tedy zaměříme na podrobnější zkoumání výkonnosti uvnitř skupiny.



Graf 1: Výsledková část post-activační potenciace

Graf č. 2 nám prezentuje rozptyl neboli míru odchýlení každého jednotlivce od aritmetického průměru. Čím více jsou hodnoty vzdálené od průměru, tím více je výkonnost uvnitř skupiny rozdílná a naopak.



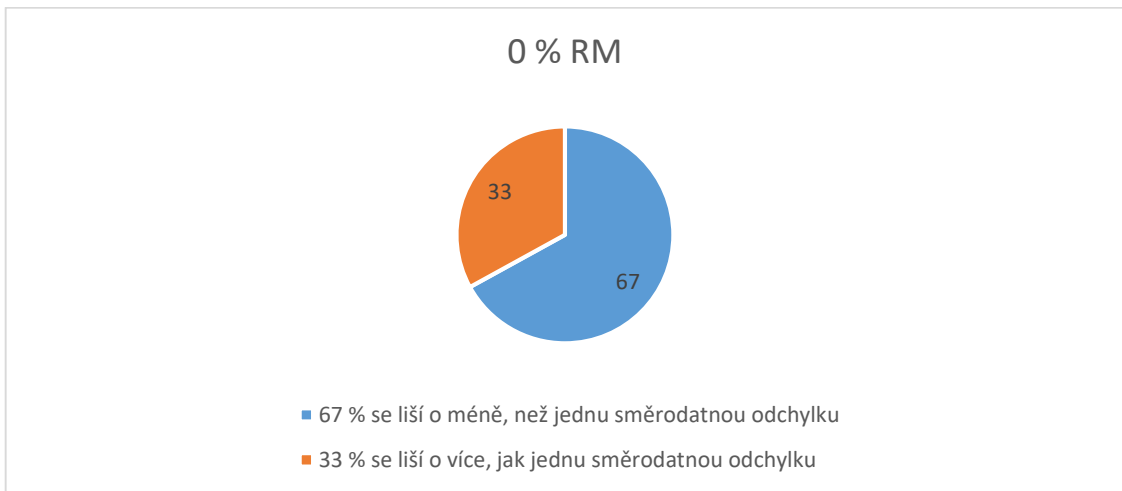
Graf 2: Rozptyl 0 % RM

Tabulka č. 16 nám vypovídá o relativním významu průměrné odchylky od průměru. Směrodatná odchylka 0,37 m tvoří 7,7 % z celkové průměrné délky odhodu.

Tabulka 16: Směrodatná odchylka a variační koeficient 0 % RM

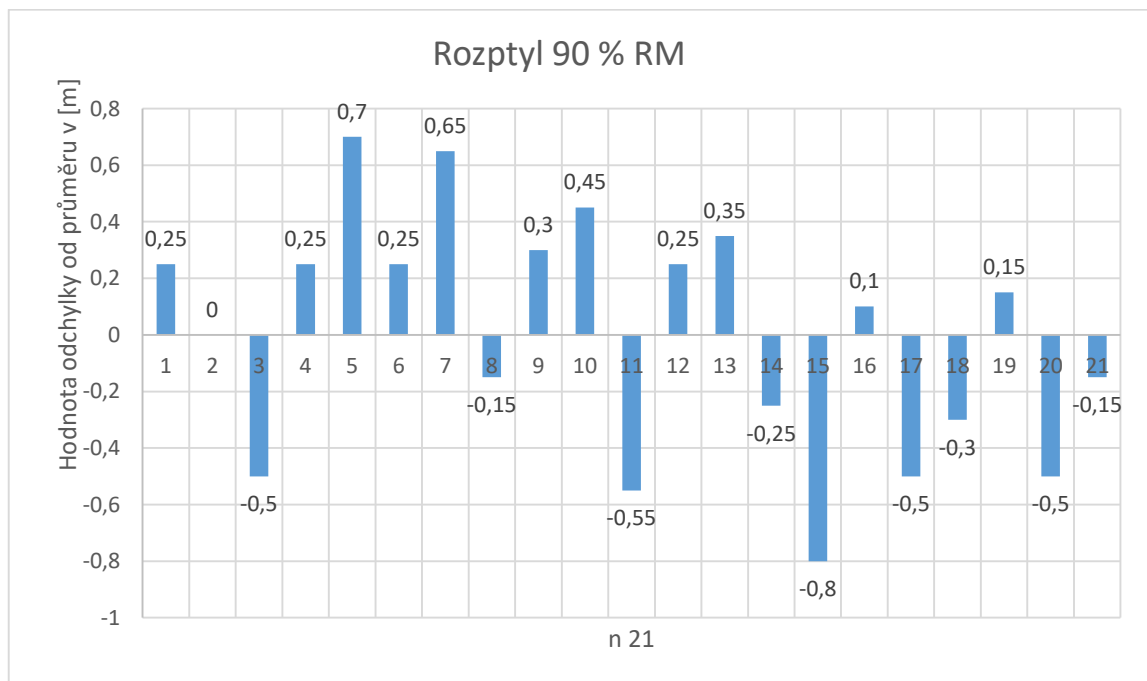
Průměrná délka odhodu [m]	4,8
Směrodatná odchylka [m]	0,37
Variační koeficient [%]	7,7

Graf č. 3 nám ukazuje, kolik procent z testovaných se liší od průměru o více, než jednu směrodatnou odchylku a naopak.



Graf 3: Míra odlišnosti jednotlivců od aritmetického průměru (0 % RM).

Výsledky z grafu č. 4 ukazují rozptyl při 90 % RM.



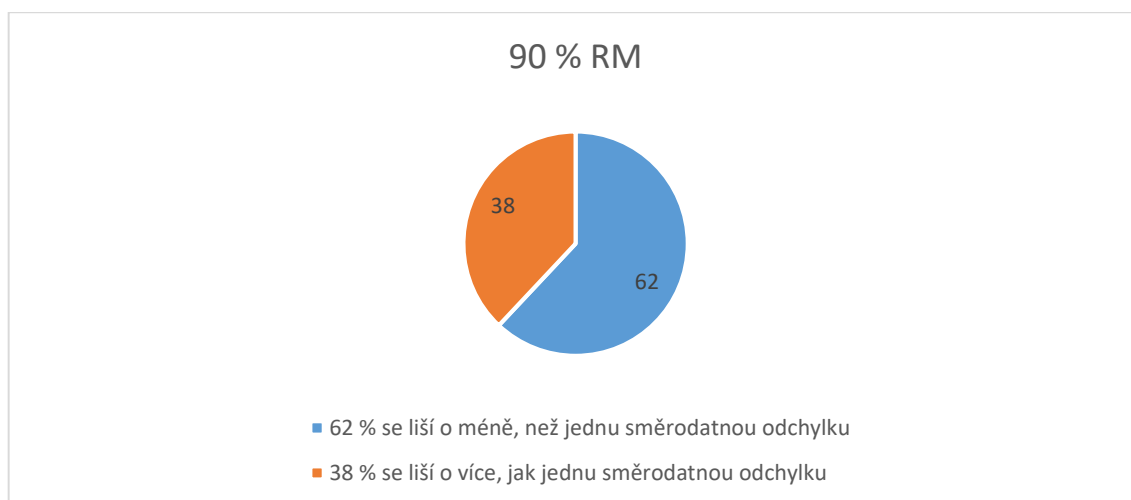
Graf 4: Rozptyl 90 % RM

Tabulka č. 17 nám vypovídá o relativním významu průměrné odchylky od průměru. Směrodatná odchylka 0,41 m tvoří 8,28 % z celkové průměrné délky odhodu.

Tabulka 17: Směrodatná odchylka a variační koeficient 90 % RM

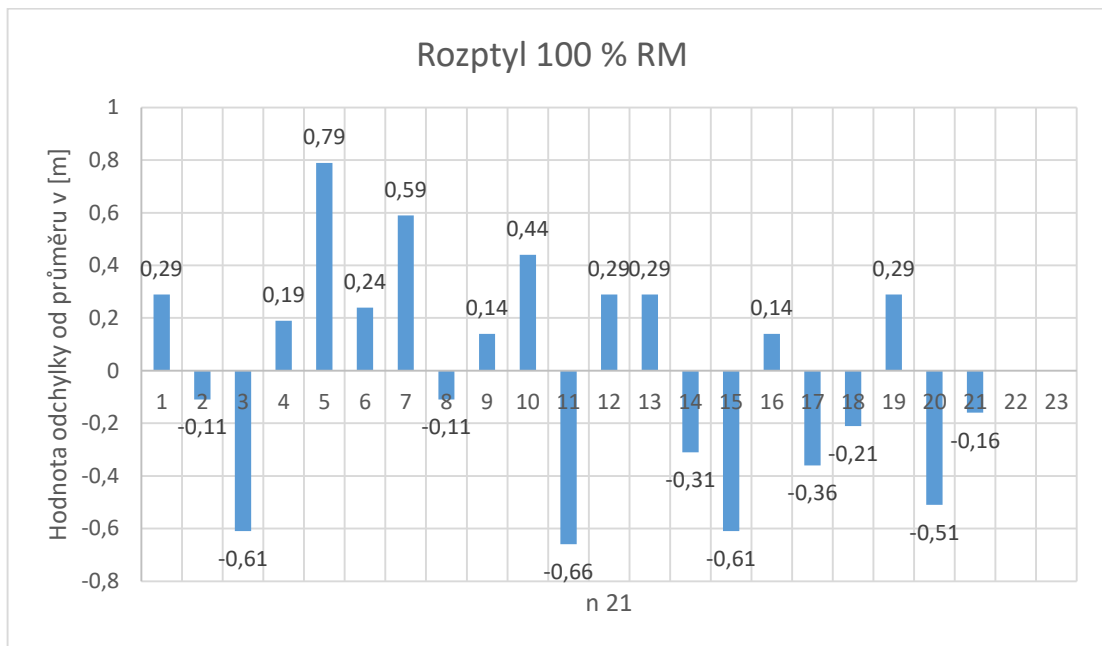
Průměrná délka odhodu [m]	4,95
Směrodatná odchylka [m]	0,41
Variační koeficient [%]	8,28

Graf č. 5 nám ukazuje, kolik procent z testovaných se liší od průměru o více, než jednu směrodatnou odchylku a naopak.



Graf 5: Míra odlišnosti jednotlivců od aritmetického průměru (90 % RM).

Výsledky z grafu č. 6 ukazují rozptyl při 100 % RM.



Graf 6: Rozptyl 100 % RM

Tabulka č. 18 nám vypovídá o relativním významu průměrné odchylky od průměru. Směrodatná odchylka 0,40 m tvoří 7,8 % z celkové průměrné délky odhodu.

