

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE  
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU

**Charakteristika nové posilovací metody rozvoje dominantních  
svalových skupin pro sprint**

Diplomová práce

Vedoucí závěrečné práce:  
**PaedDr. Jitka Vindušková, CSc.**

Vypracoval:  
**Lukáš Lintimer**

Praha 2007

Prohlašuji, že jsem tuto závěrečnou práci vypracoval samostatně  
a uvedl v ní veškerou literaturu a ostatní zdroje, které jsem použil.

V Praze dne 15. 4. 2007

Lukáš Lintimer

## Evidenční list

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

Jméno a příjmení:                      Fakulta / katedra:                      Datum

vypůjčení:                      Podpis:

---

### **Poděkování**

**Děkuji vedoucí závěrečné práce PaedDr. Jitce Vinduškové, CSc. za poskytnutí podkladových materiálů, cenných rad a připomínek při zpracování diplomové práce.**

## **Souhrn**

**Název: Charakteristika nové posilovací metody rozvoje dominantních svalových skupin pro sprint**

Předmětem této práce je základní charakteristika plyometrické posilovací metody, využívající nových setrvačnickových trenažérů, určených k rozvoji dominantních svalových skupin pro sprint.

Výzkum je založen na vstupním otestování výzkumného souboru sprintérů, zařazení dvanácti týdenního posilovacího cyklu do tréninku a následném výstupním testování.

Výsledky výzkumu předběžně hodnotí vliv metody na rozvoj silového potenciálu těchto svalových skupin, přínos při zvyšování sprintérské a odrazové výkonnosti výzkumného souboru a podávají souhrn poznatků z posilovacího cyklu.

**Klíčová slova:** metody silového rozvoje, plyometrické posilování, testování, měření dynamické síly, odrazová výkonnost, sprintérská výkonnost

## **Summary**

**Title: Characteristic of new strength building method for the development of dominant groups of muscles for sprint**

The object of this work is the basic characteristic of plyometric strength building method using new flywheel trainers, which are intended for the development of dominant groups of muscles for sprint.

The research is based on the input testing of the research file of sprinters, the insertion of the twelve-week strength building cycle into the training and followed by output testing.

The results of the research pre-evaluate the influence of the method on the development of power potential of these groups of muscles, the benefit for the increase of sprint and jump capacity of the research file and give the summary of knowledge from the strength building cycle.

**Keywords:** methods of the strength development, plyometric strength building, testing, measure of the dynamic strength, jump capacity, sprint capacity

# OBSAH

<b>1. ÚVOD</b> .....	13
<b>2. TEORETICKÁ VÝCHODISKA</b> .....	15
<b>2.1 Silové nároky sprintu</b> .....	15
<b>2.2 Prostředky posilování v tréninku sprintů</b> .....	18
<b>2.3 Metody posilování a jejich využití v tréninku sprintů</b> .....	20
2.3.1 Metoda maximálních úsilí .....	20
2.3.2 Metoda opakovaných úsilí .....	21
2.3.3 Metoda rychlostní .....	22
2.3.4 Metoda kontrastní .....	23
2.3.5 Metoda izokinetická .....	23
2.3.6 Metoda izometrická .....	24
2.3.7 Metoda intermediární .....	24
2.3.8 Metoda silově vytrvalostní a metoda kruhová .....	25
2.3.9 Metoda plyometrická .....	25
<b>2.4 Využití plyometrické metody pro rozvoj síly a vazivových systémů dominantních svalových skupin pro sprint</b> .....	28
2.4.1 Užití setrvačnicku k plyometrickému posilování .....	29
2.4.2 Dráha silového působení při roztáčení setrvačnicku .....	32
2.4.3 Tréninkové zátěže při plyometrickém posilování užitím setrvačnickových posilovacích trenažérů .....	33
2.4.4 Určování setrvačného odporu setrvačnickového bubnu .....	34
2.4.5 Riziko svalových zranění při plyometrickém posilování užitím setrvačnickových posilovacích trenažérů .....	35
<b>2.5 Problematika testování v tréninku sprintů</b> .....	35
2.5.1 Dynamické měření svalové síly v atletických sprintech .....	36
2.5.2 Odrazová výkonnost a testování .....	37
2.5.3 Sprintérská výkonnost a testování .....	40
<b>3. METODOLOGICKÁ VÝCHODISKA</b> .....	43
<b>3.1 Cíle a úkoly</b> .....	43
<b>3.2 Hypotéza</b> .....	44
<b>3.3 Měření a testování</b> .....	44

3.3.1 Dynamické měření svalové síly dominantních svalových skupin pro sprint .....	45
3.3.2 Skok daleký z místa odrazem snožmo .....	46
3.3.3 Vertikální výskok z místa odrazem snožmo se švihem paží.....	46
3.3.4 Pětiskok z místa po odrazové a neodrazové noze .....	47
3.3.5 Běh na 20 metrů - nízký start z bloků .....	48
3.3.6 Běh na 10 metrů – letmý start .....	48
<b>3.4 Výzkumný soubor .....</b>	<b>49</b>
<b>3.5 Posilovací cyklus výzkumného souboru na .....</b>	<b>49</b>
<b>setrvačnickových trenažérech.....</b>	<b>49</b>
<b>4. VÝSLEDKY A DISKUSE.....</b>	<b>51</b>
<b>4.1 Zhodnocení efektivity posilovacího cyklu .....</b>	<b>51</b>
4.1.1 Změny silového potenciálu .....	54
4.1.2 Změny sprintérské a odrazové výkonnosti .....	57
<b>4.2 Vyhodnocení poznatků z posilovacího cyklu .....</b>	<b>62</b>
4.1.1 Parametry setrvačnickových bubnů .....	65
4.1.2 Efektivita využití posilovacích přístrojů .....	65
<b>5. ZÁVĚR .....</b>	<b>66</b>
<b>6. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....</b>	<b>67</b>
<b>7. SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>70</b>



# 1. ÚVOD

Sprintérská výkonnost je základem několika atletických disciplín a podmínkou úspěšnosti ve sportech, kde je start, startovní rozběh a rychlost běhu významnou součástí sportovní výkonnosti.

Problematika sprintu na sebe obrací trvalou pozornost sportovců, trenérů a výzkumných pracovníků již od konce 19. století. Do dnešního dne bylo nashromážděno obrovské množství empirických i teoretických poznatků o sprintu, bohužel často protichůdných. Poznatky se týkají zkušeností z tréninkového procesu, fyziologie svalové činnosti, biomechaniky pohybového systému člověka, výběru sportovních talentů, načasování sportovní formy či regenerace.

Rozvoj sprintérské výkonnosti není snadný. Svědčí o tom i například fakt, že se za posledních 80 let zlepšil světový rekord v běhu na 100 metrů přibližně o pouhých 6%, přičemž jsou třeba ještě 2% zlepšení připsat na vrub pružným umělohmotným tartanovým drahám. Za stejnou dobu vzrostla výkonnost v jiných atletických disciplínách následovně: 10 km o 16,6%, skok daleký o 15,3%, trojskok o 17,5%, skok vysoký o 21,2%, vrh koulí o 48% nebo kladivo o 50,1%.

Roku 1922 se konalo první mistrovství světa ve vzpírání. Nejvyšší vzepřená váha v nadhozu v těžké váze činila 135 kg. Současné světové rekordy v některých váhových kategoriích jsou následující: do 52 kg – 155 kg, do 60kg – 190 kg, supertěžká váha – 263 kg.

Vítěz prvního maratónu na OH v Aténách roku 1896 Spiridion Louis zaběhl tuto trať průměrnou rychlostí 3,802 m/s, Paul Tergat z Keni tuto trať v roce 2003 zaběhl průměrnou rychlostí 5,630 m/s, tedy o 48% vyšší.

Z těchto faktů tedy plyne, že lépe byli poznány zákonitosti rozvoje silových a vytrvalostních schopností, nežli schopností rychlostních. I proto jsme se touto prací pokusili přispět k dosavadním poznatkům o rozvoji sprintérské výkonnosti.

Důležitou součástí tréninku sprinterů je rozvoj silových schopností. Na základě mnoha teoretických i praktických poznatků byly zkonstruovány setrvačnickové posilovací trenažéry, pracující na bázi plyometrické posilovací metody. Působnost cvičení na těchto trenažérech je zaměřena na rozvoj silových schopností u svalových skupin, které se dominantní měrou podílejí na sprintérském výkonu - flexory a extenzory kyčelního kloubu, flexory a extenzory

kolenního kloubu, dále svalové skupiny podílející se na ventrální a dorzální flexi ramenního kloubu a flexi a extenzi loketního kloubu.

Z uvedeného tedy plyne, že předmětem naší práce je především úzká oblast celkového tréninkového komplexu sprintů - rozvoj silových schopností a zvláště pak charakteristika plyometrické posilovací metody, využívající setrvačnickových posilovacích trenažérů.

Hlavním úkolem výzkumu bylo zařadit dvanácti týdenní posilovací cyklus, využívající setrvačnickových trenažérů, do tréninkového programu výzkumného souboru a získat tím první praktické zkušenosti s touto metodou.

Účinnost této posilovací metody jsme se pokusili ověřit pomocí vstupního a výstupního měření dynamické síly těchto svalových skupin a dále pre a post testů sprintérské a odrazové výkonnosti. Měření dynamické síly proběhla ve Vědeckém a servisním pracovišti tělesné výchovy a sportu Casri, za využití nového typu setrvačnickového dynamometru.

Věříme, že náš výzkum přispěje k optimalizaci tréninku sprinterů a rozšíří paletu dosud používaných posilovacích metod zaměřených k rozvoji síly nejen u sprinterů, ale i ve sportech, kde je rychlost běhu podmínkou úspěšnosti.

## 2. TEORETICKÁ VÝCHODISKA

Kapitola rozebírá problematiku silových nároků sprintu, prostředků a metod posilování v tréninku sprintů, dále problematiku využití plyometrické metody pro rozvoj síly a vazivových systémů dominantních svalových skupin pro sprint a problematiku testování ve sprintu. Věnuje se tedy oblastem, jež se přímo dotýkají našeho výzkumu.

### 2.1 Silové nároky sprintu

Silové schopnosti hrají určitou úlohu ve všech sportovních odvětvích. Při úvahách o strategii silového rozvoje je třeba vycházet z pečlivé analýzy příslušného sportovního odvětví nebo disciplíny (Choutka, Dovalil 1991).

Síla je pohybovou schopností, která významně ovlivňuje sprintérský výkon (Millerová, Hlína, Kaplan, Korbel 2002).

Sprintérský výkon lze rozdělit na start, startovní rozběh a běh v trati. Každá tato část klade na pohybový aparát sprintérů rozdílné silové nároky.

Silové nároky na startu zjišťoval u kvalifikovaných sprinterů pomocí dynamografických bloků Ozolin (1968) a uvádí tlakové síly ve výši 900 – 1000 N. Prakticky shodné tlakové síly uvádí i Čoh (2004) u slovinského reprezentačního družstva sprinterů.

Zaciorskij a Primakov (1969) se pokusili určit faktory podílející se na startovním rozběhu u 70 sprinterů. Zjistili, že se na startovním rozběhu podílí stejnou měrou jak délka kroků, tak frekvence kroku. Dále pak uvádějí, že délka kroků koreluje s dynamickou silou extenzorů dolních končetin a odrazovou výkonností, frekvence kroků se silou flexorů trupu a flexorů dolních končetin.

Rychlost běhu v trati je dána součinem délky a frekvence kroků. Kinematická a dynamická analýza opory při sprintu se provádí pomocí tenzometrických odrazových desek zabudovaných do úrovně dráhy. Přední místo v užití této metody patří pracovníkům Centrálního vědecko-výzkumného institutu tělesné kultury bývalého SSSR, mezi další autory patří například Mero, Luthanen a Komi (1986) či Čoh et al. (2004).

S rostoucí rychlostí běhu klesá význam odrazových svalů. To je dáno několika okolnostmi. Běžci s rychlostí běhu 10,2 m/s mají elevační úhel vzletu

2,7°, při rychlosti běhu na úrovni 11,5 m/s je úhel vzletu jen 1,2°. Vertikální oscilace středu hmotnosti těla je u těchto běžců mnohem nižší než u běžců pomalých. Rychlí běžci vynakládají na vertikální zdvih středu hmotnosti těla nižší sílu, na zem dopadají z nižší výšky a v amortizační fázi se méně zbrzdí. U vrcholových sprintérů tak bývají naměřeny nižší hodnoty oporových sil než u běžců pomalých. Kromě toho se při běhu v trati uplatňuje při odrazech předpětí svalstva, kdy se vnější zátěžná síla dokroku přemění na potenciální energii pružné deformace elastických struktur odrazových svalů a takto naakumulovaná energie navýší silový a odrazový potenciál dolních končetin (Ozolin 1986).

Další okolnost je spojena s působením zákona setrvačnosti. K udržení maximální rychlosti běhu na přímé rovné trati není třeba z hlediska mechaniky vynakládat sílu. Sílu je třeba vynakládat na pohybové změny a na překonávání sil odporů. Pohybové změny vztahující se ke středu hmotnosti těla jsou minimální, odporovou silou je jen síla odporu vzduchu o velikosti asi 40 – 60 N (Vychytil 2004).

O tom, že při běhu v trati nároky na odrazovou sílu klesají, svědčí i běh setrvačností. Po proběhnutí cílem běží sprintér i desítky metrů bez jakéhokoliv vynakládání sil, než se zastaví.

Silové nároky při startu, startovním rozběhu a běhu v trati se silovým potenciálem extenzorů dolních končetin konfrontovali Durseněv, Rajevskij (1978) a Vychytil, Čech a Nohava (1988) s těmito závěry: Silový potenciál odrazových svalů dolních končetin v dostatečné míře převyšuje silové požadavky sprintu. Vrcholový sprinteři využívají při sprintu přibližně jen třetinu svého silového potenciálu. Silový potenciál odrazových svalů a odrazovou výkonnost nelze pokládat za rozhodující faktor sprintéřské výkonnosti.

Sílu je třeba při běhu v trati vynakládat na pohybové změny. Největším pohybovým změnám jsou vystaveny distální části končetin. Noha má při dokroku nulovou rychlost, po ukončení odrazu musí být přenesena na vzdálenost 4 – 5,5 m za 0,3 – 0,4 s. V první části přenosu musí být noha velkou silou urychlována, v druhé polovině opět zbržděna na nulu. U cyklických pohybů, jakým je sprint, jsou impulsy sil vynakládané na urychlování segmentů rovny impulsům sil vynakládaných na jejich brždění (Vychytil 2004).

Na přenosu dolní končetiny se podílejí flexory kolenního a kyčelního kloubu. Tyto svaly jsou označovány jako svaly frekvenční. K jejich silovému rozvoji dochází v běžném životě velmi omezeně. Sprint je jednou z mála přirozených činností, kdy k jejich rozvoji dochází.

Tjupa a kol. (1978) uvádí u 30 členného souboru sprinterů různé výkonnosti velmi vysokou závislost ( $r = 0,92$ ) mezi frekvencí kroků a rychlostí běhu. Artyňuk (1973) nachází mezi výkonem v běhu na 100 m a frekvencí kroků korelační závislost ( $r = 0,83$ ), mezi výkonem v běhu na 100 m a délkou kroků závislost hraničící s nezávislostí ( $r = 0,26$ ).

Juškevič (1978) srovnával silový rozvoj souboru 125 sprinterů od začátečníků po mistry sportu. Sprinteři s výkonností v běhu na 100m okolo 10,5 s převyšovali začátečníky s výkonností 13,2 s v síle extenzorů kolenního kloubu o 54 %, v síle flexorů kolenního kloubu o 135 %, v síle extenzorů kyčelního kloubu o 40 % a v síle flexorů kyčelního kloubu o 135 %.

Na rozhraní sedmdesátých a osmdesátých let byla v Moskvě provedena kinematická a dynamická analýza sprintu. Jeden soubor ( $n = 74$ ) tvořili sprinteři, skokani, gymnasté, volejbalisté, basketbalisté, zápasníci a nesportovci, druhý soubor ( $n = 98$ ) tvořili sprinteři různé výkonnosti. Výsledky výzkumu publikovali Žukov a Priluckij (1983) a Tjupa a kol. (1981). Pozornost poutají dva poznatky: Kvalifikovaní sprinteři vynakládají na odraz ve vertikálním i horizontálním směru nižší energii než sportovci, kteří se sprintu nevěnují. Na přenos dolní končetiny po ukončeném odrazu do místa následného dokroku je třeba vynaložit přibližně čtyřikrát více energie než na vlastní odraz.