Tabulka 18: Směrodatná odchylka a variační koeficient 100 % RM

Průměrná délka odhodu [m]	5,01
Směrodatná odchylka [m]	0,40
Variační koeficient [%]	7,8

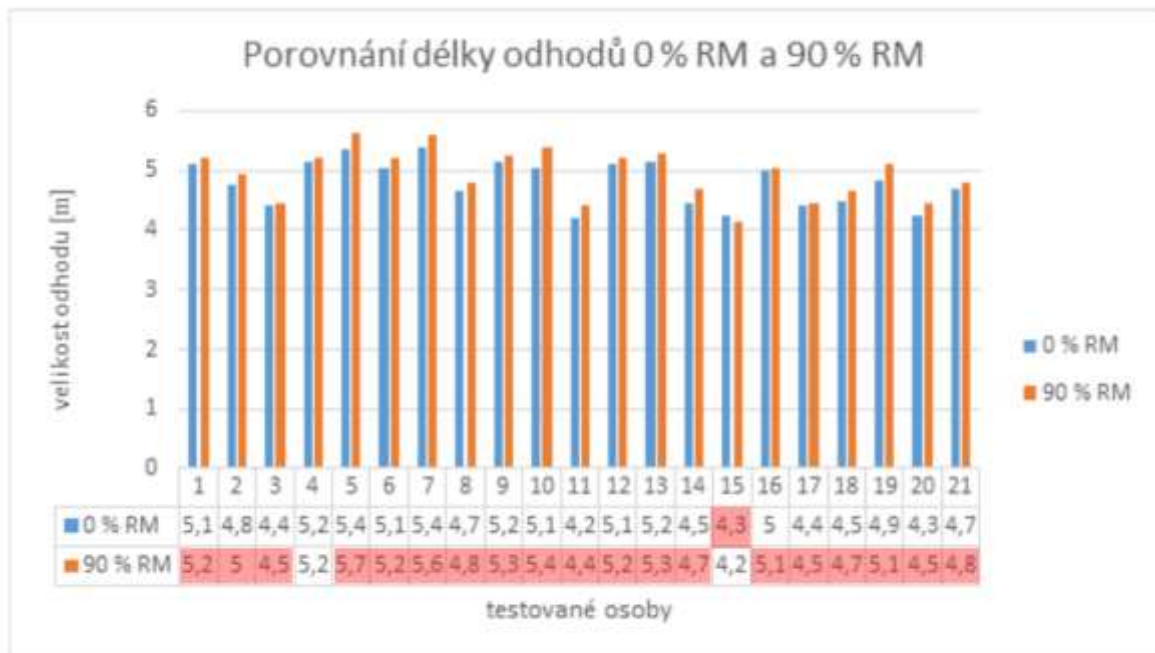
Graf č. 7 nám ukazuje, kolik procent z testovaných se liší od průměru o více, než jednu směrodatnou odchylku a naopak.



Graf 7: Míra odlišnosti jednotlivců od aritmetického průměru (100 % RM).

10 VYHODNOCOVÁNÍ DAT

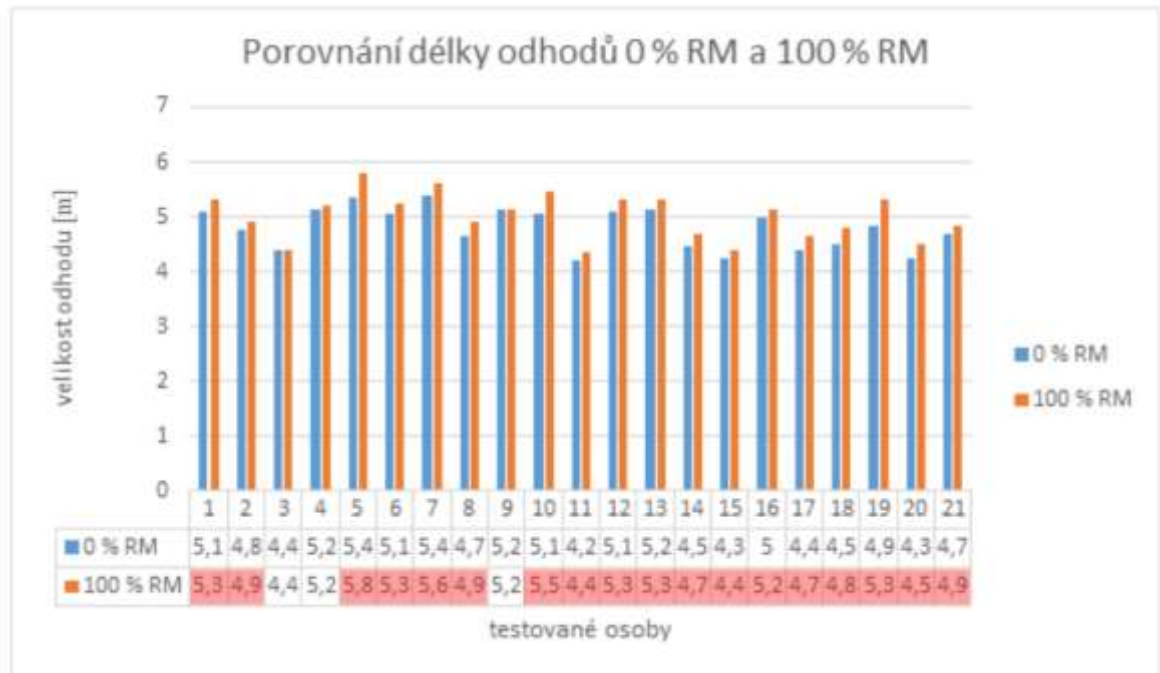
Nyní začneme vyhodnocovat data porovnáním dvou skupin mezi sebou. Graf č. 8 nám ukazuje rozdíly mezi kontrolním hodem bez tonizačního zatížení a odhodem po velikosti odporu 90 % RM. Z grafu je patrné navýšení hodnot při tonizačním zatížení.



Graf 8: Porovnání délky odhodů 0 % RM a 90 % RM

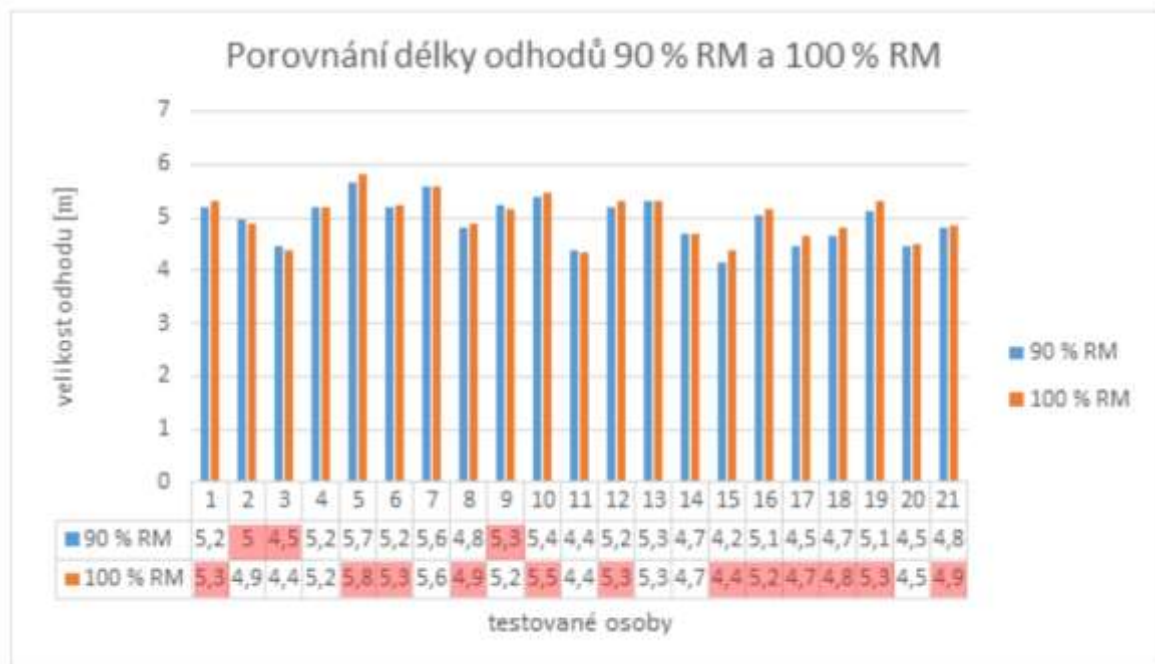
Červeně vyznačené hodnoty u grafu č. 8 představují nejlepší dosažené hodnoty po svalové tonizaci a naměřené vzdálenosti reprezentují vzniklou potenciaci i dosaženou maximální úroveň efektu v testu.

Graf č. 9 nám ukazuje rozdíly mezi kontrolním hodem bez tonizačního zatížení a odhodem po velikosti odporu 100 % RM. Červeně vyznačené hodnoty u grafu představují nejlepší dosažené hodnoty po svalové tonizaci a naměřené vzdálenosti reprezentují vzniklou potenciální i dosaženou maximální úroveň efektu v testu.



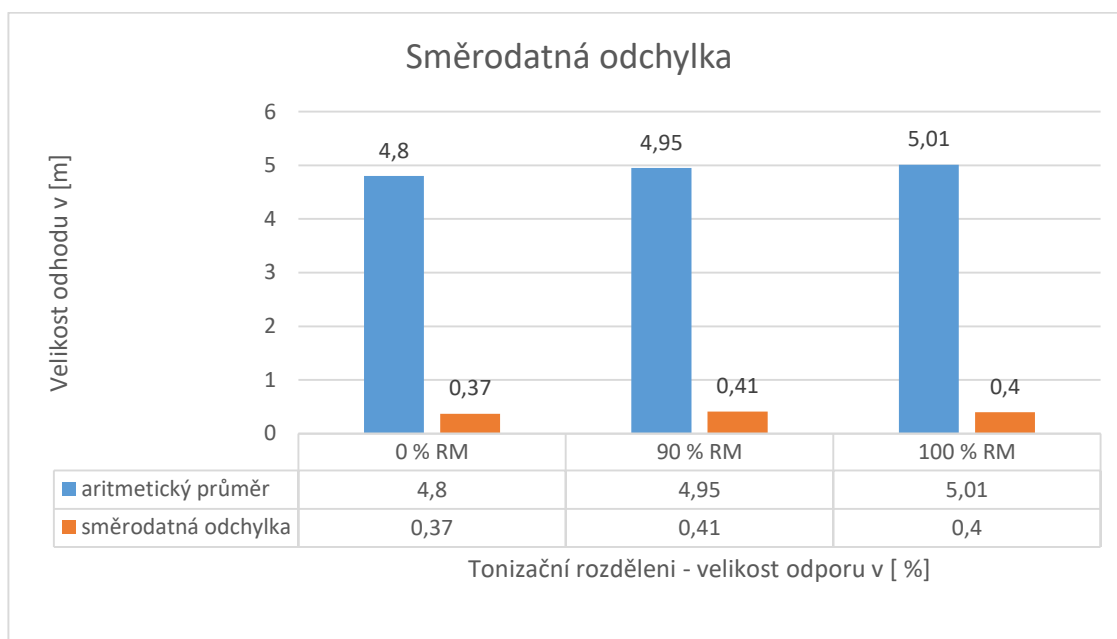
Graf 9: Porovnání délky odhodů 0 % RM a 100 % RM

Graf č. 10 nám ukazuje rozdíly mezi odhodem po velikosti odporu 90 % RM a odhodem po velikosti odporu 100 % RM. Z grafu je patrné mírné navýšení hodnot při tonizačním zatížení 100 % RM. Domníváme se, že rozdíly nejsou významné z hlediska tendence. Červeně vyznačené hodnoty u grafu představují nejlepší dosažené hodnoty po svalové tonizaci a naměřené vzdálenosti reprezentují vzniklou potenciaci i dosaženou maximální úroveň efektu v testu.



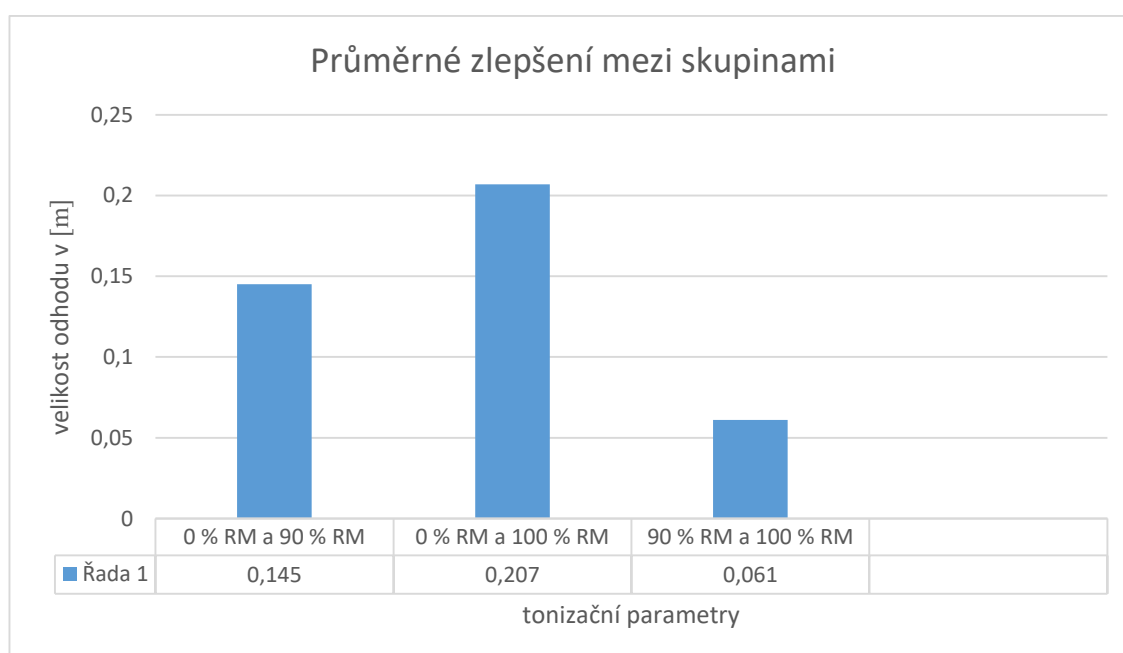
Graf 10: Porovnání délky odhodů 90 % RM a 100 % RM

Graf č. 11 nám prezentuje mírný nárůst směrodatné odchylky při tonizaci. Nejvyšší hodnota směrodatné odchylky je při odporu 90 % RM.



Graf 11: Směrodatná odchylka v porovnání s průměrnou délkou odhodu

Graf č. 12 nám ukazuje míru zlepšení mezi skupinami. Z grafu vyplývá, že nejvýraznější zlepšení délky odhodů je při porovnání skupiny 0 % RM a 100 % RM. Tato skupina se průměrně zlepšila o 20,7 cm, zatímco skupina 0 % RM a 90 % RM jen o 14,5 cm.



Graf 12: Průměrné zlepšení mezi skupinami

Tabulka č. 19 nám poukazuje na rozdíly mezi skupinami, kde sledovaná veličina je uvedena v centimetrech. Pro další zkoumání jsme využili jednofaktorovou analýzu rozptylu (1F-ANOVA), která se využívá při porovnání několika středních hodnot a převážně se využívá pro vědecké účely.

Tabulka 19: Porovnávání velikosti tonizace

Tonizační velikost	Rovnost	Tonizační velikost	Zlepšení v [cm]
0 %	<	90 %	14,5
0 %	<	100 %	20,7
90 %	<	100 %	6,2

1F-ANOVA

Klaschka (2011); Benecko a kol. (2002) vysvětlují problematiku testování statistických hypotéz a vymezují: „Pro testování vždy vytváříme dvě hypotézy. Testovanou, kterou označíme jako nulovou a značíme ji H_0 a alternativní, kterou značíme H_1 . Nulová hypotéza H_0 je formulovaná negativně („to, co chceme prokázat, neplatí“) a alternativní hypotéza H_1 formulovaná jako neplatnost H_0 . Nulová hypotéza H_0 bývá formulovaná pomocí rozdělení, nebo pravděpodobnosti. Cílem testování je H_0 zamítnout a přijmout H_1 .“

V naší hypotéze H_1 předpokládáme, že protokol tonizace HK bude efektivní. Analýza nám ukazuje, zda je naše hypotéza o tom, že má tonizace pozitivní vliv na výkon nulová, či naopak. Hladina testu se označuje α . (Nejčastěji $\alpha = 0,05 = 5\%$). Je to zvolené číslo z intervalu od 0 do 1, resp. 100 % (čím menší, tím lepší). Pokud je $p < \alpha$, tak platnost H_0 je velmi málo pravděpodobná a potom: Zamítáme H_0 na hladině α a přijímáme H_A (Klaschka 2011; Benecko a kol., 2002). Podle našeho výpočtu se ukázalo, že nulová hypotéza byla zamítnuta, což znamená, že je vliv tonizace potvrzen. Výsledek testu je potom statisticky významný na hladině α .

Tabulka 20: Jednofaktorová analýza rozptylu (1F-ANOVA).

Celkový průměr délky odhodů skupin	4,92 m
Zdroj variability (SG) mezi skupinami	0,49
Zdroj variability (SR) v rámci skupiny	9,8
Testové kritérium (MG) mezi skupinami	0,245
Testové kritérium (MR) v rámci skupiny	0,54
Testové kritérium	0,453
Kritická hodnota	0,051
Nulová hypotéza	ZAMÍTNUTA

11 DISKUZE

Základním účelem této studie bylo provést svalovou tonizaci a prokázat post-aktivační potenciaci (PAP) po silové zátěži. Aplikací komparace třech velikostí odporu jsme zkoumali vliv tonizace na explozivní sílu horních končetin. Tato látka je velmi obsáhlá a určitě by se dala analyzovat do daleko větších podrobností. Nejprve jsme hledali k celé problematice již vytvořené studie, články s odbornou literaturou, abychom měli co nejvíce informací, které by pomohly objasnit, nastavit parametry této práce. V jednotlivých kapitolách jsme popisovali fyziologii a pohybové schopnosti, metodotvorné komponenty pro tonizační ztížení a vlastní fyziologický vznik tonizace, až po nastavení parametru pro tonizaci a testu pro explozivní sílu. Při řešení, jak pohlížet na pohybový úkol trčení medicinbalu, jsme zvolili výběr toho nejlepšího hodu ze tří pokusů. Vycházeli jsme z pravidel např. atletických sportů, kde se též započítává do skóre ten nejdelší, nejlepší výkon. Velikost zatížení 90–100 % RM jsme volili z důvodů jisté zkušenosti vycházející z bakalářské práce Pfeifer (2018) a chtěli jsme si tím potvrdit domněnku, že efekt tonizace je vyvolán zatížením ≥ 90 % RM.

Předpokládáme, že tato práce by mohla pomoci ukázat opodstatnění tonizace před výkonem a přinést vyladění soutěžního výkonu, nebo potřebného pohybu pro úkoly ve sportovních hrách. U námi zkoumané skupiny sportovců se zamýšlíme, jak využít získané tonizační předpětí. V našem pohybovém úkolu se nabízí situace, kdy jde hráč na první směnu a následuje odpal. Toto by znamenalo výhodu v domácím prostředí (hřiště, zázemí), kde před prvním nástupem na odpal můžeme provést tonizační zatížení cca IO 10 minut. Tento čas je předpokládaný čas čekání na výkon (odpal) vycházející z technicko-taktické povahy sportu. Při souhře všech aspektů, jako je tonizace, správné technické provedení a načasování odpálení, by let míčku měl dosáhnout většího zisku území či pozice, pro lepší herní činnost hráče/čů v poli. Pro konečné využití tonizace v praxi, respektive využití metody přímo pro odpal, je nanejvíce důležité zvládnout správné technické provedení odpalu a určitá hráčská vyspělost. Dále se domníváme, že silová vyzrállost, zkušenost pracovat s velikostí odporu kolem 80–90 % je nedílnou součástí pro zvládnutí procesu tonizace před výkonem.

Zjistili jsme, že tonizace má vliv na sílu, ale nevíme, zda zvýšená síla pozitivně ovlivňuje odpal. U zkušených softballových hráčů může náš protokol tonizace akutně zvýšit maximální rychlost horních končetin. Nabízí se nám několik doporučených velikostí odporu a různých délek intervalu odpočinku, jak docílit vyvolání akutní silové aktivace pro navýšení síly a rychlosti. Domníváme se, že je potřeba provést další studie s vysokou metodologickou

kvalitou, aby bylo možné objasnit a nastavit hodnoty pro konkrétní svalovou aktivaci. Je zřejmé, že každý sportovec je jedinečné individuum, které potřebuje odlišné nastavení principů. Nevýhody tonizace jsou již zmiňované zkušenosti, ale taktéž potřeba nastavení individuálního procesu pro co nejlepší svalovou tonizaci. Z výsledků vyplývá, že proces tonizace má výsledky a lze jej uplatnit, ale je potřeba individuálního nastavení velikosti odporu. Shrme-li výkonost skupiny, vychází nám, že rozdíl směrodatné odchylky ve všech třech případech činí pouze kolem 8 % z průměrné délky odhodu. Směrodatnou odchylku můžeme označit za nízkou. Co nám to říká o pozorované skupině? Nízká hodnota odchylky při 0 % RM nám vymezuje fakt, že jedinci jsou si svou výkonností velmi podobní. Při velikosti odporu 90 % RM a 100 % RM je směrodatná odchylka taktéž malá a jsme schopni rovněž říci, že tonizace působí na každého jednotlivce sice v nestejně míře, ale obdobně. Variantu, kdy by na část skupiny byl vliv pozitivní a na druhou negativní, je možno vyloučit. Míra odlišnosti skupiny v případě 0 % RM a 100 % RM je totožná. Při zatížení 90 % RM je míra odlišnosti vyšší. Proto jsme schopni říci, že zatížení 90 % RM působí na jednotlivce s vyšší mírou odlišnosti, než při zatížení 100 % RM.

Z grafu porovnávající hodnoty odhodů 0 % RM vs. 100 % RM je zřejmé, že tonizační zatížení přináší navýšení vzdálenosti trčeného medicinbalu. Podobné výsledky nám potvrdila velikost odporu 0 % RM vs. 90 % RM, kdy též bylo potvrzeno, že tonizace přináší navýšení trčené vzdálenosti. Dále bylo potřeba prokázat, že toto navýšení není pouze náhodné, ale je způsobeno námi zvoleným tonizačním protokolem. K tomuto účelu byl zvolen test 1F-Anova, díky kterému jsme zjistili, že nulová hypotéza byla zamítnuta. To potvrzuje funkčnost protokolu a zároveň hypotézu H_1 .

H_1 , Předpokládáme, že protokol tonizace HK bude věcně významný oproti testu bez svalové tonizace 0 % RM.

Na základě testování se ukázalo, že skupina testovaných hráček si byla výkonnostně podobná. Tonizace 90 % RM a 100 % RM má v obou případech pozitivní vliv na výkon, neboť průměrná délka odhodu se zvýšila. V případě 90 % RM o 3 % a v případě 100 % RM o 4,3 %. Dále test 1F-Anova potvrzuje, že nárůst požadovaných hodnot je způsoben protokolem, který nastavuje metodiku pro velikost odporu a interval odpočinku před výkonem. Výkonem v našem podání bylo dynamické trčení medicinbalu vpřed a co nejdále.