Na základě těchto poznatků usuzujeme, že je ve sprintérském tréninku potřeba věnovat zvýšenou pozornost silovému potenciálu svalových skupin, které se podílejí na pohybových změnách dolních a horních končetin.

Pohyby dolních a horních končetin při sprintu jsou kolenní flexe a kolenní extenze, kyčelní flexe a kyčelní extenze, ventrální flexe (předpažení), dorzální flexe (zapažení), loketní flexe a loketní extenze.

Mezi nejdůležitější svaly, podílející se na těchto pohybech, patří dvouhlavý sval stehenní, sval poloblantý, sval pološlašitý (kolenní flexe), čtyřhlavý sval stehenní (kolenní extenze), sval bedrokyčlostehenní a sval krejčovský (kyčelní flexe), svaly hýžděvé, dvouhlavý sval stehenní (kyčelní extenze), dvouhlavý sval

pažní a sval deltový (ventrální flexe), trojhlavý sval pažní (dlouhá hlava) a sval deltový (dorzální flexe), dvouhlavý sval pažní a hluboký sval pažní (loketní flexe), trojhlavý sval pažní (loketní extenze) (Doskočil 1997).

## **2.2 Prostředky posilování v tréninku sprintů**

Prostředky tréninku síly tvoř převážně cvičení založená na překonávání vnějšího odporu, tzv. silová cvičení. V odpovídajícím používání tato cvičení naplňují příslušné posilovací metody. Podle použití specifických nebo nespecifických prostředků rozlišujeme obecné a speciální zaměření rozvoje silových schopností.

Obecný silový rozvoj předpokládá věnování pravidelné pozornosti všem druhům silových schopností v celé šíři jejich projevů ( absolutní, rychlá, výbušná a vytrvalostní síla, statický i dynamický, překonávající i ustupující režim svalové práce) a všem svalovým skupinám pohybového systému, tedy i těm, které mají v dané specializaci pomocné funkce. To je důležité hlavně v počátečních letech tréninku.

Speciální silový rozvoj nabývá stále většího významu v pozdějších letech tréninku. Jedná se o rozvoj těch druhů síly a svalových skupin, které se rozhodujícím způsobem uplatňují ve sportovní specializaci. Při volbě cvičení se proto přihlíží zejména k souladu posilovacích cvičení s vnější (prostorová podobnost) i vnitřní (velikost a průběh úsilí, rytmus) stránkou pohybové struktury specializace. Tuto funkci plní speciální a vlastní cvičení prováděná při zvýšeném odporu.

Speciální rozvoj síly patří k nejnáročnějším tréninkovým úkolům. V praxi se často sahá ke kompromisu, protože shoda vnitřní a vnější struktury není vždy uskutečnitelná. Stává se, že při provádění speciálního cvičení vyvíjí posilovaný sval vysoké úsilí v jiném časovém a prostorovém sledu než při soutěžním provedení. Takové cvičení pak klade nároky i na ty svalové skupiny, které se specifického pohybu bezprostředně neúčastní. Objektivní řešení je třeba hledat v biomechanických a elektromyografických šetřeních.

Ze specifčnosti rychlostních projevů vyplývá, že při rozvoji rychlostní schopnosti (lokomoce) mají silová cvičení potřebný podpůrný efekt pouze tehdy,

provádíme-li rozvoj silových schopností v těch pohybech, v nichž chceme dosáhnout vysoké rychlosti (Choutka, Dovalil 1991).

Podle Millerové, Hlíny, Kaplana a Korbela (2002), se všeobecná a speciální odrazová síla v tréninku sprintů rozvíjí pomocí těchto prostředků:

- a) bez zátěže – překonává se pouze hmotnost vlastního těla,
- b) se zátěží – pomocí činek, posilovacích strojů, pytlů s pískem či vodou, zatěžkávacích pásů, medicinbalů, tažených náčiní.

Dále uvádějí, že škála tréninkových prostředků pro posilování je široká, což umožňuje vytvořit řadu příkladů tréninkových prostředků případně tréninkových jednotek. Mezi tréninkové prostředky speciální odrazové síly a obecného posilování sprinterů zařazují následující cvičení:

#### **Odrazová cvičení:**

- odrazy I (lehké, kotníčkové, jednož – snožmo, přes švihadlo ), celkový počet v tréninkové jednotce 150 – 400
- odrazy II (intenzivní, do desetiskoku), počet odrazů v jednotce dle období 60-250
- odrazy III (vytrvalostní) – skokový běh na 50 – 100 m, počet odrazů v jednotce dle období 250 – 600
- odrazy IV (výbušné, amortizační) – přeskoky překážek o výšce 76 – 100 cm, seskok ze zvýšeného místa (40 – 70 cm) s následným přeskokem přes překážku, odrazy od stěny při houpání na zátěžové houpačce, počet odrazů v jednotce je velice individuální s ohledem na řadu faktorů (věk, úroveň síly, intenzita zátěže)
- odrazy V (se zátěží, posilovací vestou, s nákotníky) – žabáky, metcalfy, odrazy jednož a kombinované, přeskoky překážek, výskoky – počet odrazů individuální
- běh či odrazy se zatížením, běh do mírného svahu – krátké a rychlé nebo dlouhé úseky, starty a běh na brzdě nebo s tahačem, běh proti větru

#### **Obecné posilování:**

- kruhový trénink s 6 – 10 stanovišti s počtem opakování 10 -20 nebo s časově vymezeným intervalem zátěže, počet sérií 3 – 5, počet opakování cviků v tréninkové jednotce 300 – 600

- posilování s medicinbalem – různé odhody a odhody ve stoji, kleku, sedu a lehu s hmotností 1 – 4kg, celkový počet odhodů v jednotce 150 – 300
- posilování s lehkými činkami (osa, kotouče, jednoručky – maximálně do 50% hmotnosti těla: trh, benč, rotace trupu, posilování paží, svalů trupu, výskoky ze sedu) – objem posilování v jednotce je individuální
- posilování na posilovacích strojích a trenažérech, jedná se vesměs o speciální posilování, vhodné pro vyšší věkové kategorie – dávkování a objem posilování je individuální
- posilování s nakládací činkou (trh, nadhoz, benč, sedy, podřepy, výpony), vzhledem k náročnosti cvičení vhodné pro vyšší kategorie, dávkování a objem posilování je individuální

Kaplan (2006) uvádí, že pro rozvoj speciální síly sprintera je velmi důležitá úroveň všeobecné síly. Dále uvádí, že ve sprintu je nejdůležitější rozvoj speciální svalové síly zaměřený převážně na svalstvo dolních končetin a zlepšování odrazových schopností i zvyšování frekvence. Rozvíjet se má i síla ostatních svalových partií, rozvoj odrazové síly však má být dominantní. Cvičení mají být realizována v relativně rychlejším tempu při zachování správné techniky.

## **2.3 Metody posilování a jejich využití v tréninku sprintů**

Hlavními metodotvornými činiteli jsou podle Choutky a Dovalila (1991) velikost odporu, rychlost provedení, počet opakování, interval odpočinku a způsob odpočinku. Výběr velikosti odporu také vidí jako jednu z hlavních otázek metodiky rozvoje síly např. Zaciorskij (1970).

Dovalil (1986) uvádí následující metody stimulace silových schopností: těžkoatletická, opakovaných úsilí, rychlostní, kontrastní, izometrická, intermediární, brzdivá, izokinetická, silově vytrvalostní, elektrostimulace a plyometrická. Metody rychlostní, kontrastní, izokinetickou a plyometrickou označuje jako vhodné ke stimulaci lokomoční i segmentové rychlostní schopnosti.

### **2.3.1 Metoda maximálních úsilí**

Podstatou metody maximálních úsilí ( jindy také vzpěračské, těžkoatletické, krátkodobých napětí) je překonávání nejvyšších možných odporů. Charakterizují ji parametry: velikost odporu 95 – 100% maxima, rychlost pohybu malá, počet



opakování 1 – 3x. Krátkodobé úsilí vysoké intenzity zvyšuje množství aktivovaných svalových vláken. Vzhledem ke krátkému trvání podnětu se nestačí v dostatečné míře aktivizovat výměnné biologické procesy, metoda tedy nevede k větší hypertrofii svalu (Choutka, Dovalil 1991).

Vychytil (2004) se domnívá, že vzpěračská metoda není pro sprintery příliš vhodná, neboť rozvíjí v neúměrné míře extenzory kolenního a kyčelního kloubu, zádové svaly, extenzory loketního kloubu a horní oblast plence ramenního kloubu. Kromě toho uvádí, že při vzpírání nejsou rozvíjeny ty svalové skupiny, které se na sprintu podílejí dominantním způsobem. Jedná se o flexory kolenního a kyčelního kloubu, plantární flexory a ventrální i dorzální flexory kloubu ramenního.

Ve sprintérském tréninku lze této metody využívat zejména v přípravném tréninkovém období k rozvoji maximální síly. Vzhledem ke specifickým a relativně nízkým silovým nárokům sprintu zůstává míra nutnosti takového silového rozvoje diskutabilní.

### 2.3.2 Metoda opakovaných úsilí

Poměrně volně se metoda opakovaných úsilí (jindy také kulturistická) definuje jako několikrát opakované cvičení s nemaximálním odporem, pohyb je vykonáván nemaximální rychlostí. Počet opakování v jednom pokusu se volí podle velikosti odporu – opakovací maximum 8 až 15 – pro danou hmotnost břemene však nemusí být počet opakování maximální. V praxi existují podle počtu opakování a velikosti odporu různé varianty, známé pod označením metoda progresivně narůstajícího odporu nebo metoda pyramidová (Choutka, Dovalil 1991).

Lidské tělo se adaptuje na dlouhodobý silový trénink touto metodou značnou svalovou hypertrofií. V odborné atletické literatuře se opakovaně objevují pochyby, zda je metoda opakovaných úsilí a stejně tak i metoda těžkoatletická, vhodná pro sprinty. Vychytil (2004) zmiňuje, že svalové kontrakce u těchto metod trvají i několik vteřin, zatímco silové zapojení svalů ve sprintu se pohybuje v rozmezí 0,6 – 0,9 s. Svalová hypertrofie předbíhá rozvoj cévního systému, takže jsou svaly při rychlostní zátěži, jakou je sprint, relativně méně zásobeny kyslíkem. Objem svalových buněk vzrůstá s třetí mocninou, kdežto membrány buněk, kudy prostupují živiny, ionty a odstraňují se metabolity se zvětšují s mocninou druhou.

Další výhradou proti neúměrnému posilování touto metodou v tréninku sprintů je skutečnost, že přednostně dochází k hypertrofii pomalých svalových vláken a rychlá svalová vlákna se svým silovým projevem přizpůsobují charakteru jejich práce.

Z uvedeného tedy plyne, že se síla získaná touto metodou v samotném sprintu zřejmě nemůže příliš uplatnit. Ve sprintérském tréninku je tato metoda uplatňována především v rozvoji obecné síly v přípravném období, míra nutnosti takového silového rozvoje je vzhledem k uvedeným skutečnostem rovněž diskutabilní.

### 2.3.3 Metoda rychlostní

Pro rychlostní (dynamickou, rychlostně - silovou) metodu je charakteristická střední velikost odporu (30 – 60 % maxima), vysoká až maximální rychlost pohybu, 6 – 12 opakování. Dominantním znakem je snaha o co nejrychlejší provedení pohybu, snaha udělit břemenu co nejvyšší zrychlení. Tomu odpovídá využívání nemaximálního odporu, rovněž počet opakování s daným odporem není hraniční. V zásadě se posiluje tak dlouho, dokud vyvíjená rychlost neklesá. Slabým místem metody je kontrola problému rychlosti, většinou se musíme spokojit se subjektivním odhadem (Choutka, Dovalil 1991).

Vychytil (2004) jako nevýhodu dynamického posilování krátký čas silového zapojení svalů. Adaptační mechanismus vedoucí k rozvoji síly závisí na velikosti síly a délce jejího působení. Pokud by dynamické posilování mělo tuto zásadu splnit, vyžadovalo by to velké počty hodů, vrhů či skoků. Pokud by výlučným tréninkovým prostředkem pro rozvoj síly dolních končetin byly skoky, došlo by k ohrožení Achillových šlach, kolenního a kyčelního kloubů, příčné klenby chodidla a k riziku únavových zlomenin bérce.

Tato rizika je třeba zohledňovat při otázce dávkování zátěže ve sprintérském tréninku. Čelíkovský (1990) k problematice dávkování zátěže uvádí, že rozvoj rychlostně silových schopností vyžaduje přesné dávkování, celkový rozsah rychlostně silového zatížení a opakování v sériích musí být ohraničen a intervaly mezi sériemi mají být relativně dlouhé (tři až pět minut).

Alternativní metodou dynamického posilování je cvičení s gumovými expandery. Vychytil (2004) cvičení s expandery doporučuje například pro kondiční

posilování lyžařům běžcům pro rozvoj síly paží. Pro sprintery toto cvičení příliš nedoporučuje, neboť při sprintech jsou nejvyšší silové nároky na počátku amplitudy pohybů, zatímco při napínání expanderu je na začátku malý odpor, který s délkou protažení expanderu narůstá. Silové zapojení svalů při sprintu má tedy odlišný charakter.

#### 2.3.4 Metoda kontrastní

Metoda v jistém smyslu kombinuje principy metody rychlostní a metody opakovaných úsilí je metoda kontrastní. V rámci jedné tréninkové jednotky se střídají odpory různé velikosti, což umožňuje dosahovat různé rychlosti provedení a také různého počtu opakování. Změny odporu zdokonalují pozitivní kinestetické pocity: těžko – lehký a rychle – pomalu. Jejich aplikace se příznivě odráží ve zlepšení vnitrosvalové i mezisvalové koordinace. Změny metodotvorných parametrů mohou být v podstatě libovolné, obvykle se uvažuje o rozpětí 30 – 80 % maxima a počtu opakování 5 – 10.

Metody se s úspěchem využívá zvláště ve sportech a disciplínách, kde lze stanovit tzv. soutěžní odpor a ve vztahu k němu volit při posilovacích cvičeních odpor nižší či vyšší. Zařazování a ovládnutí této metody patří k důležitým úkolům speciálního tréninku síly sportovců vyšší výkonnosti (Choutka, Dovalil 1991).

Posilování touto metodou se ve sprintérském tréninku také uplatňuje především k rozvoji speciální síly, a to především v přípravném tréninkovém období.

#### 2.3.5 Metoda izokinetická

Jedná se o cvičení, při kterém se v průběhu pohybu nemění ani svalové napětí, ani rychlost kontrakce. Metoda ovšem vyžaduje speciální přístrojové vybavení, kde konstantní odporovou sílu umožňují excentrické kladky, setrvačníky, hydraulické odpory, odstředivé brzdy, elektronické posilovací přístroje.

Doporučené dávkování pro jednotlivá cvičení je 6 – 8 opakování. Při cvičení se má vyvíjet maximální úsilí, praktický pokyn proto zní: snažit se o co nejrychlejší provedení cvičení.

Všeobecně je metoda považována za prospěšnou pro všechny druhy silových schopností, obzvláště se hodí pro sporty vyžadující projev rychlé síly typu plavání, kanoistiky či veslování (Choutka, Dovalil 1991).

### 2.3.6 Metoda izometrická

Metoda operuje se statickými cvičeními, svaly vyvíjejí činnost proti pevnému odporu, jedná se tedy o izometrickou kontrakci. Obecně se doporučuje setrvávat v kontrakci asi 5 – 12 sekund, úsilí má být v průběhu pokusu postupně zvyšováno. Počet cvičení není pevně vymezen, měl by se důkladně zachovávat princip postupného narůstání zatížení – jak zvyšováním počtu opakování, tak prodlužováním doby kontrakce. Pozitivní zkušenosti jsou s výběrem 4 – 5 různých cvičení, která se 3x opakují.

Vzhledem ke statické povaze cvičení je třeba věnovat zvláštní pozornost poloze. Za nejvhodnější se jeví tzv. kritická poloha, tj. taková, která umožňuje vyvinout nejvyšší úsilí. To zpravidla není známo, proto se obvykle volí tři polohy, odpovídající zahájení pohybu, kritickému místu a dokončení pohybu. Předností metody jsou dobré možnosti lokálního působení a jednoduché použití bez nákladného vybavení. Jako nedostatek se ukazuje absence momentu mezisvalové koordinace, negativní ovlivnění pružnosti svalu při dlouhodobějším používání a důsledky spojené s opakovaným zadržováním dechu a horším krevním zásobením svalu (Choutka, Dovalil 1991).