Pro odpověď na naši druhou hypotézu H_2 jsme porovnali obě velikosti zatížení mezi sebou. Byla to velikost odporu 90 % RM vs. 100 % RM. Tonizaci se 100 % RM hodnotíme jako úspěšnější. Tvrzení podporuje průměrná délka odhodu, která dosahovala větších hodnot než při zatížení 90 % RM a zároveň míra odlišnosti výkonu u jednotlivých probandů byla nižší. Po posouzení výsledku je odpověď na H_2 následující.

H_2 : Předpokládáme, že protokol tonizace HK 100 % RM bude dosahovat nejlepších výsledků měření.

Z grafu č. 10 je zřejmé nejvyšší navýšení hodnot při tonizačním zatížení 100 % RM. Z hlediska statistického nám hodnoty potvrdily, že došlo k významnějšímu navýšení hodnot a výsledky testu jsou statisticky významné na hladině α . Dále se domníváme, že rozdíly nejsou významné z hlediska tendence, protože rozdíly jsou minimální. Z hlediska věcného se domníváme, že hypotéza o větší významnosti zatížení 100 % nebyla potvrzena. Jedná se jen o jakési tendence, že je 100 % lepší než 90 %. Získaná data nám ukázala vliv tonizačního zatížení pro zlepšení výkonu HK (viz tab. 19).

Rozdíl v zatížení 90–100 % RM však může zatěžovat řada faktorů, které mohly ovlivnit výsledek. Vliv těchto faktorů může hrát zásadní roli nejen při našem testování, ale i při dalších výkonech sportovkyň. Mluvíme zde o teplotě vnitřních i venkovních prostor, kdy vliv teploty prostředí na výkon je obtížné určit. Všeobecně se za ideální závodní prostředí pokládá teplota okolo 15 °C. Jedním z dalších faktorů, který ovlivňuje výkon, je psychické rozpoložení, např. sociální interakce skupiny, kdy na psychické rozpoložení mohou mít vliv i hormonální výkyvy (menstruační cyklus ženy). Věk hráček, doba herní zkušenosti a hlavně silová připravenost hrají zásadní roli v načasování pro požadovaný výkon. Dalším pohledem, který je schopen ovlivnit efektivitu, je vlastní motivace a strava před výkonem. Tyto a jiné stresové faktory mohou způsobit rozdíly při testování a zkreslit momentální výsledky měření. Hledali jsme podobnost různých studií s naší prací, abychom lépe docílili obdobné objektivitu. Měkota a Blahuš (1983) upřesňují: „Je-li test objektivní, musí být dosaženo obdobných výsledků i u jiných experimentátorů.“ Velikost odporu a interval odpočinku je v hledáčku výzkumníků a trenérů. V naší diplomové práci jsme zvolili velikost odporu na úrovni 90 a 100 % RM.

V kapitole s názvem „rozbor problematiky“ jsme zjistili, že ostatní experimentátoři též využívají zatížení s velkou intenzitou. Abbate a kol. (2002) uvádí, že PAP zvyšuje sílu soustředných kontrakcí. Odezva na velikost zatížení se jeví až od > 80 % pro vyvolání hledaného potenciovaného stavu. Verkoshansky (1986) považuje nejvhodnější zatížení pro

aktivaci 90 % 1RM. Dále jsme uváděli metaanalýzu, která též podporuje naši teorii o velikosti zatížení. Wilson a kol. (2013), kteří hodnotili 32 studií o PAP po kondiční aktivitě se dopátrali, že statisticky nejvýznamnější hodnoty měření jsou s velkým odporem zatížení (> 85 %) 0,31 ($p < 0,05$). Podobné hodnoty ve své práci zvolili Lockie a kol. (2017) velikost odporu 60 % z 1RM až 90 % z 1RM pro hodnoty vykazující potenciální odezvu. Všichni tito autoři se pohybují na maximální hranici 90 % RM. Krčmár (2014) taktéž zvolil maximální hranici zatížení pro hledanou potenciaci. Potvrdili, že fyziologický stimul se nalézá na hranici úrovně 80–100 % OM.

Naproti tomu Golaš a kol. (2016) šli dále a hranici zatížení pro potvrzení vlivu PAP na výkon při výbušných motorických činnostech posunuli až na 80–130 % RM. Naše diplomová práce potvrdila výsledky těchto autorů a shodně hodnotíme: „tonizace navyšuje výkon“. Krčmár (2014), Lockie a kol. (2017) a ostatní uvádí, že velikost zatížení musí být individualizovaná, protože se sportovci liší úrovní síly, zkušenostmi se cvičením, strukturou svalových vláken a je proto potřeba nalézt příslušnou velikost odporu. Autoři taktéž uvádí, že tato rozpětí nejsou směrodatná pro každého sportovce. Pro účinné vyvolávání tonizace a efektu PAP u sportovců je potřeba zkušenost ze silového tréninku, určitá technická odezva, znalost cviků a soustředěnost u prováděné aktivity. Kdybychom naši práci rozšířili a hledali individuální parametry pro zátěž, pravděpodobně bychom nastavili neoptimálnější úroveň zatížení pro jednotlivce a nastavili bychom tonizaci na maximální výkon. Wolker (2016) shodně dodává, že je potřeba individualizovat intenzitu zatížení.

Výzkumy, zabývající se tonizací, jsou nejednotné zejména kvůli množství faktorů, které ovlivňují post-aktivační potenciaci. Námi zmiňované studie uvádí podobné výsledky, co se týče zatížení, ale s různými parametry intervalu odpočinku. Náš interval odpočinku 10 minut byl zvolen z technicko-taktické povahy softballu. Wilson a kol. (2013) ve své širokosáhlé studii taktéž hledali nejlepší shody pro míru intervalu odpočinku. Potvrdili, že interval 7–10 minut (0,7) po kondiční činnosti vede k většímu nárůstu efektu síly. Vliv intervalu odpočinku na účinky tonizace je nedílnou částí výzkumu PAP. Gapfer a kol. (2020) uvádí, že PAP efekt vrcholí přibližně 4–8 minut po aktivaci. Tam se však nůžky intervalu též rozevírají. Golaš a kol. (2016) doporučují optimální interval 6 minut. Gilmorová a kol. (2020) shodně uvádí, že existuje významný kvadratický trend, kdy PAP pro rychlost odpalu vrcholí na 6 minutách. Ferreira a kol. (2012) naznačili, že 7 minut zotavení způsobilo zvýšení PAP v bench pressu. Dále popisují nejlepší účinek PAP pro horní část těla, který nastává mezi 8–12 minutami. DeRenne (2010) vymezil různé metody zatížení pro různé sporty a uvádí IO 5–10 minut pro PAP efekt.

V této části hledaných parametrů nastavení se pohled na optimální interval odpočinku mezi aktivačním cvičením a výkonem rozchází. Prozatím se nám nejlépe projevuje trvání mezi 3–12 minutami jako nejučinnější. V tomto rozpětí se taktéž nachází našich určených 10 minut, ale z důvodu problematiky softballu tento časový interval nelze zkrátit. Svoji roli též hraje logistika přesunu a celková souhra tonizace a přesun na odpal. Pokud hodnotíme, zda je tonizace správný směr zkoumání, naši domněnku o novém trendu i naší správnosti využití tonizace pro HK též potvrzuje Evetovich, T., K. a kol. (2015). Autoři ve své práci popisují, že post-aktivační potenciace zvyšuje atletický výkon horní a dolní části těla u mužských a ženských sportovců. Potvrzují, že tonizace je vhodná nejen pro HK, ale tento typ rozcvičení zlepšuje výkon jak při skákání, sprintu nebo také při testování kondice juda. Studie dále limituje např. starty při plavání, hody, vrhy koulí, nebo rychlost golfové hole při odpalu. Naše softballová studie potvrzuje následné zvýšení výkonu pomocí tonizace. Výsledku je dosaženo pomocí naboru motorických jednotek, které vedou k většímu postsynaptickému potenciálu. Efekt PAP přetrvává několik minut a projevuje se, že tento typ rozcvičení (tonizace) zlepšuje výkon. Tuto teorii o naší velikosti odporu a zvoleného intervalu odpočinku je možno potvrdit, ale ne vždy možno praktikovat na každého softballistu, nebo sportovce. Faktorů ovlivňující maximální využití je mnoho a je potřeba k tomu přihlídnout.

Prvotní plán diplomové práce nemohl být naplněn do úplného znění, ale musel být částečně pokrácen a upraven do podoby, ve které jsme ho aplikovali. Důvodem této úpravy byla Covidová epidemie a vládní omezení. Vlastní testování bylo plánované v mnohem větší specifické míře a výsledek by byl mnohem více vypovídající pro hráče a trenéry softballu. Prvotní úmysl celého testování byl potvrdit či vyvrátit efekt tonizace pomocí specifické (n1) a nespecifické činnosti (n2). Specifický tonizační účinek (n1) byl odpal těžšího míčku, než je herní váha. Druhým testem, nespecifickým (n2) bylo naše tonizování s odporem činky o velkém zatížení. Výsledková porovnávací část, která by se prováděla po n1 a n2, jenž by se skládala ze softballového odpalu ze stativu s míčkem standartě používaným při hře. Měřená rychlost míčku po těchto dvou různých testech by nám ukázala účinnost zvolených metod. Abychom mohli říct, že protokol tonizace je prospěšný pro softball, konkrétně pro odpal míčku, museli bychom ještě provést měření v plném rozsahu, tak jak bylo prvotně zamýšleno. Domníváme se, že výsledky naší studie nastínili další potřebný směr výzkumu.

12 ZÁVĚR

Úroveň potenciace závisí na úrovni tréninku síly a odporu jednotlivce, typu aktivace, typu svalových vláken, počtu opakování i věku sportovce. Protokoly tonizace (PAP) reagují rozdílně a u různě silných jedinců se efekt PAP projevuje odlišným způsobem. Celý proces by nám mohl napomáhat k vyšším výkonům sportovců a právě u sportu, jako je softball, by zvýšení síly horních končetin mohlo být pro hru přínosem. Výsledky testování prokázaly pozitivní vliv tonizace a rovněž prozrazují, že existuje významný kvadratický trend, kdy tonizace pro horní končetiny vrcholí na 100 % RM, (> 90 %). Dále napověděly, že 10 minut zotavení způsobilo zvýšení PAP po silovém cviku bench press. Tímto se nám nabízí možný způsob zesílení v úkolech orientovaných na zvýšení dynamicko-koncentrické síly pro horní část těla. Při aktivaci se svalová vlákna zkracují a během aktivity se mění intramuskulární napětí (např. při hodů). Je mnoho možností využití tonizace pro různé sporty. Využití PAP může například navýšit atletický výkon, jelikož zesiluje vývoj síly (rychlost a množství), aby maximalizoval výbušnou sílu. Lze říci, že získaná data mohou pomoci s tonizací horních končetin a to nejen u softballistů.