Izometrická metoda rozvoje síly má racionální jádro. Adaptační efekt při rozvoji síly je totiž dán součinem maximální síly a dobou jejího trvání. Jestliže při sprintech, skocích či vrzích trvá projev síly po dobu několika desetin či dokonce jen setin sekundy, při vzpírání 2 – 3 sekundy, izometrické kontrakce se doporučují v trvání 5 – 12 sekund. Časový faktor je tak u této metody nesrovnatelně delší než u jiných metod. Četné výzkumy ukázali, že síla získaná izometrickou metodou se ve sportech s výbušným charakterem svalové činnosti příliš neuplatní.

### 2.3.7 Metoda intermediární

Metoda spojuje v průběhu cvičení dynamickou a statickou práci, dochází ke střídání svalové práce v izotonickém a izometrickém režimu. Pohyb začíná

dynamickým překonáváním odporu, určitých polohách je pohyb zastaven, následuje výdrž asi 5 s a dokončení pohybu. Cyklus se opakuje.

Při volbě velikosti odporu se v zásadě vychází z principů metody opakovaných úsilí, odpor musí umožnit cvičení včetně výdrží. Ostatní parametry dávkování odpovídají přibližně metodě izometrické. Podstata intermediární metody směřuje k prodloužení působnosti silového podnětu, k prodloužení napětí činných svalů. Není zde zvýrazněn aspekt nervosvalové koordinace (Choutka, Dovalil 1991).

Výhrady pro širší využívání této metody v tréninku sprintů jsou stejné jako u metody opakovaných úsilí a metody izometrické.

### 2.3.8 Metoda silově vytrvalostní a metoda kruhová

Charakteristickými znaky těchto metod jsou vysoké počty opakování cvičení – 20 až 50 i více. Velikost odporu nepřekračuje 30 – 40 % maxima a rychlost provedení je střední až pomalá. Zatížení má výrazný vytrvalostní aspekt, významnou roli zde hrají intervaly odpočinku. Uplatňují se zde zásady intervalového tréninku. Uvedených principů využívá i metoda kruhová, kde se jedná spíše o organizačně metodickou formu (Choutka, Dovalil 1991).

Vzhledem k dlouhým kontrakčním časům se výše uvedené posilovací metody nejeví vhodné pro rozvoj rychlé síly, jak to vyžaduje sprint. V tréninku sprintů je lze užívat v rozumné míře v přípravném období k všeobecnému rozvoji síly a rozvoji funkčních předpokladů. To platí zejména o metodě kruhové.

### 2.3.9 Metoda plyometrická

Cílem metody je vytvářet specifické podmínky pro maximálně rychlou, výbušnou a mohutnou svalovou kontrakci. Těmito podmínkami se rozumí tonizace (předpětí) svalu, předcházející vlastnímu pohybu. Toho lze dosáhnout:

1. využitím izometrického úsilí s následným snížením hodnoty odporu,
2. stimulací kinetickou energií břemene.

První způsob předběžného napětí počítá s počáteční izometrickou kontrakcí. Dosažené napětí vede k tomu, že je v okamžiku odstranění blokády ve stavu aktivace větší počet motorických jednotek, a to umožňuje výbušný silový

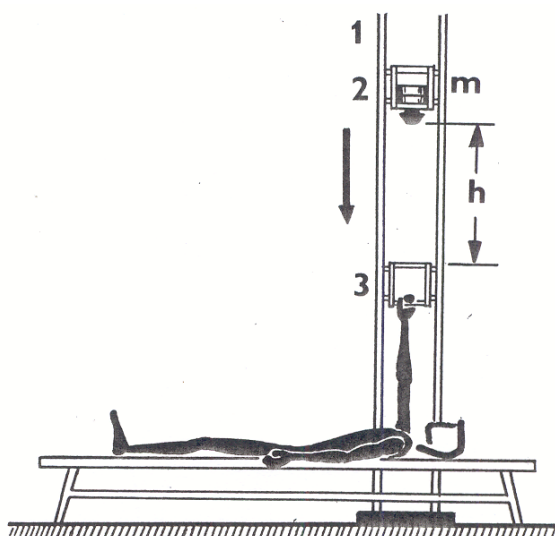
projev, tj. rychlé vyvinutí maxima síly, dosahované zrychlení pohybu je vyšší. Tato varianta předpokládá speciální zařízení s možným nastavením odporu.

Druhý způsob lze realizovat při pádu tělesa z určité výšky. Ve fázi amortizace se uplatňuje brzdivá kontrakce, která plní funkci kumulace svalového napětí a současně se aktivizuje protahovací reflex. Za tohoto stavu může následná izotonická kontrakce probíhat mnohem rychleji než v případě, kdy předběžná tonizace chybí (Choutka, Dovalil 1991). Plyometrická metoda tedy současně rozvíjí sílu i rychlost kontrakcí.

Plyometrická metoda upoutala pozornost celé řady výzkumníků. Objevuje se pro ni řada označení. Např. Bosco, Pittera (1982) či Mero, Luhtanen a Komi (1986) užívají termín „excentricko – koncentrický cyklus“, Slamka (2000) doporučuje termín „akumulačně – rekuperační cyklus“. Termín „úderné posilování“ užívá Verchošanskýj (1968), který se jako první zasloužil o zavedení této metody do sportovní praxe.

Obr. č. 1 uvádí jeden z jeho prvních výzkumů plyometrického efektu. Výzkum sleduje schopnost svalů horní končetiny přeměnit kinetickou energii vnější zátěže na zvýšení síly ventrálních flexorů ramenního kloubu při vrzích.

**Obr. č. 1** Výzkum plyometrického efektu. 1 - vodící kolejničky, 2 - zátěž pohyblivě upevněná mezi kolejničkami, 3 - amortizační plošina sloužící k vyhazování a brzdění dopadající zátěže, H – výška volného pádu zátěže.



Sledovány byly tři režimy práce:

- a) Vrh zátěže o různých hmotnostech vzhůru, z klidové polohy, paže ve výchozí poloze pokrčena.
- b) Paže je v předpažení, napjatá, zátěž je na amortizátoru, vrh vzhůru následuje po předcházejícím rychlém pokrčení paže.
- c) Paže je v předpažení, mírně pokrčena, zátěž o různé hmotnosti je spuštěna z výšky  $h$  na amortizátor, nastává pokrčení paže vnější zátěžnou silou dopadajícího tělesa s následným odvrhem vzhůru.

Byly použity zátěže o hmotnosti 2, 4, 6 a 8 kg a výška  $h$  od 0,5 m do 3 m.

Nejnižší výška odvrhu byla naměřena u první varianty, nejvyšší u varianty třetí při užití optimální vnější zátěže (vnější zátěž je dána součinem hmotnosti zátěže a dráhy volného pádu). Odhodová výkonnost svalů vzrůstala s rostoucí vnější zátěží, ale jen po určitou mez. Po překročení optimální zátěže výkonnost začala klesat. Tento růst a pokles výkonnosti svalů by se dal vyjádřit převrácenou U křivkou (Verchošanskij 1970).

Plyometrická metoda našla uplatnění při rozvoji odrazu. Podstatou metody jsou výskoky po předcházejícím seskoku z výšky. Zátěží je kinetická energie dopadajícího těla. V amortizační fázi po dopadu se část kinetické energie dopadajícího těla přemění na potenciální energii pružné deformace elastických struktur svalových a vazivových tkání odrazových svalů a takto naakumulovaná energie navýší odrazový potenciál dolních končetin při následném odrazu.

Mezi prvními atlety, kteří začali rozvíjet odraz plyometrickou metodou byl V. Borzov, olympijský vítěz na 100 a 200 m v Mnichově, používal ji také devítinásobný olympijský vítěz Carl Lewis.

Nároky na odraz jsou u jednotlivých atletických disciplín různé. Skokani, kteří ve své specializaci potřebují vysokou odrazovou výkonnost, ke zvýšení náročnosti volí i seskoky z vyšších výšek. Vystává otázka, jaké výšky seskoku (zátěže) jsou účelné pro sprintery.

Schmidtbleicher a Gollhofer (1982) sledovali u dvaceti členného souboru sportovců různých specializací sílu reakce opory při seskocích z výšky 1,10 m. Průměrná síla reakce opory činila 2698 N, doba trvání opory 0,351 s. Maximální hodnoty naměřené síly převýšily 5 – 8x tíhu sportovců, pokrčení v kolenním kloubu přesahovalo 90°. Při seskoku z výšky 50 cm byla naměřena průměrná síla reakce

opory 1950 N a doba opory 0,226 s. Obdobný výzkum uskutečnil Slamka (2000) a doporučuje pro sprintery seskoky z výšek v rozmezí 20 – 40 cm s dopadem na přední část chodidla s okamžitým energickým odrazem. Slamka dále uvádí, že při seskocích z výšek nad 50 cm dochází ke zvýšené flexi v kolenním kloubu, prodlužuje se doba amortizace i doba vlastního trvání odrazu a začínají se uplatňovat ochranné mechanizmy, chránící tělo před přetížením.

V průběhu několika desítek let bylo nashromážděno mnoho poznatků, týkajících se rozvoje odrazu plyometrickou metodou. Lze z nich učinit následující zobecňující závěry:

- Zařazení odrazů s vysokou intenzitou, následujících po seskoku z výšky, je do tréninku vhodné až na vyšším stupni rozvoje sportovní výkonnosti.
- U méně připravených sportovců nemá hloubka seskoku přesáhnout 40 – 60 cm, u vrcholových sportovců 75 – 110 cm.
- Odrazy se mají provádět v sériích, počet odrazů v jedné sérii nemá přesáhnout deset. Za optimum se pokládají dvě až tři série v jedné tréninkové jednotce.
- V týdenním tréninkovém plánu nemá být tato metoda zařazována více než dvakrát.

Při splnění podmínek kvalifikovaného vedení a respektování věkových a individuálních zvláštností doporučují nové americké výzkumy plyometrickou metodu (méně intenzivní formy) pro zařazení i do kondičního tréninku mládeže. Označují ji jako velmi prospěšnou, efektivní a zábavnou, uvádějí i její význam v prevenci proti zraněním.

Souhrnně lze k metodám posilování v tréninku sprintů dodat, že by speciální posilování sprinterů mělo odpovídat charakteru svalové práce při sprintu. Prioritu by tedy měli mít ty metody posilování, které rozvíjejí svalovou sílu v koncentrickém i excentrickém režimu práce a u kterých se přechod z jednoho režimu práce do druhého děje bez jakéhokoliv prodlení.

## **2.4 Využití plyometrické metody pro rozvoj síly a vazivových systémů dominantních svalových skupin pro sprint**

Ze specifčnosti rychlostních projevů vyplývá, že při rozvoji rychlostní schopnosti (lokomoce) mají silová cvičení potřebný podpůrný efekt pouze tehdy,



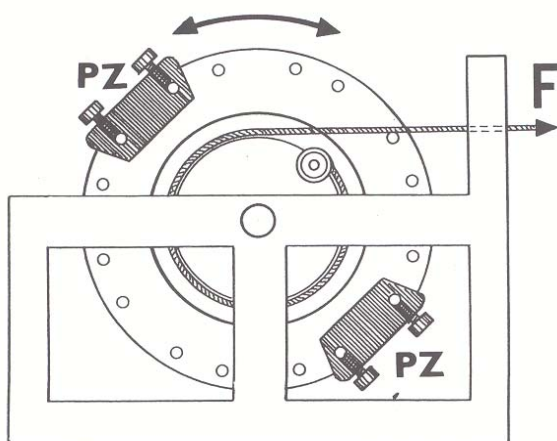
provádíme-li rozvoj silových schopností v těch pohybech, v nichž chceme dosáhnout vysoké rychlosti (Choutka, Dovalil 1991).

Vychytil (2004), který užitím chronografické metody provedl kinematickou a dynamickou analýzu sprintu uvádí, že se při sprintu u všech svalových skupin, které se podílejí na pohybech horních a dolních končetin, projevuje plyometrický efekt.

#### 2.4.1 Užití setrvačníku k plyometrickému posilování

Pro rozvoj svalových skupin, které se při sprintu podílejí na pohybech horních a dolních končetin, navrhl Vychytil (2004) setrvačnickové posilovací trenažéry. Jejich základem je roztáčecí buben se dvěma postranními setrvačnickovými kotouči, po jejichž obvodu je možné upevňovat příkládací zátěže k navýšení momentu setrvačnosti. Na roztáčecím bubnu je pevně uchyceno roztáčecí lanko, které je druhým koncem připevněno k distální části posilované končetiny. Pro připevnění lanka k distální dolní končetiny je potřeba speciální obuvi s upínacím mechanismem (foto viz. příloha č. 7), pro posilování horních končetin je na konci lanka upevněna speciální rukojeť. Princip posilovacího setrvačníku znázorňuje obr. č. 2.

**Obr. č. 2** Princip posilovacího setrvačníku. PZ – příkládací zátěž, F - tahová síla.

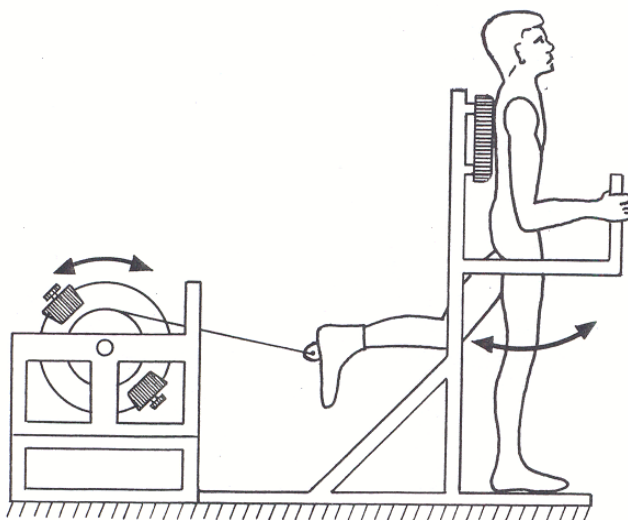


Princip posilování: Tahem za lanko se roztočí setrvačnick, po odtočení roztáčecího lanka se toto lanko začne navíjet na buben, rotace setrvačníku je zbržděna svalovou silou do úplného zastavení a setrvačníku je následně uděleno

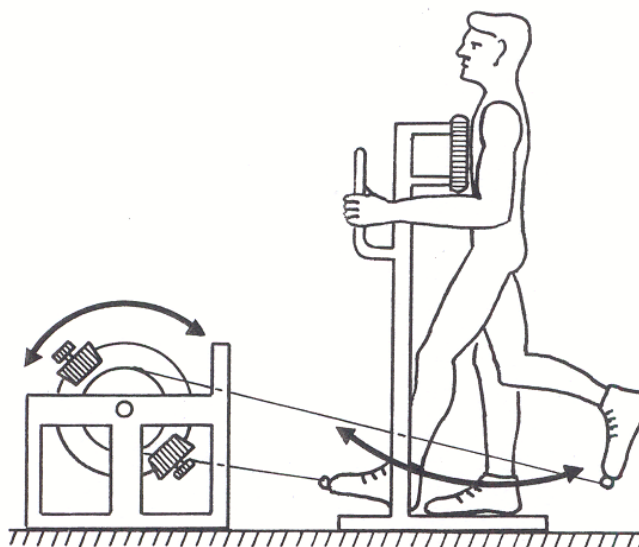
úhlové zrychlení v opačném směru. Na analogické principu pracuje dětská hračka „Jo-jo“.

Pro posilování svalových skupin, které se dominantním způsobem podílejí na pohybech končetin při sprintu, navrhuje Vychytil (2004) jako nejvhodnější polohy, znázorněné na obr. č. 3 – 7.

**Obr.č. 3** Poloha pro posilování flexorů kyčelního kloubu.



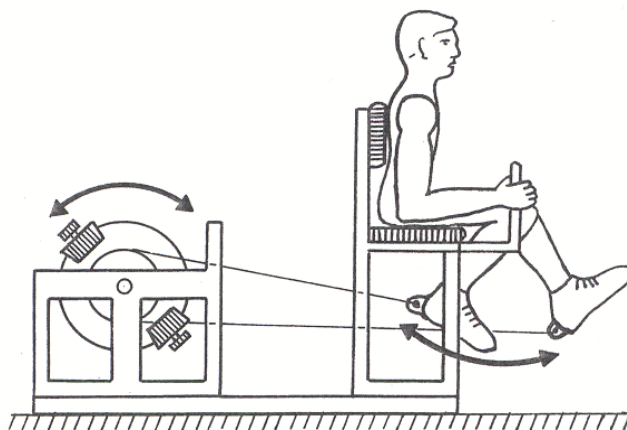
**Obr. č. 4** Poloha pro posilování flexorů kolenního kloubu a extenzorů kyčelního kloubu.



Původně byla pro posilování flexorů kolenního kloubu navrhována poloha vleže na břiše. Tato poloha se však již při prvních pokusech příliš neosvědčila.

V našem výzkumu již bylo využito posilování ve výše znázorněné poloze, kde se do prováděného pohybu zapojují také extenzory kyčelního kloubu.

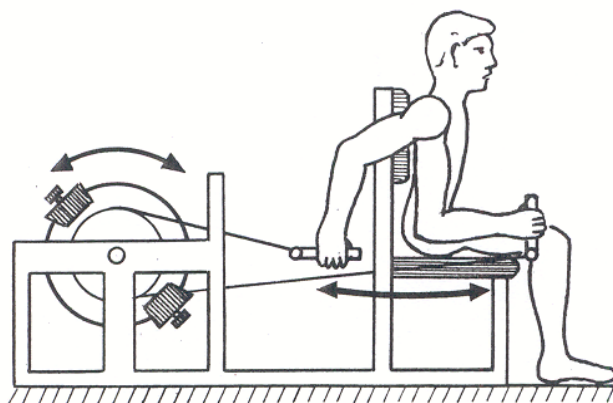
**Obr. č. 5** Poloha pro posilování extenzorů kolenního kloubu.



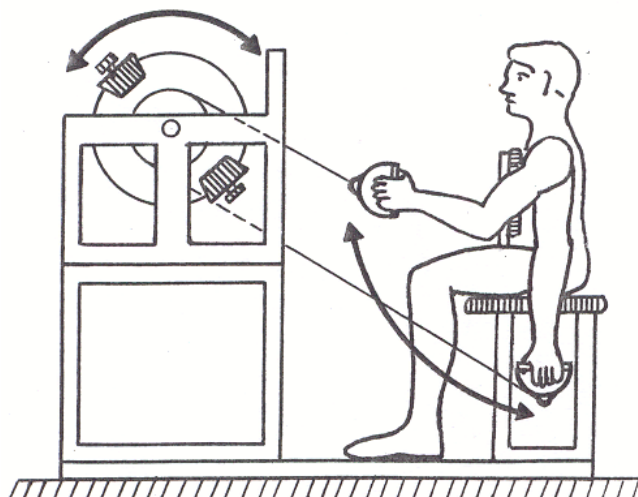
U posilování této svalové skupiny vyvstává otázka, nakolik je vůbec nutné. Vychytil (2004) uvádí, že podíl extenzorů kolenního kloubu na zvyšování hybnosti těla v horizontálním směru je relativně malý, jejich hlavní funkcí je působení proti zemské přitažlivosti.

Přes zmíněný fakt jsme toto posilování extenzorů kolenního kloubu do našeho výzkumu zařadili. Síla získaná touto formou, kdy je dosahováno vysoké kontrakční rychlosti a uplatňuje se plyometrický efekt, by se mohla příznivě projevit při přenosu dolní končetiny ve fázi, kdy podkolení dosedá na stehno a nastává extenze v kyčelním kloubu se současnou extenzí v kolenním kloubu.

**Obr. č. 6** Poloha pro posilování ventrálních flexorů ramenního kloubu a flexorů loketního kloubu.



**Obr.č. 7** Poloha pro posilování dorzálních flexorů ramenního kloubu a extenzorů loketního kloubu.



Z poloh znázorněných na obr. č. 3 – 7 vychází i základní konstrukční provedení posilovacích trenažérů, které byly v našem posilovacím programu využity (foto viz. příloha č.6).

Plyometrické posilování užitím setrvačnickových posilovacích trenažérů je nové, v praxi téměř neprověřené. Posilování touto metodou zatěžuje svaly v koncentrickém i excentrickém režimu práce a klade vysoké nároky na vazivový systém. Předpokládáme, že by tato metoda posilování mohla nejlépe stimulovat rozvoj síly a vazivových struktur v souladu s požadavky sprintu.

#### 2.4.2 Dráha silového působení při roztáčení setrvačnicku

Biomechanická analýza pohybových změn segmentů těla při sprintu pomocí chronofotografické metody ukázala, že maximální silové nároky jsou na počátku amplitudy pohybů a dráha silového působení při urychlování segmentů končí přibližně v polovině amplitudy, kdy začíná intenzivní brždění pohybu segmentu zapojením antagonistických svalových skupin (Vychytil 2004).

Posilování by se tedy mělo provádět ve stejném rozsahu, jako je silové zapojení příslušných svalových skupin při sprintu, tedy na dráze, odpovídající polovině amplitudy pohybu segmentů.

### 2.4.3 Tréninkové zátěže při plyometrickém posilování užitím setrvačnickových posilovacích trenažerů

Na základě poznatků o zákonitostech rozvoje svalové síly jsme formulovali pro užití plyometrického posilování na setrvačnickových posilovacích trenažérech následná úvodní doporučení :

U začínajících a málo trénovaných sprinterů a na počátku přípravného období volit malé zátěže s nízkými nároky na sílu a větším počtem opakování v jedné sérii. Zatížení by mělo umožňovat 15-30 kontrakcí v jedné sérii bez velké lokální únavy. Počet sérií v jednom tréninku by měl být 2–3, mezi sériemi 3-4 minuty odpočinek. V týdenním tréninkovém plánu toto posilování zařazovat dvakrát alespoň po dobu 4 týdnů. Kontrolou přiměřenosti může být stupeň únavy posilované svalové skupiny v následujícím dni. Tím by mělo dojít k postupné adaptaci příslušných svalových a vazivových systémů.

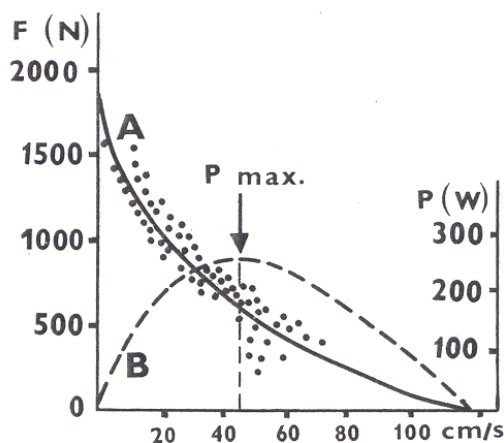
S rostoucí adaptací na tuto specifickou zátěž by se mohlo přistoupit ke zvýšení zátěže při současném snížení počtu kontrakcí v jedné sérii. Počet kontrakcí by neměl přesahovat 15-20, počet sérií 3-4, počet tréninků v týdnu 2-3.

Domníváme se, že v závodním období lze této formy posilování využít ke svalové tonizaci v rámci rozcvičení den před závodem, 10 opakování v 1–2 sériích s lehčími zátěžemi.

Pro trénované sprintery s dostatečnou předchozí přípravou budou, jak předpokládáme, nejvhodnější takové zátěže, které jsou spojeny s maximálním výkonem. Výkon je dán vztahem  $P = F \cdot v$ , kde  $F$  je vynakládaná síla na roztáčení setrvačnicku a  $v$  je rychlost, jakou je setrvačnick roztáčen.

E. Pertuzon (in Zaciorskij, Aruin, Selujanov 1981) sledoval výkonnost loketních flexorů sportovců při různém vnějším zatížení (viz. obr.č. 8) se závěrem, že nejvyšší výkon svaly projevují při třetinové zátěži.

**Obr. č. 8** Výkon loketních flexorů při různém vnějším zatížení dle E. Pertuzona. F – tahová síla svalů při různém zatížení, cm/s – rychlost pohybu zátěže, P – křivka výkonu ve wattech.



Výkonnost svalů sledoval například také Hill (1970), který uvádí nejvyšší svalový výkon při zátěži čtvrtinové.

Určování tréninkové zátěže musí být prováděno u každé posilované skupiny zvlášť. Optimální zátěže bude možné určovat až na základě dalších poznatků. Základním předpokladem bude zřejmě určení maximální izometrické síly posilované svalové skupiny a nastavení takového setrvačného odporu, vyjádřeného ekvivalentní hmotností setrvačníku, který by odpovídal třetinové či čtvrtinové hodnotě silového potenciálu dané svalové skupiny.

#### 2.4.4 Určování setrvačného odporu setrvačnickového bubnu

U rotačních těles se setrvačný odpor vyjadřuje momentem setrvačnosti, který se značí symbolem  $I$  s rozměrem  $\text{kg}\cdot\text{m}^2$ .

Pro tréninkovou praxi je vhodnější a názornější nahradit setrvačný odpor roztáčeného bubnu tzv. ekvivalentní hmotností, označujeme ji  $m_{\text{ekv}}$ . Ekvivalentní znamená rovnomocný, rovnocenný, tedy se stejným účinkem, jako bychom místo roztáčení bubnu roztahovali ve vodorovném přímém směru hmotné těleso, které klade stejně velký setrvačný odpor jako posilovací buben. Mezi ekvivalentní hmotností a momentem setrvačnosti totiž platí vztah  $m_{\text{ekv}} = I : r^2$ , kde  $I$  je moment setrvačnosti posilovacího bubnu a  $r$  poloměr roztáčecího válce.

Ekvivalentní hmotnost je tedy hmotností teoretickou, která umožňuje vytvoření lepší představy o posilovací zátěži.

#### 2.4.5 Riziko svalových zranění při plyometrickém posilování užitím setrvačnickových posilovacích trenažerů

Při prvním, počátečním roztočení získá setrvačnick určitou kinetickou energii. Při brždění rotace, na kterém se podílejí stejné svalové skupiny, se část kinetické energie setrvačnicku přemění na potenciální energii pružné deformace elastických struktur brzdících svalových skupin a tím navýší jejich silový potenciál. Setrvačnick při následném roztočení získává mnohem vyšší kinetickou energii. Zde vyvstává otázka, zda při následném brždění setrvačnicku s navýšenou kinetickou energií nehrozí nebezpečí svalového zranění.

Na brždění rotace se podílejí jak sériové, tak paralelní elastické struktury svalů. Za základní prvek sériové elasticity jsou pokládány sarkomery, konkrétně aktino-myozinový filamentární komplex za předpokladu, že je sval izometricky kontrahován, tedy při zapojení všech příčných můstků mezi aktinem a myozinem. Takto kontrahovaný sval je schopen při excentrickém režimu práce, tedy při protahování vnější silou, vyvinout 1,5 – 2 x větší sílu (Silbernagel, Despopoulos 1993).

Kromě toho Murray, Granner, Mayes a Rodwell (1996) uvádějí, že se v sarkomeře nacházejí další proteiny, které se podílejí na mechanických vlastnostech svalů. Jedná se zejména o titin, nebulin, desmin a další, které se zapojují do brzdícího, excentrického režimu práce.

Z těchto poznatků usuzujeme, že je komplex sériové a paralelní elasticity svalu dostatečně předimenzován. Při dodržení zásady kvalitního rozcvičení posilovaných svalových skupin a našich doporučení z kapitoly 2.4.3 by riziko svalových zranění mělo být minimální.

### 2.5 Problematika testování v tréninku sprintů

Sportovně motorické testování je nejrozsáhlejší oblastí diagnostiky stavu trénovanosti. Pro diagnostiku speciální trénovanosti se konstruují pro každé sportovní odvětví či disciplínu zvláštní soubory testů (kondiční, technické, taktické,

psychické). Pomocí testů kondiční připravenosti lze zjišťovat úroveň speciálních pohybových schopností. Proto se velmi často volí testy, které jsou kinematickou strukturou a vnitřní dynamikou blízké reálnému sportovnímu projevu (Choutka, Dovalil 1991).

Pro řízení tréninku a stanovení optimální úrovně zatížení potřebuje trenér informace o tréninkové úrovni sportovce. Pomocí měření a testování lze hodnotit pohybové nadání, sledovat úroveň a rozvoj pohybových schopností svěřenců a plánovat další trénink. Testování spočívá v hodnocení tělesné zdatnosti a výkonnosti.

Motorické testy patří spolu s pedagogickými, sportovně-psychologickými, sportovně-lékařskými, funkčně-anatomickými či biomechanickými metodami mezi nejčastěji používané kontrolní metody. V atletickém sprintu mají motorické testy značný význam. Jde o standardizované pohybové činnosti, kterými je hodnocena pohybová úroveň sprintera. Předmětem testování pomocí motorických testů jsou pohybové schopnosti. V atletickém sprintu se jedná zejména o testy ke zjišťování stupně rozvoje akcelerační a maximální rychlosti, speciální sprintérské vytrvalosti, tempové vytrvalosti, odrazové výkonnosti, maximální síly svalstva trupu, dolních a horních končetin.

Metody kontroly výkonnosti se v tréninkovém procesu uplatňují:

- na počátku tréninkového cyklu (pro zjištění výkonnostní úrovně sprintera a výpočet individuálních intenzit zatížení pro následující období,
- v průběhu tréninkového cyklu (jako nástroj k průběžné kontrole výkonnostní úrovně),
- na konci tréninkového cyklu (k posouzení účinnosti tréninku určitých tréninkových prostředků a způsobů zatížení) (Kaplan 2006).

Motorické testy je potřeba volit přístrojově a materiálně dostupné, standardizované a s vysokou validitou ke sledované pohybové vlastnosti (Měkota, Blahuš 1983).

### 2.5.1 Dynamické měření svalové síly v atletických sprintech

K optimalizaci sprintérského tréninku by bylo žádoucí, aby byl zmapován silový potenciál jednotlivých svalových skupin vrcholových sprinterů a vytvořen prototyp sprintera s optimálními silovými proporcemi. Bude-li trenér znát optimální



silovou úroveň vrcholových sprinterů a silovou úroveň svých svěřenců, může se přednostně orientovat na rozvoj síly zaostávajících svalových skupin limitujících výkonnost.

Zavedení dynamometrie do trenérské praxe může přispět ke zkvalitňování stávající metodiky sprintérského tréninku. Dynamometrické měření svalové síly může sloužit trenérům i jako zpětná vazba při vyhodnocování tréninku zaměřeného na rozvoj síly.

Nový typ dynamometru byl zkonstruován na setrvačnickovém principu. Dynamometr má přímé napojení na počítač a naměřené dynamické veličiny jsou ihned graficky i numericky vyhodnocovány.

Pro měření dynamické svalové síly lze nastavit na dynamometru setrvačný odpor roztáčeného setrvačnicku vyjádřený ekvivalentní hmotností od 5 kg až po zátěž několika set kg.

Dynamometr umožňuje určovat silový potenciál měřených svalových skupin řadou kinematických a dynamických veličin v časových intervalech  $\Delta t = 0,01$  s. Jde o následující veličiny: Doba reakce na startovní signál DR (s), síla F (N), výkon P (W), energie E (J), střední síla  $F_{stř.}$  (N), střední výkon  $P_{stř.}$  (W), impulsy sil za zvolený časový interval I (Ns), dráha s, čas dosažení maximální síly  $t_{Fmax.}$  (s), čas dosažení maximálního výkonu  $t_{Pmax.}$  (s), celková dráha silového působení (Vychytil 2006).

Měření dynamické svalové síly pomocí nového typu setrvačnickového dynamometru je provozováno ve Vědeckém a servisním pracovišti tělesné výchovy Casri.

## 2.5.2 Odrazová výkonnost a testování

Odrazová výkonnost patří k důležitým faktorům úspěšnosti nejen v atletických sprintech či skocích, ale i v mnoha dalších rozličných sportovních odvětvích. „Sprungfähigkeit“, „jumping ability“, „prygučest“ či „skočnost“ jsou frekventované termíny světové odborné literatury a výčet autorů, zabývajících se problematikou odrazu je rozsáhlý.

K posuzování odrazových schopností jsou využívány různé druhy skoků a víceskoků odrazem jednoho i dvou nohou, z místa i z rozběhu, do dálky i do výšky. Mnoho autorů se zajímalo, který z odrazových testů nejlépe vyjadřuje odrazovou

schopnost. Došli k závěrům, že mezi jednotlivými variantami odrazových testů je různá, často nízká závislost. Pro posuzování odrazových schopností proto volili testové baterie sestavené z několika odrazových testů. Bohužel často co výzkumník, to jiná kombinace testů a jiná technika měření, což znesnadňuje srovnávání naměřených hodnot a zobecňování nashromážděných poznatků.

Testy využívané v atletických sprintech a skocích uvádějí například Millerová, Hlína, Kaplan, Korbel (2002) či Velebil, Kráký, Fišer, Prišćák (2002). Jsou jimi skok daleký z místa odrazem snožmo, vertikální výskok z místa odrazem snožmo z podřepu se švihem paží, desetiskok z místa střídnož, trojskok z místa střídnož, pětiskok (L+P) z místa, desetiskok (L+P) ze šesti kroků rozběhu či 50 metrů skokový běh. V průběhu času se mezi nejfrekventovanější testy k posuzování odrazových schopností zařadily skok daleký z místa odrazem snožmo, vertikální výskok z místa odrazem snožmo z podřepu se švihem paží a trojskok z místa střídnož.