CITOVANÁ LITERATURA

- 1 BARTUŇKOVÁ, S. *Fyziologie pohybové zátěž: učební texty pro studenty tělovýchovných oborů*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Fakulta tělesné výchovy a sportu, 2013. ISBN 978-80-87647-06-6.
- 2 BANGSBO, J. *Fitness training in soccer: a scientific approach*. Spring city: Reedswain 2003. ISBN 1-59164-062-8.
- 3 BENDER, L. *The Illustrated Guide³ To The Human Body: Skeletal And Muscular System Hardcover*. Publisher : Facts on File, 2005. ISBN-10 : 0816059810.
- 4 BOMPA, T.; BUZZICHEL, C. *Periodization Training for Sports*. 3. vyd. United States: Human Kinetics, 2015. ISBN 978-1-4504-6943-2.
- 5 BURSOVÁ, M. *Kompenzační cvičení*. Praha: Grada, 2005 ISBN 978-80-2470948-2.
- 6 CANDREY, M.; ENQUIST, S. *Hitting*. Úroveň 1. [příručka pro softballové trenéry] 2005.
- 7 ČIHÁK, R. *Anatomie I*. Třetí, upravené a doplněné vydání. Praha: Grada, 2011. ISBN 978-80-247-3817-8.
- 8 DELAVIER, F. *Strength Training Anatomy*. 2nd Edition Author(s): Publisher: Human Kinetics Year: 2005. ISBN 0736063684.
- 9 DYLEVSKÝ, I. *Základy funkční anatomie*. Olomouc: Poznání, 2011. ISBN: 978-80-87419-06-9.
- 10 DYLEVSKÝ, I. *Funkční anatomie*. Praha: Grada, 2009. ISBN 978-80247-3240-4.
- 11 DYLEVSKÝ, I. *Speciální kineziologie*. Havlíčkův Brod: Tiskárny, 2009.. ISBN 978-80-247-1648-0.
- 12 DYLEVSKÝ, I. *Somatologie – Učebnice pro zdravotnické školy a bakalářské studium*. 1. vyd. EPAVA Olomouc s.r.o., 2000. ISBN 978-80-86297-05-7.
- 13 DVOŘÁKOVÁ, H. *Didaktika tělesné výchovy nejmenších dětí*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, 2007. ISBN 9788072902989.
- 14 EHLENZ, H.; GROSSER, M.; ZIMMERMANN, E. *Krafttraining, Munchen*: BLV Verlag, 2003, ISBN 978-3-405-16488-1.
- 15 EMMA, T. *Peak conditioning training for softball*. Monterey: Coacheschoice, 2005. ISBN 1-58518-910-3.
- 16 ENGLICH, J. *Úvod do praktické fyziky*. Praha: Matfyzpress, 2006. ISBN 80-86732-93-2.

- 17 FLEISCHMANN, J.; LINC, L. *Anatomie člověka II*. 2. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1964. ISBN 14-375-73.
- 18 GANONG, WF. *Review of medical fysiology*. 20thedition. New York : Lange Medical Books/McGraw-Hill. 2001. ISBN 0-07-112064-5.
- 19 HAVLÍČKOVÁ, V. *Fyziologie tělesné zátěže 2: speciální část*. 1. vyd. Praha: Univerzita Karlova - Vydavatelství Karolinum, 1993. ISBN 80-7066-815-6.
- 20 HELMSTADTER, GC. *Principles of Psychological Measurement*. Engelwood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, Inc., 1964. ISBN 9780137096671.
- 21 HENDL, J. *Přehled statistických metod zpracování dat: analýza a metaanalýza dat*. 2. vyd. Praha: Portál, 2006. ISBN 80-7367-123-9.
- 22 HOHMANN, A.; LAMES, M.; LETZELTER, M. *Úvod do sportovního tréninku*. 1st ed., 2010. Prostějov: Sdružení Sport a věda.
- 23 HOŠKOVÁ, B. a kol. *Masáž a regenerace ve sportu*. 1. vyd. Praha : Karolinum 2010. ISBN 978-80-246-1767-1.
- 24 JANSÁ, P.; DOVALIL, J. *Sportovní příprava. (2nd ed.)* Praha, Q – art. 2009. 978-80-903280-9-9.
- 25 JEBAVÝ, R.; HOJKA, V.; KAPLAN, A. *Kondiční trénink ve sportovních hrách: na příkladu fotbalu, ledního hokeje a basketbalu*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, a. s., 2017. ISBN-13: 978-80-247-4072-0.
- 26 JEBAVÝ, R.; ZUMR, T. *Posilování s balančními pomůckami. 2 vydání rozšířené o TRX*. 2014, ISBN: 978-80-247-5130-6.
- 27 JEŘÁBEK, P. *Atletická příprava- děti a dorost*. Praha: Grada Publishing, a.s., 2008. ISBN 978-80-247-0797-6.
- 28 JUNQUEIRC, L.; CARNEIRO, J.; KELLEY, RO. *Základy histologie*. 1. vyd. Praha: Nakladatelství H a H Vyšehradská s.r.o., 1997. ISBN 80-85787-37-7.
- 29 KATRIAK, M. *Metódy a techniky sociologického výskumu*. Věda 1975.
- 30 KOOLMAN, J.; RÖHM, KH., *Barevný atlas biochemie*. 4.vyd. Praha: Grada Publishing, 2012, ISBN 978-80-247-2977-0.
- 31 KOHLÍKOVÁ, E. *Pohybový systém a jeho řízení. Fyziologie pohybové zátěže*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, 2013. Fakulta tělesné výchovy a sportu. ISBN: 9788087647066.
- 32 KOPECKÝ, M. a kolektiv. *Somatologie*. Olomouc. 2012. ISBN 978-80-244-2271-8.
- 33 KITTNAR, O. a kol. *Lékařská fyziologie*. Praha: Grada Publishing, 2011. ISBN 978-80-247-3068-4.

- 34 KRČMÁR, M. *Postaktivačná potenciácia („Tonizácia“) a jej význam v športe časť 1. Športový edukátor*, 2014. Ročník VII. Č 2/2014.
- 35 KRYŠTOFIČ, J. *Kondiční trénink*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, a. s., 2007. ISBN 978-80-247-2197-2.
- 36 LÜLLMANN, R. *Histologie*. Praha: Grada Publishing, 2012. ISBN 978-80-247-3729-4.
- 37 LICHNOVSKÝ, V.; MALÍNSKÝ, J. *Přehled histologie člověka v obrazech I díl*. Olomouc: Univerzita Palackého, 2007. ISBN 978-80-244-1769-1.
- 38 MÁČEK, M.; RADVANSKÝ, J. *Fyziologie a klinické aspekty pohybové aktivity*. Praha: Galén, 2011. ISBN 978-80-7262-695-3.
- 39 MERKUNOVÁ, A.; OREL, M. *Anatomie a fyziologie člověka pro humanitní obory*. Praha: Grada, 2008. Psyché (Grada). ISBN 978-80-247-1521-6.
- 40 MĚKOTA, K.; BLAHUŠ, P. *Motorické testy v tělesné výchově*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1983. Učebnice pro vysoké školy.
- 41 MĚKOTA, K.; CUBEREK, R. *Pohybové dovednosti, činnosti, výkony*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého, 2007. ISBN 9788024417288.
- 42 MĚKOTA, K.; NOVOSAD, J. *Motorické schopnosti*. Olomouc: Univerzita Palackého, 2005. ISBN 80-244-0981-X.
- 43 MELICHNA, J. *Fyziologie tělesné zátěže II: Speciální část 2. díl*, 1. vyd. Praha: Karolinum, 1995, ISBN 8071840394.
- 44 NEUMAN, J. *Cvičení a testy obratnosti, vytrvalosti a síly*. Praha: Portál, 2003. ISBN 80-7178-730-2.
- 45 PASTUCHA, D. *Tělovýchovné lékařství: vybrané kapitoly*. Praha: Grada, 2014. ISBN 978-80-247-4837-5.
- 46 PAULSEN, DF. *Histologie a buněčná biologie*. Praha: Nakladatelství „H a H Vyšehradská s.r.o., 2004. ISBN 80-7319-024-9.
- 47 PÁVEK, F. *Hodnocení výkonnosti ve školní tělesné výchově*. 1.vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1980.
- 48 PETR, M.; ŠŤASTNÝ, P. *Funkční silový trénink*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Fakulta tělesné výchovy a sportu, 2012. ISBN 978-80-86317-93-9.
- 49 POLIQUIN, CH. *Modern Trends in Strength Training: Volume 1, Sets and Reps (Second Edition)* Publisher : CharlesPoliquin.net. 2001, ISBN-10: 0970197918
- 50 PŘÍDALOVÁ, M.; RIEGEROVÁ, J. *Funkční anatomie*. Olomouc: Hanex, 2002. ISBN 80-85783-38-4.

- 51 SALADIN, KS. *Human Anatomy with OLC bind-in Card*. McGraw-Hill 2004. ISBN-9780072945799.
- 52 SCHURMAN, C.; SCHURMAN, D. *The Outdoor Athlete. Champaign*. Human Kinetics, 2009. ISBN 9780736076111.
- 53 SÜSS, V. *Softball a baseball*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing a. s., 2003, ISBN 80-247-0658-X.
- 54 SÜSS, V. *Význam indikátoru herního výkonu pro řízení tréninkového procesu*. Praha: Karolinum, 2006. ISBN 80-246-1162.
- 55 TÁBORSKÝ, F. a kol. *Základy teorie sportovních her, učební text pro bakalářské studium*. 2007 Praha: Univerzita Karlova v Praze, ISBN 978-80-86317-48-9.
- 56 URBÁNEK, T. *Základy psychometrie*. Brno, Masarykova univerzita, 2002. ISBN 80-210-2797-5.
- 57 VANDERKA, M.; KOJNOK, M.; LONGOVÁ, M. *Influence of plyometric trainings for changes of strength abilities of female volleyball players*. Vydala Fakulta sportovních studií Masarykovy univerzity 2013, LITERA Brno MK ČR E 17728 ISSN 1802-7679
- 58 VANSUCHS, L. *Baseball swings mechanics: Identifying the movements and muscles of the baseball swing for exceptional hitting!*. 1.vyd. 2013, Washington, DC.: Copyrights.
- 59 VAVÁK, M. *Volejbal: kondiční příprava*. Praha: Grada, 2011. ISBN 97880-247- 3821-5.
- 60 VERKHOSHANSKY, Y.; STIFF, MC. *Supertraining*. Human Kinetics: Year: 2003. ISBN-13: 978-8890403811.
- 61 WILMORE, JH.; COSTILL, DL. *Physiology of Sport and Exercise* (3rd, Third Edition) Human Kinetics, 2004. ASIN : B004XWDD00.
- 62 ZATSIORSKY, VM.; KRAEMER, WJ. *Silový trénink*. Praxe a věda. (1st ed.) Praha: Mladá fronta, 2014, ISBN: 9788020432612.
- 63 ZATSIORSKY, VM.; KRAEMER, W. *Science and Practice of Strength Training*, Second Edition (2nd Edition)., Human Kinetics. 2006. ISBN 978 0 7360 5628 1.
- 64 ZVONÁŘ, M.; DUVAČ, I. *Antropomotorika pro magisterský program tělesná výchova a sport*. Brno: Masarykova univerzita, 2011. ISBN 978-80-210- 5380-9.