Skok daleký odrazem snožmo z místa je zařazován do testových baterií ke zjišťování obecné tělesné zdatnosti široké populace pro svou jednoduchost a nenáročnost. Rozsáhlá měření prováděli například Pávek (1977) či Žára (1969). U vrcholových sportovců ČSSR testoval skok daleký odrazem snožmo z místa Čelíkovský a kol. (1966) a uvádějí následující hodnoty:

Atleti – sprinteři	(n = 78)	263,6 ± 13,6 cm
Volejbalisté	(n = 88)	258,5 ± 15,9 cm
Basketbalisté	(n = 32)	250,2 ± 19,0 cm
Fotbalisté	(n = 88)	232,9 ± 14,3 cm

Velebil, Kráký, Fišer, Prišćák (2002) uvádějí výkon 295 cm v testu skok daleký odrazem snožmo z místa jako normativní požadavek pro osmnáctileté dálkaře.

Mnoho výzkumných pracovníků a trenérů vyžívá pro posuzování odrazových schopností vertikální výskok. Prováděn může být z dřepu, z podřepu, odrazem obounož i jednonož, se zapojením švihů pažemi i bez jejich zapojení.

Gray, Start a Glencross (1962) doporučuje jako nejadekvátnější test pro posuzování odrazové výkonnosti variantu vertikální výskok odrazem snožmo

z podřepu se švihem paží. Uvádí také vysokou spolehlivost této varianty vertikálního výskoku při opakovaném měření (test – retest reliability  $r = 0,962$ ) a vysokou závislost mezi touto variantou vertikálního výskoku a skokem dalekým z místa odrazem snožmo ( $r = 0,71$ ). Vychytil (1988) srovnával různé varianty vertikálního výskoku a nejvyšší hodnoty výskoku uvádí právě u varianty odrazem snožmo z podřepu se švihem paží.

Určitou nevýhodou vertikálního výskoku je rozdílná metodika měření. Užívá se metoda dosahování, Sargentův skok, užití výsuvných metrů, krejčovských metrů upevněných v pase či měření výšky výskoku na základě doby letové fáze. Další nevýhodou je, že mnozí autoři neuvádějí, zda je výchozí nulovou hodnotou stoj na plných chodidlech či výpon na špičkách. Rozdíl může činit 12 – 15 centimetrů.

Testy odrazové výkonnosti založené na násobených odrazech jedno nož či střídno nož jsou frekventované zejména u sprinterů a skokanů v atletice. Výkonnost v těchto testech je kromě odrazového potenciálu podmíněna i dalšími faktory jako jsou koordinace pohybů, síla flexorů kyčelního kloubu či schopnost využít energii předpětí svalstva při doskoku k následnému odrazu.

K volbě testové baterie pro posouzení odrazové výkonnosti našeho výzkumného souboru (*skok daleký z místa odrazem snožmo, vertikální výskok z místa odrazem snožmo z podřepu se švihem paží, pětiskok z místa po odrazové a neodrazové noze*) přispěla i možnost srovnání některých výsledků s výzkumem Vychytila (2004), který testoval soubor 109 sportujících vysokoškolských studentů ZČU v Plzni (viz. tab. č. 1). Srovnání s tímto výzkumem je podpořeno užitím stejného typu mechanického výskokoměru.

**Tab. č. 1** Hodnoty motorických testů odrazové výkonnosti 109 členného souboru vysokoškolských sportovců.

Vychytil 2004	Hlavní soubor n = 109		Subsoubor "rychlí" n = 24
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$
<b>Vertikální výskok (cm)</b>	54,7	6,9	57,4
<b>Pětiskok ON (m)</b>	11,55	1,08	12,44
<b>Pětiskok NN (m)</b>	10,99	1,16	12,03

### 2.5.3 Sprintérská výkonnost a testování

Mezi faktory určující sprintérský výkon patří startovní reakce, akcelerační rychlost, maximální běžecká rychlost, rychlostní vytrvalost, frekvence běžeckého kroku a délka běžeckého kroku. (Millerová, Hlína, Kaplan, Korbel, 2002)

Startovní reakce (reakční rychlost) s ostatními druhy rychlosti (akcelerační, maximální běžeckou) nekoreluje (Millerová, Hlína, Kaplan, Korbel 2002). Je do značné míry podmíněna kvalitou CNS. Choutka, Dovalil (1991) uvádějí, že tréninkem lze zlepšit rychlost reakce maximálně o 10 – 15 %. I takové zlepšení však ve sprintu, kde o konečném výsledku či umístění často rozhodují setiny sekundy, může hrát svou roli. Startovní reakce je ve sprintu hodnocena dosaženým časem pomocí elektronických startovních bloků.

Akcelerační rychlost (startovní akcelerace) je ve sprintu z hlediska techniky běhu charakteristická šlapavým způsobem běhu a sladěním postupného zvyšování frekvence kroků a prodlužování délky kroků (Millerová, Hlína, Kaplan, Korbel 2002). Akcelerační rychlost je ve sprintu hodnocena podle dosažených časů na úsecích maximálně do 50 metrů tratě, nejčastěji však , jak uvádí Kaplan (2006) na úseku 0 – 30 metrů.

Maximální běžecká rychlost je z hlediska techniky běhu charakteristická švihovým způsobem běhu, při kterém má pohybová struktura běhu cyklický charakter (Millerová, Hlína, Kaplan, Korbel 2002). Úroveň maximální běžecké

rychlosti hodnotíme podle Kaplana (2006) nejrychlejším dosaženým časem na desetimetrovém letném úseku.

Rychlostní vytrvalost a její úroveň se ve sprintu (běh na 100 metrů) projevuje od 80 metrů tratě (u méně trénovaných jedinců i dříve) (Millerová, Hlína, Kaplan, Korbel 2002) . Její úroveň posuzujeme časovým rozdílem mezi první a druhou polovinou stometrové tratě (Kaplan 2006).

Délka běžeckého kroku je závislá na výšce je při analýze sprintérského výkonu sledována v metrech na jednotlivých desetimetrových úsecích. Délka běžeckého kroku se po startovním výběhu postupně prodlužuje a současně se zvyšuje i frekvence kroků, u vrcholových sprinterů až do 50 metrů tratě, zbývající část tratě je absolvována švihovým způsobem běhu a je téměř stabilní délkou i frekvencí kroků (Millerová, Hlína, Kaplan, Korbel 2002). V závěru tratě běhu na 100 metrů uvádí Hlína a Moravec (1990) hodnoty délky kroků až 2,75 metrů u sprinterů a 2,45 metrů u sprinterek.

Frekvence běžeckých kroků je závislá na pohyblivosti dějů v CNS, na schopnosti nervových buněk rychle střídat podráždění a útlum. Při běhu na 100 metrů dosahují závodníci v průměru 4,5 kroků za sekundu, nejvyšší hodnota frekvence kroků na deseti metrovém úseku byla zjištěna 5,12 kroků za sekundu (Hlína, Moravec 1990).

V našem výzkumu jsme se zaměřili na zjištění akcelerační rychlosti, maximální běžecké rychlosti, délky běžeckého kroku a frekvence běžeckých kroků, čemuž odpovídá volba testů do naší testové baterie -test „*běh na 20 metrů – nízký start z bloků*“ pro zjištění akcelerační rychlosti a test „*běh na 10 metrů – letmý start*“ pro zjištění maximální běžecké rychlosti, délky kroků a frekvence běžeckých kroků. Zmíněné ukazatele zjišťoval u 109 členného souboru vysokoškolských sportovců Vychytil (2004) (viz. tab.č. 2).

**Tab. č. 2** Hodnoty motorických testů sprintérské výkonnosti 109 členného souboru vysokoškolských sportovců.

Vychytil 2004	Hlavní soubor n = 109		Subsoubor "rychlí" n = 24
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$
<b>Start 20 m (s)</b>	3,68	0,17	3,50
<b>Rychlost běhu (m/s)</b>	8,05	0,45	8,63
<b>Délka kroků (m)</b>	2,03	0,15	2,08
<b>Frekvence kroků (Hz)</b>	3,99	0,30	4,15

U dvaceti nejlepších světových sprintérů činí průměr časů při startu na 20 m 2,93 s, nejrychlejšího času 2,85 s dosáhli Bailey a Green. Dvacítka nejlepších sprintérů dosáhla na 10 metrovém letném úseku průměru běžecké rychlosti 11,6 m/s.

### 3. METODOLOGICKÁ VÝCHODISKA

Kapitola uvádí cíle a úkoly naší práce, hypotézy, metodiku měření a testování našeho výzkumu, problematiku sestavení výzkumného souboru a popis posilovacího programu na setrvačnickových trenažérech.

#### 3.1 Cíle a úkoly

Hlavním cílem našeho výzkumu je zjistit, zda se použitím plyometrického posilování dominantních svalových skupin pro sprint pomocí setrvačnickových posilovacích trenažerů podaří ovlivnit nárůst svalové síly sprinterů, zařazených do výzkumného souboru. Dále pak zjistit, zda se případný nárůst svalové síly projeví zlepšením jejich sprintérské a odrazové výkonnosti.

Cílem práce je též získat a zpracovat zkušenosti s používáním posilovacích trenažerů, nabyté během posilovacího cyklu.

Úkoly práce:

- Sestavit vhodnou testovou baterii ke zjištění sprintérské a odrazové výkonnosti.
- Sestavit výzkumný soubor sprinterů (18 – 19 let). Na začátku podzimního přípravného období tréninku výzkumné skupiny provést vstupní testování sprintérské a odrazové výkonnosti a vstupní měření dynamické svalové síly dominantních svalových skupin pro sprint. V podzimním přípravném období zařadit do tréninku výzkumného souboru posilovací cyklus, využívající plyometrického posilování na setrvačnickových trenažérech.
- Na závěr přípravného období po ukončení posilovacího programu provést kontrolní testování sprintérské a odrazové výkonnosti a kontrolní měření svalové síly dominantních svalových skupin pro sprint.
- Vyhodnotit data získaná při vstupním a výstupním měření dynamické svalové síly a testech odrazové a sprintérské výkonnosti. Shrnout poznatky získané z absolvovaného posilovacího cyklu. Podat návrhy na zdokonalení plyometrického posilování užitím nových setrvačnickových trenažerů.

### **3.2 Hypotéza**

- Předpokládáme, že se zařazením posilovacího cyklu na setrvačnickových posilovacích trenažérech podaří u sprintérů výzkumného souboru ovlivnit nárůst silového potenciálu dominantních svalových skupin pro sprint .
- Dále předpokládáme, že by se případné zvýšení silového potenciálu mohlo odrazit ve zlepšení odrazové a sprintérské výkonnosti výzkumného souboru.

### **3.3 Měření a testování**

V rámci našeho výzkumu je pomocí setrvačnickového dynamometru provedeno dynamické měření síly dominantních svalových skupin pro sprint. Dále je zvolenou testovou baterií zjištěna vstupní a výstupní úroveň odrazové a sprintérské výkonnosti výzkumného souboru.

Měření je maximální momentální výkon ve zvolených měřeních dynamické síly a motorických testech. Měření dynamické síly a motorické testy jsou uskutečněny za stejných podmínek jak pro každého člena výzkumného souboru tak i při vstupním a kontrolním měření a testování.

Členové výzkumného souboru přistupují k měření a testování vždy řádně rozcvičení, motivovaní a dobře informovaní.

Pro předběžné ověření perspektivnosti plyometrického posilování na setrvačnickových trenažérech při rozvoji svalové síly dominantních svalových skupin pro sprint jsme v našem výzkumu zvolili vstupní a výstupní měření dynamické svalové síly pomocí nového typu dynamometru.

Na základě teoretických východisek výzkumu jsme testovou baterií ke zjištění odrazové a sprintérské výkonnosti výzkumného souboru sestavili z testů skok daleký z místa odrazem snožmo, vertikální výskok z místa odrazem snožmo se švihem paží, pětiskok z místa po odrazové a neodrazové noze, běh na 20 metrů - nízký start z bloků a běh na 10 metrů – letný start.

Následně uvádíme popis potřebného zařízení, provedení, pravidel a způsobu záznamu při realizaci dynamického měření svalové síly a motorických testů.



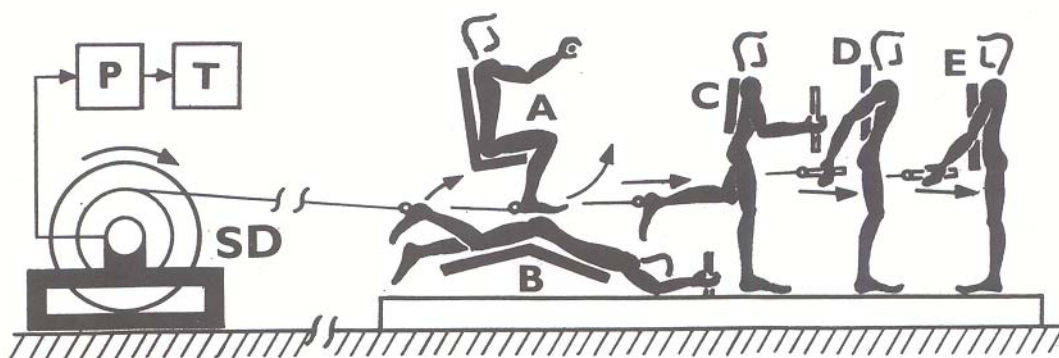
### 3.3.1 Dynamické měření svalové síly dominantních svalových skupin pro sprint

Dynamické měření síly je uskutečněno u svalových skupin provádějících:

- extenzi kolenního kloubu
- flexi kolenního kloubu
- flexi kyčelního kloubu
- ventrální flexi ramenního kloubu a flexi loketního kloubu
- dorzální flexi ramenního kloubu a extenzi loketního kloubu

Polohy při měření jednotlivých svalových skupin uvádí obr. č. 8.

**Obr. č. 8** Polohy pro dynamické měření svalové síly. SD – setrvačnickový dynamometr, P – počítač, T – tiskárna, A – poloha pro měření extenze kolenního kloubu, B – flexe kolenního kloubu, C – flexe kyčelního kloubu, D - ventrální flexe ramenního kloubu + flexe loketního kloubu, E – dorzální flexe ramenního kloubu + extenze loketního kloubu.



Dynamická síla všech měřených svalových skupin je měřena při použití 4 zátěží: 15, 30, 45, 60 kg ekvivalentní hmotnosti. U každé zátěže je nejprve proveden jeden zkušební pokus. Poté následuje, na startovní signál daný obsluhou počítače (pípnutí), jedna kontrakce s maximálním úsilím.

Z naměřených veličin v našem výzkumu využijeme ke srovnávání hodnoty maximální síly –  $F_{max}$  (N), maximálního výkonu –  $P_{max}$  (W) a impulsu síly za 0,25 s –  $I_{0,25}$  s (Ns).

### 3.3.2 Skok daleký z místa odrazem snožmo

#### Zařízení

Přiměřený stav doskočiště, pásmo na měření délek.

#### Provedení

Ze stoje mírně rozkročného, podřep, zapažit, mírný předklon – odrazem snožmo skok daleký vpřed se současným švihem paží vpřed. Úkolem je skočit co nejdále, skáče se od zřetelně vyznačené odrazové čáry.

#### Pravidla

- Testovaná osoba stojí v základním postavení těsně u odrazové čáry, chodidla jsou rovnoběžně. Odraz je z rovny plochy, doskok je do pískoviště.
- Není dovoleno použití treter.
- Délku skoku měříme od odrazové čáry k místu dotyku pat s doskočištěm.
- Skok opakujeme třikrát. Při přepadnutí testovaného vzad skok zrušíme a skáče znovu.
- Chyby: poskočení před odrazem, doskok na vyšší či nižší podložku, než je odraziště.

#### Záznam

Zaznamenáváme délku nejúspěšnějšího pokusu v celých centimetrech.  
(Měkota, Blahuš 1983)

### 3.3.3 Vertikální výskok z místa odrazem snožmo se švihem paží

#### Zařízení

Vhodný prostor v tělocvičně, mechanický výskokoměr.

#### Provedení

Testovaná osoba stojí ve středu odrazové plochy výskokoměru ve stoje mírně rozkročném. Na opasku má připevněné táhlo výskokoměru. Provede výpon na špičkách a na stupnici výskokoměru nastavíme výchozí hodnotu 0 cm.

Testovaná osoba provede podřep, mírný předklon, zapažit – odrazem snožmo vertikální výskok se současným švihem paží směrem do vzpažení.

Doskok zpět na odrazovou plochu výskokoměru. Při skoku se táhlo výskokoměru povytáhne a na stupnici přečteme výšku skoku v centimetrech.

#### Pravidla

- Dodržení vertikálního směru pohybu je kontrolováno doskokem na odrazovou plochu výskokoměru.
- Skok opakujeme třikrát.
- Chyby: poskočení před odrazem, doskok mimo odrazovou plochu výskokoměru.

#### Záznam

Zaznamenáváme výšku nejúspěšnějšího ze tří provedených skoků, záznam je v celých centimetrech.

### 3.3.4 Pětiskok z místa po odrazové a neodrazové noze

#### Zařízení

Sektor pro skok daleký, pásma na měření délek.

#### Provedení

Od čáry ze stoje výkročného pět co nejdelších skoků, odraz stále z téže nohy. Úkolem je skočit co nejdále, skáče se od zřetelně vyznačené odrazové čáry.

#### Pravidla

- Testovaná osoba stojí v základním postavení špičkou nohy těsně u odrazové čáry. Odraz je z rovné plochy, doskok je do pískoviště.
- Není dovoleno použití treter.
- Délku skoku měříme od odrazové čáry k místu poslední stopy v doskočišti.
- Pětiskok po odrazové i neodrazové noze opakujeme třikrát.
- Chyby: Zdvihnutí odrazové nohy před prvním odrazem, doskok na vyšší či nižší podložku, než je odraziště.

#### Záznam

Zaznamenáváme délku nejúspěšnějšího pokusu pětiskoku po odrazové a neodrazové noze v celých centimetrech.

### 3.3.5 Běh na 20 metrů - nízký start z bloků

#### Zařízení

Běžecský tunel s umělohmotným povrchem, startovní bloky, startovací zařízení napojené na cílové fotobuňky.

#### Provedení

Na povel startéra „připravte se!“ zaujme testovaná osoba polohu, kdy je před startovní čarou (míněno ve směru běhu). Obě ruce a jedno koleno musí být v dotyku se zemí a obě nohy v dotyku se startovními bloky. Po povelu „Pozor !“ musí testovaná osoba ihned zaujmout konečnou polohu při zachování dotyku rukou se zemí a nohou se startovnímu bloky. Na znamení (startovní výstřel) testovaná osoba vybíhá a snaží se proběhnout předepsanou vzdálenost 20 metrů v co nejkratším čase.

#### Pravidla

- Startovní povel je prováděn podle pravidel atletiky, startuje se na výstřel ze startovní pistole.
- Při předčasném vyběhnutí ze startovních bloků je dán píšťalkou signál k zastavení, start se opakuje.
- Běh je absolvován v tretrách.
- Běh absolvuje testovaná osoba dvakrát.

#### Záznam

Zaznamenáváme lepší dosažený čas s přesností na 0,01 sekundy.

### 3.3.6 Běh na 10 metrů – letmý start

#### Zařízení

Běžecský tunel s umělohmotným povrchem (70 metrů), dva páry fotobuněk, zátěžový koberec o rozměru 5 x 1 metr, oboustranná lepící kobercová páska, mletá křída, pásmo na měření délky kroku.

### Provedení

První pár fotobuněk je umístěn v místě letného startu (35 metrů), druhý pár je umístěn v místě cíle (45 metrů). Těsně před testovaným úsekem je na dráze připevněn lepící páskou zátěžový koberec, posypaný mletou křídou. Testovaná osoba provede náběh 35 metrů, maximální rychlostí probíhá testovaný úsek 10 metrů a dobíhá 20 metrů do zastavení. Po doběhu je změřena pomocí zanechaných stop délka běžeckého dvojkroku.

### Pravidla

- Testovaná osoba vybíhá bez startovního signálu.
- Běh je absolvován v tretrách.
- Běh absolvuje testovaná osoba dvakrát.

### Záznam

Zaznamenáváme lepší dosažený čas s přesností na 0,01 sekundy a délku běžeckého dvojkroku při rychlejším běhu v celých centimetrech. Ze získaných údajů (čas, délka kroku) vypočteme rychlost běhu v m/s a frekvenci běžeckých kroků (počet kroků za sekundu).

## **3.4 Výzkumný soubor**

Výzkumný soubor tvoří čtyři sprinteři ve věkovém rozmezí 18 – 19 let. Sprinteři jsou žáky Sportovního gymnázia v Plzni.

Podrobnější charakteristika jednotlivých sprintérů, zařazených do výzkumného souboru (jméno, věk, výška, váha, výkonnost, roky tréninku atd.) je součástí kapitoly 4.1 a dále je uvedena v osobních záznamových listech (viz. příloha č. 1 - 4).

## **3.5 Posilovací cyklus výzkumného souboru na setrvačnickových trenažérech**

Při sestavování posilovacího cyklu pro náš výzkumný soubor máme možnost vycházet jen z teoretických hypotéz a z orientačních praktických

poznatků s plyometrickým posilováním na setrvačnickových trenažérech. Při jeho sestavování vycházíme z doporučení uvedených v kapitole 2.4.3.

Posilovací cyklus zařazujeme do podzimního přípravného období tréninkového plánu výzkumného souboru, tedy od 23. 10. 06 do 14. 1. 07, tj. 12 týdenních mikrocyklů (druhý týdenní mikrocyklus od 30. 10. do 5. 11. 06 kondiční soustředění bez možnosti plyometrického posilování na setrvačnickových trenažérech).

Při zařazení posilovacího programu do týdenního mikrocyklu vycházíme z daného tréninkového rozvrhu SG Plzeň:

PO) 10:00 h první tréninková fáze, 15:30 h druhá tréninková fáze (všestranná sportovní příprava).

ÚT) 10:00 h první tréninková fáze, 15:30 h druhá tréninková fáze.

ST) 13:00 h regenerace (plavání, sauna).

ČT) 10:00 h první tréninková fáze, 15:30 h druhá tréninková fáze

PÁ) 11:00 h první tréninková fáze, volno

SO, NE) volno

Do každého týdenního mikrocyklu v přípravném období zařazujeme posilování na setrvačnickových trenažérech dvakrát a to do druhých tréninkových fází v úterý a ve čtvrtek. Počet absolvovaných posilovacích tréninků na setrvačnickových trenažérech může při plné účasti činit 22.

#### Plánované dávkování zátěže:

1. - 4. *posilovací mikrocyklus*: Zatížení umožňuje 20 - 30 kontrakcí v jedné sérii bez velké lokální únavy. Počet sérií v jednom tréninku 2 – 3, mezi sériemi 3 - 4 minuty odpočinek. Kontrolou přiměřenosti je stupeň únavy posilované svalové skupiny v následujícím dni.

5. – 8. *posilovací mikrocyklus*: Zatížení umožňuje 15 – 20 kontrakcí v jedné sérii se středním stupněm lokální únavy. Počet sérií v jednom tréninku 3 - 4, mezi sériemi 3 - 4 minuty odpočinek.

9. – 11. *posilovací mikrocyklus*: Zatížení umožňuje 10 – 15 kontrakcí v jedné sérii se středním až vysokým stupněm lokální únavy. Počet sérií v jednom tréninku 3 - 4, mezi sériemi 3 - 5 minut odpočinek.

## 4. VÝSLEDKY A DISKUSE

Kapitola hodnotí efektivitu absolvovaného plyometrického posilovacího cyklu vzhledem k růstu silového potenciálu a odrazové a sprintérské výkonnosti a dále podává souhrn poznatků nabytých během zmíněného cyklu.

### 4.1 Zhodnocení efektivity posilovacího cyklu

Efektivitu plyometrického posilovacího cyklu můžeme hodnotit ve dvou rovinách. V první rovině můžeme hodnotit, jak se trénink se zařazením plyometrického posilovacího cyklu projevil na změnách silového potenciálu členů výzkumného souboru, v rovině druhé pak jeho přínos při zvyšování odrazové a sprintérské výkonnosti.

V úvodu hodnocení uvádíme charakteristiku jednotlivých sprinterů zařazených do výzkumného souboru a popis jejich výkonnostního vývoje od vstupu na Sportovní gymnázium:

#### **Ondřej Karlík**

Věk: 18      Výška: 194 cm      Hmotnost: 88 kg

Specializace: sprinty

Roky atletického tréninku: 3

Počet absolvovaných tréninků s využitím setrvačnickových trenažérů: 20

#### **Výkonnostní vývoj:**

**2005:** 60 m – 7,55 s, 100 m – 11,9 s, skok daleký z místa odr. snožmo – 262 cm, 10 skok z místa – 27,75 m, benč – 68 kg, medicinbal 2 kg autový hod – 12,70 m

**2006:** 60 m – 7,50 s, 100 m – 11,7 s, skok daleký z místa odr. snožmo - 274 cm, 10 skok z místa – 29,90 m, benč – 85 kg, medicinbal 2 kg autový hod – 14,20 m

#### **Nguyen Thanh Son**

Věk: 19      Výška: 179 cm      Hmotnost: 69 kg

Specializace: sprinty

Roky atletického tréninku: 4

Počet absolvovaných tréninků s využitím setrvačnickových trenažérů: 17

Výkonnostní vývoj:

**2004:** 60 m – 7,72 s, 100 m – 12,1 s, skok daleký z místa odr. snožmo – 262 cm, 10 skok z místa – 28,65 m, medicinbal 2 kg autový hod – 12,45 m

**2005:** 60 m – 7,53 s, 100 m – 11,7 s, skok daleký z místa odr. snožmo – 279 cm, 10 skok z místa – 28,96 m, benč – 65 kg, medicinbal 2 kg autový hod – 13,60 m

**2006:** 60 m – 7,36 s, 100 m - 11,5 s, skok daleký z místa odr. snožmo – 278 cm, 10 skok z místa – 29,72 m, benč – 80 kg, medicinbal 2 kg autový hod – 14,45 m

**Tomáš Beck**

Věk: 19 Výška: 180 cm Hmotnost: 69 kg

Specializace: sprinty, překážkové běhy (juniorský reprezentant)

Roky atletického tréninku: 6

Počet absolvovaných tréninků s využitím setrvačnickových trenažérů: 13

Výkonnostní vývoj:

**2004:** 100 m – 11,9 s, 110 m př. – 15,8 s, skok daleký z místa odr. snož. – 268cm, 10 skok z místa – 28,92 m

**2005:** 60 m – 7,44 s, 100 m – 11,5 s, 110 m př. – 14,9 s, skok daleký z místa odr. snožmo – 273 cm, 10 skok z místa – 30,24 m, benč – 70 kg, medicinbal 2 kg autový hod – 14,30 m

**2006:** 60 m – 7,34 s, 100 m – 11,2 s, 60 m př. – 8,25 s, 110 m př. - 14,58 s, skok daleký z místa odr. snožmo – 288 cm, 10 skok z místa – 31,45 m, benč – 82,5 kg, medicinbal 2 kg autový hod – 15,05 m

**Roman Dostál**

Věk: 18 Výška: 179 cm Hmotnost: 77 kg

Specializace: sprinty

Roky atletického tréninku: 3

Počet absolvovaných tréninků s využitím setrvačnickových trenažérů: 18

Výkonnostní vývoj:

**2005:** 60 m – 7,98 s, 100 m – 12,3 s, skok daleký z místa odr. snožmo – 248 cm, 10 skok z místa – 26,65 m, benč – 75 kg, medicinbal 2 kg autový hod – 12,50 m

**2006:** 60 m – 7,7 s, 100 m – 12,0 s, skok daleký z místa odr. snožmo – 254 cm , 10 skok z místa – 27,87 m, benč – 90 kg, medicinbal 2 kg autový hod – 13,40m



Zařazení sprinteři prošli od vstupu na Sportovní gymnázium ve svém tréninku postupným silovým rozvojem. Uvádíme popis předchozího habituálního posilovacího tréninku v posledním zimním přípravném období před zařazením posilování na setrvačnickových trenažérech:

***Etapa všeobecné přípravy*** (aerobní režim, 5 týdnů) – silový trénink zaměřen na rozvoj všeobecné síly.

V týdenním mikrocyklu řazen trénink síly obvykle v první pondělní a čtvrté tréninkové fázi, trénink odrazové síly v první úterní a druhé čtvrté tréninkové fázi. Nejčastěji využívané tréninkové prostředky v této etapě:

- cvičení na nářadí: žebřiny, hrazda (přednosy, sbalení, vznosy, shyby, výmyky apod.), šplh na tyči a na laně
- kruhový trénink s 6 – 10 stanovišti s počtem opakování 10 - 20 nebo s časově vymezeným intervalem zátěže, počet sérií 3 – 5, počet opakování cviků v tréninkové jednotce 300 – 600
- posilování s medicinbalem – různé odhody a odhody ve stoji, kleku, sedu a lehu s hmotností 1 – 4kg, celkový počet odhodů v jednotce 150 – 300
- odrazy I (lehké, kotníčkové, jednož – snožmo, přes švihadlo ), celkový počet v tréninkové jednotce 200– 600
- odrazy III (vytrvalostní) – víceskoky, skokový běh na 50 – 100 m, počet odrazů v jednotce dle období 250 – 600
- běh či odrazy se zatížením, běh do mírného svahu – krátké a rychlé nebo dlouhé úseky, běh proti větru

***Etapa všeobecné přípravy*** (smíšený režim, 5 týdnů) – silový trénink zaměřen na rozvoj všeobecné i speciální síly.

V týdenním mikrocyklu řazen trénink síly obvykle v první pondělní a druhé čtvrté tréninkové fázi, trénink odrazové síly v druhé úterní a druhé čtvrté tréninkové fázi. Často využívané tréninkové prostředky v této etapě:

- posilování s medicinbalem – různé odhody a odhody ve stoji, kleku, sedu a lehu s hmotností 1 – 4kg, celkový počet odhodů v jednotce 100 – 200
- cvičení na nářadí - žebřiny, hrazda (přednosy, sbalení, vznosy, shyby, výmyky apod.), šplh na tyči a na laně

- posilování s lehkými činkami (osa, kotouče, jednoručky – maximálně do 50% hmotnosti těla: trh, benč, rotace trupu, posilování paží, svalů trupu, výskoky ze sedu, výstupy, výrazy) – objem posilování v jednotce je individuální
- posilování na posilovacích strojích a trenažérech, dávkování a objem posilování individuální, využití metod podporujících svalovou hypertrofii
- posilování s nakládací činkou (přemístění, benč, sedy, podřepy, výpony), dávkování individuální, využití metod podporujících svalovou hypertrofii
- odrazy II (intenzivní, do desetiskoku), počet odrazů v jednotce 60-150
- odrazy III (vytrvalostní) – víceskoky, skokový běh na 50 – 100 m, počet odrazů v jednotce dle období 250 – 600
- odrazy V (se zátěží, posilovací vestou, s nákotníky) – žabáky, metcalfy, odrazy jednonož a kombinované, přeskoky překážek, výskoky – počet odrazů individuální
- běh či odrazy se zatížením, běh do mírného svahu – krátké a rychlé nebo dlouhé úseky, běh s tahačem, běh proti větru

***Etapu speciální přípravy*** (4 týdny) – silový trénink zaměřen na rozvoj speciální výbušné a rychlostní síly.

V týdenním mikrocyklu řazen trénink síly obvykle v druhé čtvrtéční tréninkové fázi, trénink odrazové síly v první pondělní a v páteční tréninkové fázi. Často využívané tréninkové prostředky v této etapě:

- posilování s medicinbalem – dynamické odhody s hmotností 3 – 4kg, celkový počet odhodů v jednotce 25 – 50
- posilování s nakládací činkou (přemístění, benč, podřepy do výskoku, výpony) – obecně snižování objemů, zvyšování intenzity, dávkování individuální
- odrazy II (intenzivní, do desetiskoku), počet odrazů v jednotce 30 - 80
- odrazy IV (výbušné, amortizační) – násobené přeskoky překážek – 30 až 60 opakování, seskok ze zvýšeného místa (40 – 70 cm) s následným přeskokem přes překážku – 10 až 15 opakování
- starty a běh s tahačem

#### 4.1.1 Změny silového potenciálu

Silový potenciál byl změřen před zahájením a po ukončení posilovacího cyklu v biomechanické laboratoři Casri pomocí setrvačnickového dynamometru při

zátěžích 15, 30, 45 a 60 kg ekvivalentní hmotnosti. Měřené veličiny uvádíme v kapitole 2.5.1, ukázkou protokolu o měření v příloze č. 5. Pro srovnávání byly v našem výzkumu z naměřených hodnot zvoleny maximální síla ( $F_{max.}$ ), maximální výkon ( $P_{max.}$ ) a impuls síly za 0,25 s ( $I_{0,25}$ ).