Internetové zdroje

1. ABBATE, F., et. al. *Post-tetanic potentiation increases energy cost to a higher extent than work in rat fast skeletal muscle*. Contribution to Journal › Article › Academic peer-review 2002. [online] [cit. 2020-07-15]. Dostupné z: [Post-tetanic potentiation increases energy cost to a higher extent than work in rat fast skeletal muscle — Vrije Universiteit Amsterdam \(vu.nl\)](#).
2. AČKOVÁ, Z. *Průpravná herní cvičení a průpravné hry v softballu na 1 stupni, ZŠ*. 2007. [online] [cit. 2019-07-21]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/6424392-Prupravna-herni-cviceni-a-prupravne-hry-v-softballu-na-1-stupni-zs.html>.
3. ARABATZI, F.; PATIKAS, D.; ZAFEIRIDIS, A.; GIAVROUDIS, K.; KANNAS, T.; GOURGOULIS, V.; KOTZAMANIDIS, CM. *The post-activation potentiation effect on squat jump performance: age and sex effect*. *Pediatr Exerc Sci*. 2014 May; 26 (2):1 87-94. doi: 10.1123/pes. 2013-0052. Epub 2013 Nov 13. PMID: 24225048. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24225048/>.
4. BABAULT, N., et al. *Postactivation potentiation in human knee extensors during dynamic passive movements*. 2008. *Med. Sci. Sports. Exer.* [online] [cit. 2019- 07-15]. |Dostupné z: [Postactivation potentiation in human knee extensors during dynamic passive movements - PubMed \(nih.gov\)](#).
5. BLAZEVIČH, AJ.; BABAULT, N. *Postactivation Potentiation Versus Postactivation Performance Enhancement in Humans: Historical Perspective, Underlying Mechanisms, and Current Issues*. *Front Physiol*. Published 2019. [online] [cit. 2019-07-14]. Dostupné z: [Frontiers | Post-activation Potentiation Versus Post-activation Performance Enhancement in Humans: Historical Perspective, Underlying Mechanisms, and Current Issues | Physiology \(frontiersin.org\)](#).
6. BROWNE, D. *Muscular System Module 4: Nervous System Control of Muscle Tension* [online] [cit. 2019-07-21]. 2015. Dostupné z: <http://cnx.org/content/m48501/latest/>.
7. CZECH SOFTBAL. *Czech Softball*. 2020[online] [cit. 2019-07-20]. Dostupné z: <https://www.softball.cz/index.php>.
8. CZECH SOFTBAL. *Czech Softball -Odpalování*. 2020 [online] [cit. 2019-07-20]. Dostupné z: <https://www.softball.cz/download/2006/odpalovani.pdf>.

9. ESFORMES, JI., et al. *Effect of different types of conditioning contraction on upper body postactivation potentiation*. Journal of Strength and Conditioning Research 2011 [online] [cit. 2019-07-15]. Dostupné z: [Effect of Different Types of Conditioning Contraction on Upp... : The Journal of Strength & Conditioning Research \(lww.com\)](#).
10. FALCONS SOFTBALL HRADEC KRÁLOVÉ. *Základní informace o softballu 2020* [online] [cit. 2019-0715]. Dostupné z: <http://www.falconskhk.com/osoftballu.html>.
11. FERREIRA, ASL., et. al. *Postactivation potentiation: effect of various recovery intervals on bench press power performance*. Journal of Strength and Conditioning Research, 2012. [online] [cit. 2019-07-15]. Dostupné z: [Postactivation potentiation: effect of various recovery intervals on bench press power performance - PubMed \(nih.gov\)](#).
12. FTVS UK *Mechanické vlastnosti kosterního svalu – Hillova rovnice*. Patobiomechanika a patokineziologie - kompendium. 2020.[online] [cit. 2019-07-20]. Dostupné z: [Mechanické vlastnosti kosterního svalu - Fakulta tělesné výchovy \(cuni.cz\)](#).
13. GEPFERT, M., et. al. *The Use of Different Modes of Post-Activation Potentiation (PAP) for Enhancing Speed of the Slide-Step in Basketball Players*. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2020 [online] [cit. 2019-07-20]. Dostupné z: <https://www.mdpi.com/1660-4601/17/14/5057/htm>.
14. GILMORE, SL., et al. *Effect of a High-Intensity Isometric Potentiating Warm-up on Bat Velocity*. Journal of Strength and Conditioning Research 2016 [online] [cit. 2019-07-15]. Dostupné z: [Effect of a High-Intensity Isometric Potentiating Warm-up on Bat Velocity \(nih.gov\)](#).
15. GOLÁŠ, A., et. al. *Optimizing post activation potentiation for explosive activities in competitive sports*. *J Hum Kinet*. 2016; 52:95-106. Published 2016. [online] [cit. 2019-07-15]. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28149397/>.
16. GONZÁLEZ-BADILLO, JJ.; IZQUIERDO, M. *Optimal warm-up stimuli of muscle activation to enhance short and long-term acute jumping performance*. European Journal of Applied Physiology 2007, [online] [cit. 2019-07-15]. Dostupné z: [Optimal warm-up stimuli of muscle activation to enhance short and long-term acute jumping performance - PubMed \(nih.gov\)](#).

17. GOURGOULIS, V.; AGGELOUSSIS, N.; KASIMATIS, P.; GIORGOS, K.; MAVROMATIS, G.; GARAS, A. *Effect of a Submaximal Half Squats Warm up Program on Vertical Jumping Ability*. Journal of Strength and Conditioning Research, 2003, National Strength & Conditioning Association [online] [cit. 2019-07-15]. Dostupné z: [Gourgoulisetal 2003 Halfsquatswarmup.pdf](#).
18. GRGIC, J., et al. *Test–Retest Reliability of the One-Repetition Maximum (1RM) Strength Assessment: a Systematic Review*. Sports Mwdicine – Open 2020. [online] [cit. 2019-07-15]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1186/s40798-020-00260-z>.
19. HORÁK, J. *Fenomén post-aktivační potenciace (PAP)*.FTVS UK, Bc 2017. [online] [cit. 2019-07-15]. Dostupné z: [Fenomén post-aktivační potenciace \(PAP\) \(review a experimentální ověření\) \(cuni.cz\)](#).
20. HOLEŠOVSKÁ, H. *Regenerace nadhazovače v softballu [online]*. Fakulta sportovních studií MU, Bc. 2008, [online] [cit. 2019-07 20]. Dostupné z: https://is.muni.cz/th/j73vo/BPregenerace_nadhazovace_v_softballu.pdf.
21. JEŘÁBEK, H. *Úvod do sociologického výzkumu: skripta pro posl. fak. sociálních věd UK Karolinum* 2019. [online] [cit. 2019-07-15]. Dostupné z: <https://www.worldcat.org/title/uvod-do-sociologickeho-vyzkumu-skripta-pro-posl-fak-socialnich-ved-univ-karlovy/oclc/39578408> ISBN 8070666625.
22. JUDGE, LW.; BELLAR, D.; GILREATH E, SIMON, L. *The Use of Post Activation Potentiation (PAP) to Improve Athletic Strength*, Journal of Coaching Education, 5(2), 58-61. 2012 [online] [cit. 2019-0715]. Dostupné z: <https://journals.humankinetics.com/view/journals/jce/5/2/article-p58.xml>.
23. JUNGUEIRA, L. *Schéma části svalové kontrakce*. 1997 [online].[cit. 2019-08-09]. Dostupné z: <http://www.latinsky.estranky.cz/img/original/334/sval-stavba.jpg>.
24. KELLIS, E.; BALZPOPOULOS, V. *Muscle activation differences between eccentric and concentric isokinetic exercise*. Medicine & Science in Sports & Exercise 1998. [online] [cit. 2019-07-15]. Dostupné z: <https://insights.ovid.com/crossref?an=00005768-199811000-00010>.
25. LASKY, J. et. al. *Postactivation potentiation (PAP)*. Salem Press Encyclopedia of Health, 2020. [online] [cit. 2019-07-15]. Dostupné z: <http://eds.a.ebscohost.com/eds/detail/detail?sid=d96cd939-68e5-4ef6-be4b-885c26a66ae3%40sessionmgr4008&vid=6&bdata=JkF1dGhUeXBIPWlwLHNoa>.

26. LAGRANGE, S. et al. *Contrast Training Generates Post-Activation Potentiation and Improves Repeated Sprint Ability in Elite Ice Hockey Players*. Int. J. Exerc. Sci. 2020. [online] [cit. 2019-08-15]. Dostupné z: [Contrast Training Generates Post-Activation Potentiation and Improves Repeated Sprint Ability in Elite Ice Hockey Players - PubMed \(nih.gov\)](#).
27. LEHNERT, M. et al. *Trénink síly*. Univerzita Palackého v Olomouci, 2014 ISBN 978-80-244-4369-0.(e-kniha). [online] [cit. 2019-07-20]. Dostupné z: <https://publi.cz/books/149/08.html>.
28. LEHNERT, M. et al. *Sportovní trénink I*. (1st ed.) Olomouc: Univerzita Palackého. 2010. [online] [cit. 2019-07-15]. Dostupné z: <http://www.fsps.muni.cz/emuni/data/reader/book-5/07.html>.
29. LIM, JJ.; KONG, PW. *Effects of isometric and dynamic postactivation potentiation protocols on maximal sprint performance*. Strength Cond Res. 2013; [online] [cit. 2019-07-15]. Dostupné z: [Effects of isometric and dynamic postactivation potentiation protocols on maximal sprint performance - PubMed \(nih.gov\)](#).
30. LISS, V.; VÝCHODSKÝ, P. *Pravidla Softballu*. 2017.[online] [cit. 2019-07-21]. Dostupné z: https://www.softball.cz/download/2014/Pravidla_2014-2017_final_20140228.pdf
31. MANNING, DR.; STULL, JT. *Myosin light chain phosphorylation and phosphorylase activity in rat extensor digitorum longus muscle*. Science Direct 1979. [online] [cit. 2019-07-22]. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0006291X79916048>.
32. PAVELKA, R. a kol. *Motorické testy v karate*. Trenérsko-metodická komise ČSKe 2019 [online] [cit. 2019-07-21]. Dostupné z: <http://www.karate-osk.cz/wp-content/uploads/2019/11/MOTORICKE%CC%81-TESTY-KARATE-2019-2022.pdf>
33. PERRY, SV. *When was actin first extracted from muscle*. Journal of muscle research and cell motility. Kluwer Academic Publisher, 2003 [cit. 2019-08-22]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/8779359_When_was_actin_first_extracted_from_muscle7.
34. PFEIFER, J. *Tonizace před výkonem*. 2018. FTVS UK, Bc. Práce, 2018 [online] [cit. 2019-07-21]. Dostupné z: [Tonizace před výkonem \(cuni.cz\)](#).
35. SALE, DG. *Postactivation Potentiation: Role in Human Performance*, Exercise and Sport Sciences Reviews, 2002. [online] [cit. 2019-07-15]. Dostupné z: [Postactivation potentiation: role in human performance - PubMed \(nih.gov\)](#).