Vzhledem ke značnému objemu dat uvádíme přehled všech naměřených hodnot zvolených dynamických veličin u jednotlivých svalových skupin a při jednotlivých zátěžích v osobních záznamových listech každého člena výzkumného souboru. Uvedeny jsou hodnoty vstupního i výstupního měření i s procentuálními změnami (viz. příloha č. 1 – 4).

Přestože uvedené dynamické veličiny vycházejí z druhého Newtonova pohybového zákona, každá z nich má poněkud odlišnou vypovídající hodnotu o silovém projevu svalů. Maximální síla odráží stupeň zapojení kontraktilních prvků na úrovni sarkomér, motorických jednotek i svalových skupin zapojených do pohybové činnosti, maximální výkon podává informaci o schopnosti rychlého projevu síly a impuls síly vypovídá o časovém působení síly. Vychytil (2004), který sledoval závislost mezi jednotlivými projevy síly u 109 členného souboru vysokoškoláků užitím setrvačnickového dynamometru, uvádí hodnoty korelačních koeficientů mezi těmito veličinami (viz. tab. č.3).

**Tab. č. 3** Korelační vztahy mezi dynamickými veličinami.

	<b>Fmax.</b>	<b>Pmax.</b>	<b>I0,25</b>
<b>Fmax.</b>	x	0,74	0,72
<b>Pmax.</b>	0,74	x	0,52
<b>I0,25</b>	0,72	0,52	x

Tabulka vypovídá, že nárůst jedné veličiny nemusí být provázen nárůstem jiné veličiny. Jako příklad z našeho výzkumu bylo vybráno několik paradoxů:

- N. Son Flexe kyčelního kloubu, zátěž 30 kg - zaznamenán pokles síly o 5,1 %, nárůst výkonu o 20,5 %.
- O. Karlík Flexe kolenního kloubu, zátěž 45 kg – nárůst síly o 4,9 %, pokles výkonu o 35,3 %.

- T. Beck Flexe kolenního kloubu, zátěž 15 kg – pokles síly o 11,1 %,  
nárůst impulsu síly o 12,9 %.
- R. Dostál U předpažení přírůstky dynamických veličin vesměs kladné, u  
zapažení zaznamenán pokles silového potenciálu prakticky ve  
všech ukazatelích.

Vysvětlení těchto paradoxů bude zřejmě velmi náročné, neboť rozvoj síly a elastických vazových struktur je zřejmě ovlivněn mnoha faktory.

U začátečníků se při stejném posilovacím programu dají očekávat vyšší procentuální přírůstky než u trénovaných sprinterů. Totéž lze předpokládat u málo rozvinutých a vysoce trénovaných svalových skupin.

Je možné že se na těchto paradoxech mohla podílet také metodika měření na novém typu dynamometru, která se stále ještě utváří. V každé poloze byl u jednotlivých zátěží prováděn pouze jeden pokus, což mohlo skutečný silový potenciál zkreslit. Domníváme se, že by bylo vhodné absolvovat minimálně dva pokusy s většími intervaly odpočinku a zaznamenávat hodnotu pokusu nejlepšího.

Tabulka č. 2 podává souhrnný přehled procentuálních změn silového potenciálu mezi vstupním a výstupním měření u čtyřčlenného souboru sprinterů. Tabulka byla sestavena na základě součtu procentuálních změn u jednotlivých svalových skupin při všech použitých zátěžích.

**Tab. č. 4** Změny silového potenciálu. A – extenze kolenního kloubu, B – flexe kolenního kloubu, C - flexe kyčelního kloubu, D – ventrální flexe ramenního kloubu + flexe loketního kloubu, E – dorzální flexe ramenního kloubu + extenze kloubu loketního.

	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>Celkem</b>
<b>Karlík</b>	-8,1	-15,7	14,4	56,2	19,3	13,2
<b>Beck</b>	21,2	-0,4	19,2	21,5	27,8	17,9
<b>Son</b>	9,1	3,4	17,3	42,7	11,8	16,9
<b>Dostál</b>	1,0	-2,3	1,8	17,1	-11,7	1,2
<b>Celkem</b>	5,8	-3,8	13,2	34,4	11,8	12,3

Nejvyšší nárůst silového potenciálu nastal u ventrální flexe ramenního kloubu (D), pokles nastal u flexe kolenního kloubu.

Pozornost poutá pokles silového potenciálu flexorů kolenního kloubu (B). U této svalové skupiny bylo posilování prováděno ve stoji (viz. příloha č. 6), měření síly vleže na břiše (viz obr. č. 8).

Druhou možnou příčinou negativních výsledků může být volba příliš malé tréninkové zátěže, aplikované z obav před přetížením. Konnych (in Jakovlev et. a. 1962) na základě svých výzkumů tvrdí, že posilování s malými zátěžemi a s vysokou frekvencí pohybů vede k poklesu síly, naopak posilování s hraničními zátěžemi je spojeno s poklesem kontrakční rychlosti. Největší pokles síly kolenních flexorů byl zaznamenán u Karlíka (-15,7 %), který je silově, odrazově i rychlostně velmi disponován (viz. příloha č. 3), přitom u stejného sprintera došlo k nárůstu síly u předpažení v průměru o 56,2 %. Pravděpodobně bude potřeba v dalším tréninku použít při posilování flexorů kolenního kloubu vyšších zátěží.

Je také možné, že na plyometrické posilování jinak reagují svaly rychlé a svaly pomalé. Kromě poklesu silového potenciálu flexorů kolenního kloubu došlo v předkládaném výzkumu ke značnému přírůstku u předpažení. Flexory jsou pokládány za svaly rychlé, u sledovaného minisouboru činil průměrný čas dosažení maximální síly od zahájení svalové kontrakce pouhých 0,101 sekundy, zatímco svaly podílející se na předpažení dosáhly svého maxima za 0,204 sekundy.

Vcelku lze přijmout závěr, že plyometrické posilování zvýšilo silový potenciál sledovaného souboru, i když ne rovnoměrně. Otázkou také zůstává, jaký vliv na výstupní měření mohly mít prodělané tréninkové výpadky některých členů výzkumného souboru v závěru posilovacího cyklu (viz. osobní záznamové listy - přílohy č. 1 – 4).

#### 4.1.2 Změny odrazové a sprintérské výkonnosti

Vliv tréninku se zařazením plyometrického posilovacího cyklu na sprintérskou a odrazovou výkonnost hodnotíme pomocí testové baterie (viz. kap. č. 3.3), zařazené v úvodu a konci přípravného období.

**Odrazová výkonnost** výzkumného souboru a její změny byly zjišťovány pomocí testů „skok daleký z místa odrazem snožmo“, „vertikální výskok z místa odrazem snožmo se švihem paží“ a „pětiskok z místa po odrazové a neodrazové noze“.

Hodnoty všech výkonů jednotlivých členů výzkumného souboru ve vstupním a výstupním testování odrazové výkonnosti a vyjádření jejich změn následně uvádíme v tabulkách č. 5 – 8 a souhrnně také v osobních záznamových listech (viz. příloha č. 1 – 4).

**Tab. č. 5** Hodnoty motorických testů odrazové výkonnosti – Karlík

Karlík	Vertikální výskok	Skok daleký z místa	Pětiskok ON	Pětiskok NN
	(m)	(m)	(m)	(m)
Vstupní test	0,68	2,84	14,53	14,40
Výstupní test	0,76	2,93	14,90	14,68
Rozdíl	0,08	0,09	0,37	0,28
Rozdíl v %	11,76	3,17	2,55	1,94

Zajímavý je ve výsledcích O. Karlíka výrazný nárůst výkonu ve vertikálním výskoku, přírůstek výkonnosti v ostatních testech byl poměrně vyrovnaný.

**Tab. č. 6** Hodnoty motorických testů odrazové výkonnosti – Son

Son	Vertikální výskok	Skok daleký z místa	Pětiskok ON	Pětiskok NN
	(m)	(m)	(m)	(m)
Vstupní test	0,75	2,82	13,81	13,69
Výstupní test	0,70	2,91	13,85	14,16
Rozdíl	-0,05	0,09	0,04	0,47
Rozdíl v %	-6,67	3,19	0,29	3,43

Pokles výkonnosti v testu vertikální výskok mnozí trenéři označují jako signál přetrénování či zdravotních komplikací. Právě zdravotní komplikace se u N. Sona v době výstupního testování vyskytovaly. Zajímavé však je, že u ostatních testů pokles výkonnosti zaznamenán nebyl.

**Tab. č. 7** Hodnoty motorických testů odrazové výkonnosti – Beck

Beck	Vertikální výskok	Skok daleký z místa	Pětiskok ON	Pětiskok NN
	(m)	(m)	(m)	(m)
Vstupní test	0,62	2,97	15,20	14,85
Výstupní test	0,69	3,02	15,28	14,98
Rozdíl	0,07	0,05	0,08	0,13
Rozdíl v %	11,29	1,68	0,53	0,88

Také u T. Becka došlo k nejvýraznějšímu zlepšení v testu vertikální výskok v porovnání s poměrně mírnými a vyrovnanými přírůstky výkonnosti v dalších testech odrazové výkonnosti.

**Tab. č. 8** Hodnoty motorických testů odrazové výkonnosti – Dostál

Dostál	Vertikální výskok	Skok daleký z místa	Pětiskok ON	Pětiskok NN
	(m)	(m)	(m)	(m)
Vstupní test	0,53	2,54	12,42	12,03
Výstupní test	0,61	2,56	13,40	12,70
Rozdíl	0,08	0,02	0,98	0,67
Rozdíl v %	15,09	0,79	7,89	5,57

Pozornost ve výsledcích R. Dostála poutá výrazné zlepšení výkonu ve vertikálním výskoku ve srovnání s minimálním zlepšením ve skoku dalekém z místa. Mezi testy vertikální výskok a skok daleký z místa přitom bývá zmiňována poměrně vysoká závislost.

Dále uvádíme průměrné zvýšení odrazové výkonnosti jednotlivých členů souboru, sestavené z procentuálního průměru změn všech měřených hodnot: **Karlík 4,86 %, Son 0,06 %, Beck 3,60 %, Dostál 7,33 %.**

Ke zmíněným nárůstům výkonnosti došlo i přesto, že jsme v tréninku kompenzovali zařazení posilovacího cyklu na setrvačnickových trenažérech značným omezením či vynecháním intenzivních forem posilování extenzorů kolenního kloubu, u kterých dochází k většímu pokrčení v kolenním kloubu než 90° (žabáky, metcalfy a pod.).

Z porovnání výsledků našich sprintérů s hodnotami zjištěnými např. Čelikovským a kol. (1966) či Vychytilem (2004) uváděnými v kapitole č. 2.5.2 vyplývá, že výkony ve skoku dalekém z místa Becka (302 cm), Sona (291 cm), Karlíka (293cm), ve vertikálním výskoku Karlíka (76 cm), Sona (75 cm), či v pětiskoku ON Becka (15,28 m) a Karlíka (14,90) svědčí o výborných odrazových dispozicích zmíněných sprintérů.

**Sprintérská výkonnost** a její změny byla zjišťována pomocí motorických testů „běh na 20 metrů - nízký start z bloků“ a „běh na 10 metrů – letmý start“.

Hodnoty všech výkonů jednotlivých členů výzkumného souboru ve vstupním a výstupním testování sprintérské výkonnosti a vyjádření jejich změn následně uvádíme v tabulkách č. 9 – 12 a souhrnně také v osobních záznamových listech (viz. příloha č. 1 – 4).

**Tab. č. 9** Hodnoty motorických testů sprintérské výkonnosti – Karlík

Karlík	Start 20 m	Běh 10 m	Rychlost běhu	Délka kroku	Frekvence kroků
	(s)	(s)	(m/s)	(m)	(Hz)
Vstupní test	3,24	1,12	8,93	2,13	4,19
Výstupní test	3,02	1,08	9,26	2,18	4,24
Rozdíl	-0,22	-0,04	0,33	0,05	0,05
Rozdíl v %	6,79	3,57	3,70	2,35	1,19

Při výstupním testování zaznamenáno výrazné zlepšení výkonu při startu na 20 m. Ke zvýšení běžecké rychlosti došlo vyšší měrou prodloužením délky běžeckého kroku.

**Tab. č. 10** Hodnoty motorických testů sprintérské výkonnosti – Son

Son	Start 20 m	Běh 10 m	Rychlost běhu	Délka kroku	Frekvence kroků
	(s)	(s)	(m/s)	(m)	(Hz)
Vstupní test	3,15	1,09	9,17	2,01	4,56
Výstupní test	3,13	1,07	9,35	2,14	4,36
Rozdíl	-0,02	-0,02	0,17	0,13	-0,17
Rozdíl v %	0,63	1,83	1,87	6,47	-4,39



U N. Sona došlo k mírným zlepšením v obou testech, mírné zvýšení běžecké rychlosti bylo způsobeno značným prodloužením běžeckého kroku při méně výrazném poklesu frekvence.

**Tab. č. 11** Hodnoty motorických testů sprintérské výkonnosti – Beck

Beck	Start 20 m	Běh 10 m	Rychlost běhu	Délka kroku	Frekvence kroků
	(s)	(s)	(m/s)	(m)	(Hz)
Vstupní test	3,05	1,09	9,17	2,15	4,26
Výstupní test	3,09	1,04	9,62	2,15	4,47
Rozdíl	0,04	-0,05	0,44	0,00	0,21
Rozdíl v %	-1,31	4,59	4,81	0,00	4,93

U T. Becka mohlo dojít k ovlivnění výsledků výstupního testování vlivem nachlazení. U startu na 20 m došlo k mírnému zhoršení, výsledný výkon je značně závislý na startovní reakci. Přesto bylo zaznamenáno poměrně značné zlepšení u hodnot běžecké rychlosti, v tomto případě především díky vyšší hodnotě frekvence běžeckých kroků.

**Tab. č. 12** Hodnoty motorických testů sprintérské výkonnosti – Dostál

Dostál	Start 20 m	Běh 10 m	Rychlost běhu	Délka kroku	Frekvence kroků
	(s)	(s)	(m/s)	(m)	(Hz)
Vstupní test	3,40	1,15	8,70	2,01	4,32
Výstupní test	3,24	1,12	8,93	2,08	4,29
Rozdíl	-0,16	-0,03	0,23	0,07	-0,03
Rozdíl v %	4,71	2,61	2,68	3,48	-0,69

R. Dostál je celkově nejslabším sprinterem souboru, výraznější zlepšení výkonnosti bylo zaznamenáno u startu na 20 m, k mírnému zlepšení běžecké rychlosti došlo díky prodloužení běžeckého kroku.

Průměrné zvýšení sprintérské výkonnosti jednotlivých členů souboru, sestavené z procentuálního průměru změn všech měřených hodnot: **Beck 2,89 %**, **Dostál 2,56 %**, **Karlík 3,52 %**, **Son 1,28 %**.

Shledáváme, že v porovnání s hodnotami Vychytila (2004) (viz. kap. č. 2.5.3) výkonnost testovaných sprinterů poměrně výrazně převyšuje nejen výkonnost 109 členného souboru vysokoškolských sportovců, ale i vybraného subsouboru 24 nejrychlejších. Za nejlepšími světovými sprintery zaostávají sprinteři našeho výzkumného souboru především nízkými hodnotami délky běžeckého kroku.

Výstupní testování probíhalo již týden po ukončení posilovacího cyklu. Po delším období věnovaném vyladění běžecké formy by zřejmě výsledky testů sprintérské výkonnosti mohly být ještě lepší. Tuto domněnku nám potvrdila také postupně se zvyšující závodní výkonnost členů souboru v následujícím závodním období.

Celkově lze hodnotit vliv tréninku se zařazeným plyometrickým posilovacím cyklem na sprintérskou a odrazovou výkonnost výzkumného souboru poměrně kladně, neboť došlo ke zlepšení většiny sledovaných ukazatelů. Je však nutno konstatovat, že k podobným zlepšením výkonnosti mezi kontrolním testováním na počátku a po ukončení přípravného období u sprinterů výzkumného souboru docházelo i při absolvování běžného tréninku.

Také zjištěné celkové přírůstky silového potenciálu naprosto neodpovídají přírůstkům sprintérské a odrazové výkonnosti. Například u T. Becka došlo celkově k nejvyššímu nárůstu silového potenciálu o 18 %, u R. Dostála k minimálnímu nárůstu o 1 %. V porovnání s těmito rozdíly zvýšení sprintérské výkonnosti Becka činilo 2,9 %, Dostála 2,6 %, odrazová výkonnost Becka vzrostla o 3,6 % a Dostála dokonce o 7,3 %.

Na otázku, zda a jakou měrou se na těchto zlepšeních skutečně podílelo samotné plyometrické posilování na setrvačnickových trenažérech, by tedy mohly spolehlivěji odpovědět pouze rozsáhlejší výzkumy.

## **4.2 Vyhodnocení poznatků z posilovacího cyklu**

Posilovací cyklus výzkumného souboru probíhal podle plánu stanoveného v kapitole č. 3.5. Počet tréninků absolvovaných jednotlivými členy výzkumného souboru uvádíme v příloze č. 1 – 4. Posilovací polohy s rozsahem pohybu a konstrukcí trenažérů uvádíme v příloze č. 6.

V první části posilovacího cyklu, trvající přibližně první čtyři týdny, jsme se zaměřili na zvládnutí techniky posilování na jednotlivých trenažérech.

Úvodní tréninky v této části posilovacího cyklu naznačily, že je pro zvládnutí techniky nutné provedení některých drobných konstrukčních úprav posilovacích trenažérů. Ukázalo se, že pro správné provedení posilování v požadovaném rozsahu pohybu (viz. kap. 2.4.2), je potřeba poměrně přesné nastavení délky roztáčecího lanka. Toto nastavení bylo nutné u každé posilované skupiny zvlášť. Zcela se tím odstranilo nepříjemné trhnutí, ke kterému docházelo ve fázi brždění roztočeného setrvačnickového bubnu a které se nejvýrazněji projevovalo u posilování flexorů kyčelního kloubu.

Další úprava se týkala rukojetí upevněných na konci roztáčecího lanka u trenažérů pro předpažení a zapažení. Nové rukojeti (foto viz. příloha č. 7) umožnily lepší držení, kterým se odstranily původní příliš vysoké nároky na zápěstní kloub.

Pro posilování flexorů kyčelního a kolenního kloubu byla dodatečně zhotovena podložka pod stojnou končetinu, díky níž je posilovaná končetina ve vyšší poloze a nedochází ke kontaktu obuvi se spodním rámem konstrukce trenažérů.

Speciální obuv s upínacím mechanismem pro posilování dolních končetin (foto viz. příloha č. 7) se osvědčila, úpravy nebyly nutné.

Zvládnutí techniky posilování po provedení těchto úprav nebylo příliš náročné, bylo potřeba především pochopit základní princip posilování na setrvačnickových trenažérech (viz. kapitola 2.4.1). Výzkumný soubor se plyometrickému posilování učil s lehkými zátěžemi, umožňujícími až 30 opakování nemaximální rychlostí provedení. Subjektivně nejtěžší polohou pro zvládnutí plynulého posilování byla označena flexe kyčelního kloubu, nejsnazšími polohami pak posilování předpažení a zapažení. K plynulému zvládnutí techniky všech posilovacích poloh došlo po třech až pěti úvodních trénincích.

Po zvládnutí techniky posilování již výzkumný soubor pokračoval v posilovacím cyklu, vyjma absencí způsobených nemocemi (viz přílohy č. 1 – 4), dle plánu stanoveného v kap. č. 3.5.

Posilovací zátěže byly stanovovány individuálně pro každého člena souboru a to takové, aby bylo vysokou rychlostí provádění dosaženo aktuálně plánovaného

počtu opakování v sériích, doprovázeného požadovaným stupněm únavy (mírný, střední, vysoký). Subjektivní reference sprintérů ukázaly, že při absolvování posilování s plánovanými zátěžemi, počty opakování a intervaly odpočinků nedocházelo k přetížení svalových skupin. Posilování nebylo provázeno neadekvátní únavou, a to jak bezprostřední, tak i v následujícím dni.

Výzkum potvrdil předpoklad, že při dodržování všech zásad při posilování touto metodou zvýšené riziko zranění nehrozí, během posilovacího cyklu nedošlo k žádnému svalovému zranění. Naopak lze předpokládat, že postupný, dlouhodobější rozvoj svalových a vazivových systémů touto formou posilování by mohl mít pozitivní vliv v prevenci proti zraněním.

V hodnocení nelze opominout skutečnost, že se potvrdilo naše očekávání a zařazení plyometrického posilování na setrvačnickových trenažérech do tréninku se skutečně stalo, podle našeho pozorování i ze subjektivních hodnocení samotných sprintérů, významným motivačním prvkem a oživením celého tréninkového procesu.

Domníváme se, že by metoda mohla příznivě obohatit současnou metodiku sprintérského tréninku. Je však potřeba nejprve vyjasnit množství otázek, jakými jsou optimální velikost setrvačné zátěže, počet opakování v jedné sérii, počet sérií v jednom tréninku, počet tréninků v týdenním mikrocyklu s ohledem na roční tréninkový cyklus a na sprintérskou úroveň uživatelů.

Do doby, než budou známy odpovědi na výše uvedené otázky, lze případným dalším uživatelům věnovat k usnadnění prvních kroků následná základní doporučení:

- Základní podmínkou posilování je přesné nastavení délky roztáčecího lanka vzhledem k výšce postavy (délce končetin) a požadovaného rozsahu posilovací amplitudy. Ověřili jsme, že při splnění této podmínky dochází k velmi rychlému zapracování.
- Posilovací trénink začínat s nižšími zátěžemi a vyšším počtem opakování v jedné sérii, po určité adaptaci zvyšovat setrvačnou zátěž, snižovat počet kontrakcí v jedné sérii a zvyšovat rychlost provedení (frekvenci pohybů).
- Při určování zátěže a objemu se řídit subjektivními pocity a stupněm únavy.
- Velmi vhodná by byla průběžná konfrontace tréninkového procesu s měřením svalové síly v dynamickém režimu práce.

#### 4.1.1 Parametry setrvačnickových bubnů

Setrvačnickové bubny posilovacích trenažérů měli ekvivalentní setrvačnou hmotnost nastavitelnou od 5 kg do 20 kg (flexe kolenního kloubu, předpažení, zapažení) a od 20 kg do 40 kg (flexe kyčelního kloubu, extenze kolenního kloubu). Ukázalo se, že toto rozpětí zátěží bylo zvoleno v podstatě správně.

Poznatky z tříměsíčního posilovacího cyklu však naznačují, že z tréninkového hlediska se pro jednotlivé svalové skupiny jeví jako nejvhodnější tento rozsah setrvačné zátěže vyjádřený ekvivalentní hmotností:

Extenze kolenního kloubu	15 – 40 kg
Flexe kolenního kloubu	10 – 30 kg
Flexe kyčelního kloubu	20 – 60 kg
Předpažení	5 – 25 kg
Zapažení	10 – 30 kg

Navrhovaný rozsah by měl vyhovovat výkonnostnímu rozpětí od začátečníků po vrcholové sprintery.

Setrvačnickové bubny jsou uloženy v kuličkových ložiskách, v průběhu posilovacího cyklu nedošlo k žádné technické závadě.

#### 4.1.2 Efektivita využití posilovacích přístrojů

Posilování bylo prováděno v sériích o dvaceti kontrakcích. Jedna série trvá přibližně 12 – 14 sekund, upínací mechanismus je konstruován tak, že po ukončení posilování jedné končetiny je možné zahájit posilování druhé končetiny již po několika sekundách. Mezi jednotlivými sériemi je žádoucí odpočinek přibližně po dobu tří minut. U jednoho stanoviště tedy mohou posilovat současně tři sportovci, na pěti stanovištích až patnáct osob, bez větších časových prodlev.

Jeden posilovací trenažér zabírá plochu cca 1,5 – 1,8 metru, instalace trenažérů do posilovny tedy neklade mimořádné prostorové nároky.

## 5. ZÁVĚR

Předmětem našeho výzkumu bylo zařazení metody plyometrického posilování na setrvačnickových posilovacích trenažérech k rozvoji dominantních svalových skupin pro sprint do tréninku výzkumného souboru sprinterů. Cíly výzkumu bylo zjistit, zda se podaří ovlivnit nárůst svalové síly těchto svalových skupin, zda se případný nárůst projeví zlepšením jejich sprintérské a odrazové výkonnosti a v neposlední řadě pak získat a předat zkušenosti s používáním posilovacích trenažerů, nabyté v průběhu posilovacího cyklu.

Domníváme se, že se stanovené cíle a úkoly této práce podařilo naplnit. V otázce ovlivnění nárůstu svalové síly byly shledány velmi nerovnoměrné výsledky, jejich vysvětlení by zřejmě vyžadovalo další rozsáhlejší výzkumy. Vlivem tréninku se zařazeným posilovacím cyklem došlo ke zlepšení sprintérské a odrazové výkonnosti, míra přínosu samotného posilování na setrvačnickových trenažérech však není jednoznačně prokazatelná.

Významným kladem zařazení této metody do tréninku shledáváme zpestření a oživení celého tréninkového procesu a zvýšení tréninkové motivace svěřenců. Potěšující je také absence zdravotních komplikací spojených s užíváním trenažerů.

Věříme, že případní další uživatelé setrvačnickových posilovacích trenažerů naleznou v naší práci řadu zajímavých informací, které jim usnadní alespoň první kroky v jejich využívání. Osobní přínos práce shledáváme především ve zkušenostech a poznatcích, které jsme používáním setrvačnickových trenažerů získali. Na základě těchto poznatků jsme rozhodnutí i nadále zařazovat do tréninku našich svěřenců toto posilování a rozšiřovat tak doposud nabyté zkušenosti.

## 6. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. ARTYŇUK, A.: Dlina i čistota šaga. Legkaja atletika, 1973, č. 10, s. 17.
2. BOSCO, C., PITTEA, C.: Zur Trainingswirkung neuentwickelter Sprungübungen auf die Explosivkraft. Leistungssport, 1982, č. 1, s. 36-38.
3. ČELIKOVSKÝ, S. a kol.: Antropomotorika pro studující tělesnou výchovu. Praha SPN, 1990. 286s.
4. ČELIKOVSKÝ, S., JANDA, F., MĚKOTA, K., ŠPRYNAROVÁ, Š.: Tělesná zdatnost a výkonnost. Praha SPN, 1966.
5. ČOH, M.: Vergleichende Analyse kinematischer und kinetischer Parameter des Sprintstarts und der Startbeschleunigung von Elitsprinterinnen. Leistungssport, 2004, č. 2, s. 50-56.
6. DOSKOČIL, M.: Systematická, topografická a klinická anatomie II. Pohybový aparát končetin. Praha Karolinum, 1997. 179s.
7. DOVALIL, L.: Pohybové schopnosti a jejich rozvoj ve sportovním tréninku. Praha, Olympia, 1986.
8. DURSENĚV, L. I., RAJEVSKIJ, L. G.: O silovoj podgotovke prigunov s razběga. Teor. Prakt. fiz. Kult., 1978, č. 8, s. 38-40.
9. GRAY, R. K., START, K. B., GLENCROSS, D. I.: A test of leg power. Res. Quart 33, 1962, 1.
10. HILL, A. V.: First and last experiments in Musile mechanics. Cambridge: University Press, 1970.
11. HLÍNA, J., MORAVEC, P.: Analýza běhu na 100 metrů O olympijské hry – Soul 1988. Dílčí zpráva výzkumného úkolu SPTR N 01-333-801 DÚ 04 E 08. Praha: FTVS UK, 1990. 118 s.
12. CHOUTKA, M., DOVALIL, J.: Sportovní trénink. Praha, Olympia 1991. 333s.
13. JAKOVLEV, N. N., KOROBKOV, A. V., JANASIS, S. V.: Fyziologické a biochemické základy sportovního tréninku. Praha, STN, 1962.
14. JUŠKĚVIČ, T. P.: Skorostno-silovye charakteristiki različnych myšečnych grup. Teor. Prakt. fiz. Kult., 1978, č. 5, s. 34.
15. KAPLAN, A.: Problematika sprintů. Atletika plus, 2006, č. 4, s. 1-8.

16. MERO, A., LUTHANEN, P., KOMI, P. V.: Segmentelle Krafterzeugung und Geschwindigkeit des Körperschwerpunkts in der Kontaktphase beim Sprint. *Leistungssport*, 1986, č. 4, s. 35-39.
17. MĚKOTA, K., BLAHUŠ, P.: *Motorické testy v tělesné výchově*. Praha SPN, 1983. 335s.
18. MILLEROVÁ, V., HLÍNA, J., KAPLAN, A., KORBEL, V.: *Běhy na krátké tratě*. Praha Olympia, 2002. 288s.
19. MURRAY, R. K., GRANNER, D. K., MAYES, P. A., RODWELL, V. W.: *Muscle & the Cytoskeleton*. Harpers Biochemistry, 24, 1996.
20. OZOLIN, E.: *Sprinterskyj běg*. Moskva. FiS, 1986.
21. PÁVEK, F.: *Tělesná výkonnost 7 – 19 leté mládeže v ČSSR*. Praha: Olympia, 1977.
22. SLAMKA, M.: Parametre akumuláčno-rekuperáčného cyklu svalovej práce. *Česká kinantropologie*, 2000, č. 2, s. 41-50.
23. SCHMIDTBLEICHER, D., GOLLHOFER, A.: Neuromuskuläre Untersuchungen zur Bestimmung individueller Belastungsgrößen für ein Tiefsprungtraining. *Leistungssport*, 1982, č. 4, s. 298-307.
24. SILBERNAGEL, S., DESPOPOULOS, A.: *Atlas fyziologie člověka*. Praha, Grada Avicenum, 1993.
25. TJUPA, V., ALEŠINSKIJ, S. J., KAJMIN, M. A., PRIMAKOV, J. N.: O mechanizme vzaimodějstvija sprintera s oporoj. *Teor. Prakt. fiz. Kult.*, 1978, č. 9, s. 9-12.
26. TJUPA, V., ČIŠŤJAKOV, V., ALEŠINSKIJ, S. J., KORNELJUK, A., JARMULNIK, D., ŽUKOV, I., GUSEJNOV, F.: *Biomechanika ottalkivaniija. Legkaja atletika*, 1981, č. 9, s. 10-12.
27. VELEBIL, V., KRÁTKÝ, P., FIŠER, V., PRIŠČÁK, J.: *Atletické skoky*. Praha Olympia, 2002. 120 s.
28. VERCHOŠANSKIJ, J. V.: *Osnovy special'noj silovoj podgotovky v sportě*. Moskva FiS, 1970.
29. VERCHOŠANSKIJ, J. V.: Udarnyj metod razvitija vzrivnoj sily. *Teor. Prakt. fiz. Kult.*, 1968, č. 8, s. 59-63.
30. VYCHYTIL, M.: *Biomechanika na pomoc sprintu. Dosud nepublikovaný výzkum*, 2004.



31. VYCHYTIL, M.: Srovnání různých variant vertikálního výskoku pomocí nového typu mechanického výškoměru. *Trenér*, 1988, č. 10, s. 445-449.
32. VYCHYTIL, M., ČECH, L., NOHAVA, P.: Závislost rychlosti běhu na odrazové výkonnosti u jedenáctileté mládeže. Nepublikovaný výzkum sportovní úrovně žáků sportovní školy v Plzni, 1988.
33. VYCHYTIL, M., HARVÁNEK, L., MUKENŠNÁBL, P.: Dynamické měření svalové síly v atletických sprintech. *Atletika plus.*, 2006, č. 11, s. 1-3.
34. ZACIORSKIJ, V.M.: Tělesné vlastnosti sportovce. Praha UK, 1970. 178s.
35. ZACIORSKIJ, V. M., ARUIN, A. S., SELUJANOV, V. N.: Biomechanika dvigatělnogo aparata čelověka. Moskva FiS, 1981. 140s.
36. ZACIORSKIJ, V. M., PRIMAKOV, J. N.: Dynamika startovogo uskorenija v bege i faktory jeje opredělajuščije. *Teor. Prakt. fiz. Kult.*, 1969, č. 7, s. 5-10.
37. ŽUKOV, I. L., PRILUCKIJ, B. I.: Kriterii efektivnosti sprinterského bega. *Teor. Prakt. fiz. Kult.*, 1983, č. 9, s. 5-8.
38. ŽÁRA, J.: Tělesná výkonnost branců v letech 1966 -1968. *Teor. Praxe těl. Vých.*, 1969, č. 12, s. 729 -735.
39. <https://www.acsm.org/Content/ContentFolders/Publications/CurrentComment/2001/plyometr.pdf>

## **7. SEZNAM PŘÍLOH**

**Příloha č. 1** Osobní záznamový list - Karlík

**Příloha č. 2** Osobní záznamový list - Son

**Příloha č. 3** Osobní záznamový list - Beck

**Příloha č. 4** Osobní záznamový list - Dostál

**Příloha č. 5** Ukázka protokolu měření dynamické síly

**Příloha č. 6** Ukázky posilovacích poloh, rozsahu pohybů a konstrukčního provedení posilovacích trenažérů

**Příloha č. 7** Speciální obuv s upínacím mechanismem pro posilování dolních končetin, nové rukojeti trenažérů pro předpažení a zapažení