36. SEELEY, ST. *Essentials of anatomy and physiology*. Fourth edition 2011. The McGraw-Hill Companies. [online] [cit. 2019-07-15]. Dostupné z: http://site.iugaza.edu.ps/mzabout/files/2010/02/Elaine_N._Marieb_Essentials_of_Anatomy_and_PhysiBookZa.org_.pdf.
37. SEBERA, M. *Vícerozměrné statistické metody*. Muni Antropomotorika [online] [cit. 2019-07-15]. Dostupné z: [Martin Sebera - FSpS MU - Vícerozměrné statistické metody \(muni.cz\)](http://muni.cz)
38. SEIDMAN, RJ. *Skeletal Muscle - Structure and Histology*. Medscape, New York, 2015 [online] [cit. 2019-07-21]. Dostupné z: <http://emedicine.medscape.com/article/1923188overview#a1>.
39. SPOLEČNÝ SVAZ SOFTBALLU A BASEBALLU. *Publikace 50 let softballu a baseballu*. 2013. [online] [cit. 2019-07-20]. Dostupné z: https://www.softball.cz/download/2014/publikace_nahled.pdf 3.
40. SOUKUP, P. *Věcná významnost výsledků a její možnosti měření* Sociologický ústav AV., ČR., FTVS UK 2013. [online] [cit. 2019-07-15]. Dostupné z: http://dav.soc.cas.cz/uploads/fd5db6d740120e06ee3102c9fa85a5febfc56b8_DaV_2013-2_125-148-1.pdf.
41. SUCHOMEL, T. *Stabilita v pohybovém systému a hluboký stabilizační systém: podstata a klinická východiska*. [online] [cit. 2020-10-20]. Dostupné z: [STABILITA V POHYBOVÉM SYSTÉMU A HLUBOKÝ STABILIZAČNÍ SYSTÉM – PODSTATA A KLINICKÁ VÝCHODISKA | proLékaře.cz \(prolekare.cz\)](http://prolekare.cz).
42. SÜSS, V.; MATOŠKOVÁ, P. *Výběr talentů v softballu*. Identifikace pohybových talentů, sborník, FTVS UK 2004, [online] [cit. 2019-07-21]. Dostupné z: https://fsport.uniba.sk/fileadmin/ftvs/dekanat/veda/identifikace_sportovnich_talentu_sbornik.pdf ISBN 80-86317.
43. STONE, MH.; SANDS, WA.; PIERCE, KC.; RAMSEY, MW.; HAFF, GG. *Power and power potentiation among strength-power athletes: preliminary study*. Int J Sports Physiol Perform. 2008 Mar;3(1):55-67. doi: 10.1123/ijsp.3.1.55. PMID: 19193949. [online] [cit. 2020-10-20]. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19193949/>.
44. SZENT-GYÖRGYI, AG. *The early history of the biochemistry of muscle contraction*. The Rockefeller University Press, 2004.[online] [cit. 2019-07-21]. Dostupné z: [The Early History of the Biochemistry of Muscle Contraction | Journal of General Physiology | Rockefeller University Press \(rupress.org\)](http://rupress.org).

45. TILIIN, NA.; BISHOP, D. *Factors modulating post-activation potentiation and its effect on performance of subsequent explosive activities*. *Sports Med*. 2009, [online] [cit. 2019-07-15]. Dostupné z: [Factors modulating post-activation potentiation and its effect on performance of subsequent explosive activities - PubMed \(nih.gov\)](#).
46. TSIMACHIDIS, C.; PATIKAS, D.; GALAZOULAS, C.; BASSA, E.; KOTZAMANIDIS, C. *The post-activation potentiation effect on sprint performance after combined resistance / sprint training in junior basketball players*, 2013, [online] [cit. 2019-07-21]. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24225048/>.
47. UHER, M. *Biomechanika svalů* FAF UK Hradec Králové, Bc. práce 2016 [online] [cit. 2019-07-15]. Dostupné z: [Biomechanika svalů \(cuni.cz\)](#).
48. UHROVÁ, K. *Adaptace kosterního svalu na odlišné typy pohybové zátěže v rámci programů pohybové rehabilitace rekondičních cvičení a sportů*. FZV UP, Olomouc, Bc. Práce 2014. [online] [cit. 2019-07-15]. Dostupné z: <https://theses.cz/id/x0iigq/BP1.pdf>.
49. VERKOSHANSKY, Y. *Speed strength preparation and development of strength endurance of athletes in various specialisation*. *Soviet Sports Review*, 1986, [online] [cit. 2019-07-21]. Dostupné z: [Special Strength Training \(verkhoshansky.com\)](#)
50. VŠSK, Univerzita Zlín. *Technika softbalu*. [online] [cit. 2019-07-21]. Dostupné z: <http://softball.utb.cz/metodika/chap1>.
51. VŠSK Univerzita Zlín. *Pravidla*. [online] [cit. 2019-07-20]. Dostupné z: <http://softball.utb.cz/basics/chap2>.
52. WOLKER O. *Post-activation-potentiation*. *Science for |Sports* 2016. [online] [cit. 2019-07-20]. Dostupné z: <https://www.scienceforsport.com/post-activation-potentiation/>.
53. WILSON, JM., et al. *Meta-analysis of postactivation potentiation and power: effects of conditioning activity, volume, gender, rest periods, and training status*. *J Strength Cond Res*. 2013; [online] [cit. 2019-07-15]. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22580978/>.
54. ZAHRADNÍK, D. et al. *Základy sportovního tréninku - Trénink silových schopností* Masarykova univerzita, Brno 2012, [online] [cit. 2019-07-15]. Dostupné z: <https://www.fsps.muni.cz/emuni/data/reader/book-5/07.html> ISBN 978-80-210-5890-3 34.

PŘÍLOHA 1: Seznam obrázků, grafů, tabulek

Seznam obrázků

Obrázek 1 <i>Autor neznámý. Postavení hráčů na softballovém hřišti (VŠSK Univerzita Zlín [online]).</i> 9. 7. 2020 [cit. 2020-07-09]. Dostupné z: http://softball.utb.cz/basics/chap2	20
Obrázek 2: <i>Části svalu - Seeley a kol., (2001) „Základy anatomie a fyziologie“</i>	27
Obrázek 3: <i>Anatomie hlavních svalu pro odpal a hod, (Frederic Delavier – Silový trénink, Anatomie 2001, Lidská Kinetika), upraveno</i>	29
Obrázek 4: <i>Model svalové kontrakce, Huxleyho model, Pastucha (2014). [online].</i> 9. 8. 2019 [cit. 2019-08-09]	34
Obrázek 5: <i>Schéma části svalové kontrakce (Jungueira, 1997) [online].</i> 9. 8. 2019 [cit. 2019-08-09]. Dostupné z: http://www.latinsky.estranky.cz/img/original/334/sval-stavba.jpg (upraveno)	34
Obrázek 6: <i>Hillova křivka a znázornění veličin, které se podílejí na produkci svalové síly (Petr a Štastný, 2012)</i>	39
Obrázek 7: <i>Hillova rovnice: Portál FTVS UK, Katedra anatomie a biomechaniky</i>	40
Obrázek 8: <i>Hrubá taxonomie motorických schopností (zdroj: Měkota a Novosad, 2005)</i> https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/fspjs/js13/balcvic/web/pages/01-motoricke-schopnosti.html	42
Obrázek 9: <i>Hierarchické uspořádání motorických schopností (zdroj: Měkota, Novosad, 2005)</i>	42
Obrázek 10: <i>Základní typy svalové činnosti proti odporu (Browne, 2015), upraveno</i>	45
Obrázek 11: <i>Navrhovaný mechanismus potencializace po aktivaci (PAP).</i> https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6838751/#ref14	62
Obrázek 12: <i>Mechanika odpalu, Larry VanSuch's (2013), upraveno.</i>	65
Obrázek 13: <i>Polohy cviku Bench Press (Devalier, 2005) upraveno.</i>	66
Obrázek 14: <i>Zapojené svaly, Bench press. (Devalier, 200), upraveno</i>	66
Obrázek 15: <i>Pozice Bench pressu, (Devalier, 2005) upraveno.</i>	67
Obrázek 16: <i>Medicinbal (Jebavý a Doubravský, 2011) upraveno</i>	68
Obrázek 17: <i>Metodické listy – Motorické testy, Pavelka a Hrubý (2019), upraveno</i>	76
Obrázek 18, <i>Larry VanSuch's (2013), svaly, které přitahují levou ruku během fáze zášvihů, upraveno.</i>	114

Obrázek 19: <i>Larry VanSuch's (2013) svaly, které se během fáze zášvihů natahují na levé straně a svaly, které odtahují pravou ruku během fáze zášvihů, upraveno.</i>	114
Obrázek 20: <i>Larry VanSuch's (2013), svaly, které jsou ve fázi zášvihů natažené na pravé straně a rotátory boční páteře, upraveno.</i>	114
Obrázek 21: <i>Larry VanSuch's (2013), svaly extenzoru kyčle, svaly extenzorů kolen (čtyřhlavý sval), upraveno.</i>	115
Obrázek 22: <i>Larry VanSuch's (2013), pronátory lokte nebo předloktí a radiální odchylka zápěstí, upraveno.</i>	115
Obrázek 23: <i>Larry VanSuch's (2013), vnější rotátory kyčle (levé kyčle) a vnitřní kyčelní rotátory, upraveno.</i>	115
Obrázek 24: <i>Larry VanSuch's (2013), vnější nebo boční kyčelní rotátory a svaly extenzoru kyčle, upraveno.</i>	115
Obrázek 25: <i>Larry VanSuch's (2013), svaly extenzorů kolen a kvadricepsy, plantarflexory kotníku a lýtkové svaly, upraveno.</i>	116
Obrázek 26: <i>Larry VanSuch's (2013), boční rotátory páteře, svaly, které jsou ve fázi zášvihů natažené na levé straně, upraveno.</i>	116
Obrázek 27: <i>Larry VanSuch's (2013), extenzory lokte a předloktí, svaly, které byly ve fázi zášvihů natažené, upraveno.</i>	116
Obrázek 28: <i>Larry VanSuch's (2013), loketní supinátorové svaly, svaly, které během fáze švihů, tlačí na pravou ruku, upraveno.</i>	116
Obrázek 29: <i>Larry VanSuch's (2013), extenzory lokte a předloktí, svaly úchopu ruky, upraveno.</i>	117
Obrázek 30: <i>Larry VanSuch's (2013), svaly úchopu ruky umístěné v předloktí, vnitřní kyčelní rotátory, upraveno.</i>	117
Obrázek 31: <i>Larry VanSuch's (2013), svaly extenzorující koleno (čtyřhlavý sval), rotátory boční páteře, upraveno.</i>	117
Obrázek 32: <i>Larry VanSuch's (2013), svaly, které během protažení nadále táhnou levou paži kolem kontaktu, upraveno.</i>	117
Obrázek 33: <i>Larry VanSuch's (2013), svaly, které pokračují v tlačení pravé paže v kontaktu během následného průchodu, upraveno.</i>	118

Seznam grafů

Graf 1: Výsledková část post-activační potenciace	83
Graf 2: Rozptyl 0 % RM.....	84
Graf 3: Míra odlišnosti jednotlivců od aritmetického průměru (0 % RM).	85
Graf 4: Rozptyl 90 % RM.....	85
Graf 5: Míra odlišnosti jednotlivců od aritmetického průměru (90 % RM).	86
Graf 6: Rozptyl 100 % RM.....	87
Graf 7: Míra odlišnosti jednotlivců od aritmetického průměru (100 % RM).	88
Graf 8: Porovnání délky odhodů 0 % RM a 90 % RM	89
Graf 9: Porovnání délky odhodů 0 % RM a 100 % RM	90
Graf 10: Porovnání délky odhodů 90 % RM a 100 % RM	91
Graf 11: Směrodatná odchylka v porovnání s průměrnou délkou odhodu	92
Graf 12: Průměrné zlepšení mezi skupinami	92

Seznam tabulek

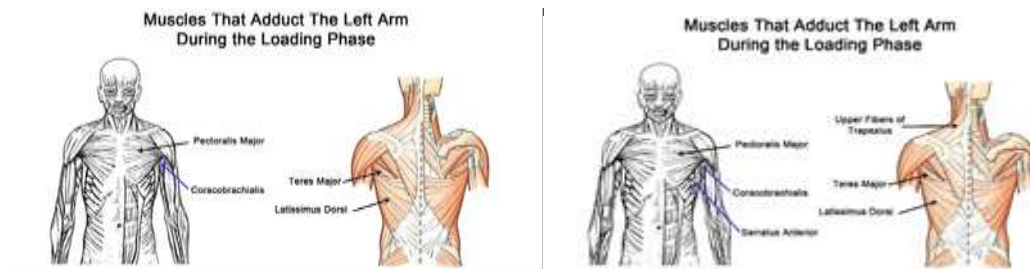
Tabulka 1: Typy svalových vláken, (Grasgruber a kol., 2008).....	30
Tabulka 2: Anatomická a funkční charakteristika svalových vláken (Kohlíková, 2013).....	30
Tabulka 3: Velikost odporu, rychlosti pohybu a trvání pohybu (Dovalil, 2002).....	46
Tabulka 4: Procento 1RM a počet možných opakování, Zahradník a kol. (2012) http://www.fsps.muni.cz/emuni/data/reader/book-5/07.html (upraveno)	50
Tabulka 5: Pravidlo o velikosti odporu a počtu opakování, Stoppani (2008)	52
Tabulka 6: Vztah intervalu na silovou schopnost (Petra a Šťastný, 2012).....	52
Tabulka 7: Doporučené silové zatížení k vyvolání PAP (DeRenne, 2010)upraveno	56
Tabulka 8: Doporučené silové zatížení k vyvolání PAP (DeRenne, 2010).upraveno.....	57
Tabulka 9: Shrnutí získaných dat o vhodném intervalu odpočinku	58
Tabulka 10: Odhadované RM při různých velikostech odporu % (Petr a Šťastný, 2012) ...	72
Tabulka 11: Rovnice pro výpočet maximální hmotnosti pro hledané počty opakování	72
Tabulka 12: Protokol tonizace před výkonem.....	75
Tabulka 13: Protokol trčení medicinbalu.	77
Tabulka 14: Bench press – velikost odporu ve vztahu k počtu opakování.....	81
Tabulka 15: Vzdálenost trčeného medicinbalu po předepsaném odporu	82

Tabulka 16: <i>Směrodatná odchylka a variační koeficient 0 % RM</i>	84
Tabulka 17: <i>Směrodatná odchylka a variační koeficient 90 % RM</i>	86
Tabulka 18: <i>Směrodatná odchylka a variační koeficient 100 % RM</i>	87
Tabulka 19: <i>Porovnávání velikosti tonizace</i>	93
Tabulka 20: <i>Jednofaktorová analýza rozptylu (1F-ANOVA)</i>	93

PŘÍLOHA 2: Anatomický popis zapojených svalů při odpalu.

Anatomie zapojeného svalstva při odpalu

Anatomický popis svalstva, které se účastní specifické softbalové dovednosti, odpalu. Zapojené svaly ve fázích odpalu, (zášvih, švih, protažení).



Obrázek 18 , Larry VanSuch's (2013), svaly, které přitahují levou ruku během fáze zášvihu, upraveno.



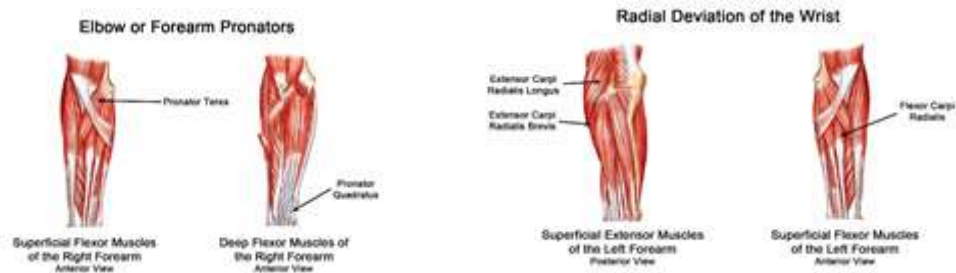
Obrázek 19: Larry VanSuch's (2013) svaly, které se během fáze zášvihu natahují na levé straně a svaly, které odtahují pravou ruku během fáze zášvihu, upraveno.



Obrázek 20: Larry VanSuch's (2013), svaly, které jsou ve fázi zášvihu natažené na pravé straně a rotátory boční páteře, upraveno.



Obrázek 21: Larry VanSuch's (2013), svaly extenzoru kyčle, svaly extenzorů kolen (čtyřhlavý sval), upraveno.



Obrázek 22: Larry VanSuch's (2013), pronátory lokte nebo předloktí a radiální odchylka zápěstí, upraveno.



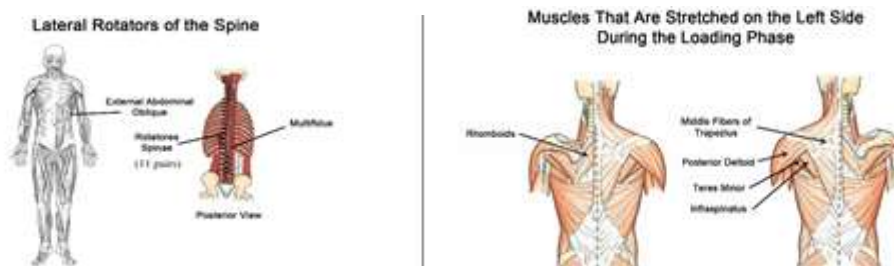
Obrázek 23: Larry VanSuch's (2013), vnější rotátory kyčle (levé kyčle) a vnitřní kyčelní rotátory, upraveno.



Obrázek 24: Larry VanSuch's (2013), vnější nebo boční kyčelní rotátory a svaly extenzoru kyčle, upraveno.



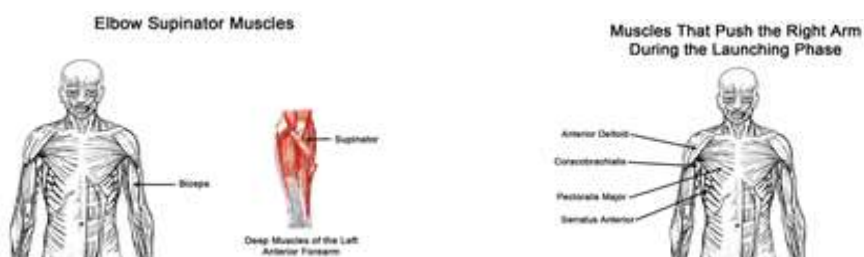
Obrázek 25: Larry VanSuch's (2013), svaly extenzorů kolen a kvadricepsy, plantarflexory kotníku a lýtkové svaly, upraveno.



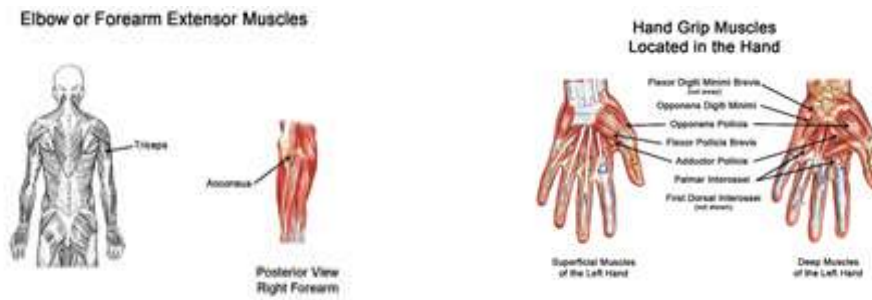
Obrázek 26: Larry VanSuch's (2013), boční rotátory páteře, svaly, které jsou ve fázi zášvihů natažené na levé straně, upraveno.



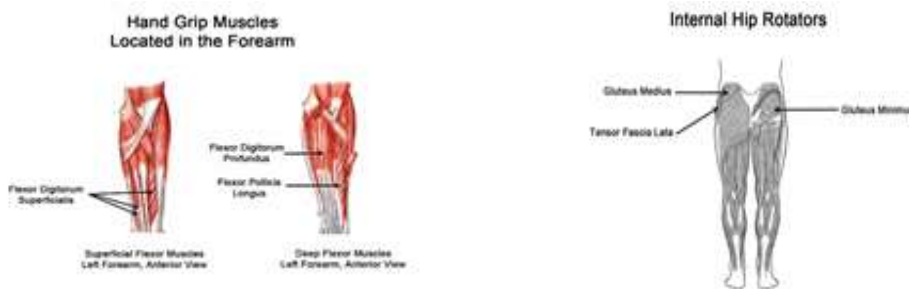
Obrázek 27: Larry VanSuch's (2013), extenzory lokte a předloktí, svaly, které byly ve fázi zášvihů natažené, upraveno.



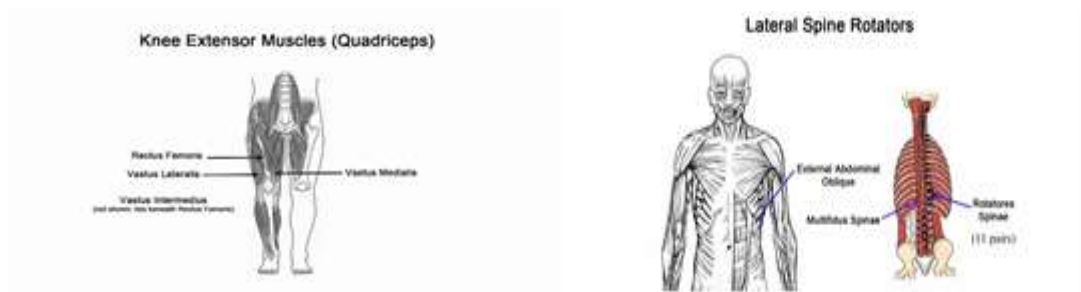
Obrázek 28: Larry VanSuch's (2013), loketní supinátorové svaly, svaly, které během fáze švihů, tlačí na pravou ruku, upraveno.



Obrázek 29: Larry VanSuch's (2013), extenzory lokte a předloktí, svaly úchopu ruky, upraveno.



Obrázek 30: Larry VanSuch's (2013), svaly úchopu ruky umístěné v předloktí, vnitřní kyčelní rotátory, upraveno.

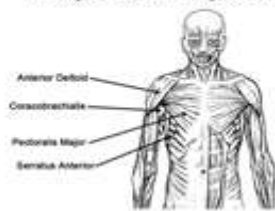


Obrázek 31: Larry VanSuch's (2013), svaly extenzorující koleno (čtyřhlavý sval), rotátory boční páteře, upraveno.



Obrázek 32: Larry VanSuch's (2013), svaly, které během protažení nadále táhnou levou paži kolem kontaktu, upraveno.

Muscles That Continue to Push the Right Arm
Through Contact During the Follow Through



Elbow Supinator Muscles



Obrázek 33: *Larry VanSuch's (2013), svaly, které pokračují v tlačení pravé paže v kontaktu během následného průchodu, upraveno.*

PŘÍLOHA 3: Potvrzení etické komise UK FTVS