

UNIVERZITA KARLOVA

Fakulta tělesné výchovy a sportu

Katedra atletiky, sportů a pobytu v přírodě

Typy odporového tréninku a jejich vliv na rychlost sprintu

Types of resistance training and their effect on sprint speed

Bakalářská práce

Vedoucí bakalářské práce:

Mgr. Jan Feher

Vypracovala:

Karolína Mrózková

Praha, 2024

Prohlašuji, že jsem závěrečnou (bakalářskou) práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, dne 1.7.2024

.....

Karolína Mrózková

Evidenční list

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

Jméno a příjmení

Fakulta/katedra:

Datum vypůjčení:

Podpis:

Abstrakt

Název: Typy odporového tréninku a jejich vliv na rychlost sprintu

Cíle: Cílem bakalářské práce je popsat vlivy nejčastěji využívaných metod běžeckého odporového tréninku na rozvoj rychlosti sprintu. Hlavním úkolem je najít pomocí klíčových slov kvalitní výzkumy týkající se běžeckého odporového tréninku. Toto rešeršní zhodnocení poté poslouží k možnému budoucímu praktickému rozšíření této práce.

Metody: V této práci byly použity elementární metody teoretické práce, tj. metoda kompilace, analýzy a syntézy. Podrobněji popsány v kapitole Metodika.

Výsledky: Výstupem je rešeršní práce hodnotící nejčastěji využívané metody běžeckého odporového tréninku a jeho vlivy rychlost a techniku sportu.

Klíčová slova: Odporový sprint, optimální zatížení, vlečení saní, trénink odporového sprintu, zátěžové vesty

Abstract

Title: Types of resistance training and their effect on sprint speed

Objectives: The aim of this bachelor thesis is to describe the effects of the most commonly used resistance training methods on sprint speed development. The main objective is to find quality research on running resistance training using keywords. This search evaluation will then serve to possible future practical extensions of this thesis.

Methods: In this thesis, the elementary methods of theoretical work, i.e., compilation, analysis and synthesis method, were used. These are described in more detail in the Methodology chapter.

Results: The output is a research work evaluating the most commonly used methods of running resistance training and its effects on speed and technique of the sport.

Keywords: Resisted Sprint, Optimal Load, Sled Towing, Resisted Sprint Training, Weighted Vests

Obsah

ABSTRAKT	5
ABSTRACT	6
1 ÚVOD	8
2 PŘEHLED TEORETICKÝCH VÝCHODISEK	10
2.1 VYSVĚTLENÍ ZÁKLADNÍCH POJMŮ	10
2.2 FYZIOLOGICKÉ A ANATOMICKÉ NÁROKY, GENETIKA	11
2.3 RYCHLOST.....	12
2.4 AKCELERACE.....	13
2.5 MAXIMÁLNÍ RYCHLOST	14
2.6 ODPOROVÝ TRÉNINK	15
2.7 SÍLA.....	15
3 METODIKA	16
4 REŠERŠNÍ SHRNUÍ VYBRANÝCH ČLÁNKŮ	18
4.1 ZMĚNY KINETIKY A KINEMATIKY SPRINTU V RŮZNÝCH RYCHLOSTECH.....	18
4.2 VLIV BĚHU S ODPOROVÝMI SANĚMI	19
4.2.1 Výpočet rovnice k určení optimální zátěže.....	19
4.2.2 Vliv dlouhodobějšího tréninku s odporovými saněmi.....	24
4.3 VLIV BĚHU SE ZÁTĚŽOVOU VESTOU.....	28
4.3.1 Bezprostřední vliv zátěžové vesty.....	28
4.3.2 Vliv dlouhodobějšího tréninku se zátěžovou vestou	29
4.4 SROVNÁNÍ VLIVU BĚHU S ODPOROVÝMI SANĚMI, ZÁTĚŽOVOU VESTOU A ODPOROVÝM PADÁKEM 32	
4.5 EFEKT TLAČENÍ ODPOROVÝCH SANÍ	34
4.6 TRÉNÍ	35
4.7 MODERNÍ POMŮCKY	36
5 ZÁVĚR	39
SEZNAM LITERATURY:	42

1 Úvod

Jelikož jsem studentkou vysokoškolského oboru Kondiční trenér, mým úkolem je posouvat své svěřence ve všech aspektech sportovního tréninku, aby mohli dosáhnout svých nejlepších sportovních výkonů. Proto ve své praxi nekladu důraz pouze na rychlostní a silové schopnosti, snažím se své klienty posouvat i v oblasti regenerace, stravování, psychické vyváženosti. Ale protože rychlost je jedním z klíčových faktorů úspěchů nejen v atletice, ale i ve většině sportovních her. Trenéři v poslední době kladou čím dál větší důraz na rozvoj rychlostních a silových schopností. A tak mohou poskytnout sportovci výhodu před ostatními soupeři. Chci se v této práci věnovat tréninkovými metodami na rozvoj rychlosti sprintu v různých fázích běhu. Rychlost běhu je daná frekvencí a délkou kroku. Zjednodušeně můžeme rozdělit metody používané ke zvýšení rychlosti do dvou skupin. Metody určené ke zlepšení frekvence kroků a metody ke zlepšení délky kroku (M.J. Behrens a S.R. Simonson, 2011). Tréninkovým metodám určeným ke zlepšení frekvence kroku, jako například sprint z kopce, běh na vysokorychlostním běžecké pásu atd., se v této práci nechci příliš zabírat. V této práci chci popisovat hlavně metody ke zlepšení délky kroku. Tréninkovou metodou ke zlepšení délky kroku je odporový trénink, který zahrnuje trénink s odporovými sáněmi, zátěžovou vestou, silový trénink a další (M.J. Behrens a S.R. Simonson, 2011). Ráda bych ve své práci popsala vlivy jednotlivých metod odporového tréninku pomocí rešerše odborných knih, článků a jiné literatury. Abych dále tyto poznatky mohla aplikovat při vlastním výzkumu například v navazující diplomové práci. Kde bych prováděla další testování na sportovcích.

Perič (2010) píše, že rychlostí schopnosti závisí na několika faktorech, které se tréninkem dají více či méně ovlivňovat. Krom například nervosvalové koordinaci nebo typu svalových vláken zmiňuje právě velikost svalové síly. Má tažení, či tlačení odporových břemen spolu s jinými pomůckami vliv na zvýšení svalové síly? Mnoho sprinterů využívá vlečení odporových saní při tréninku právě s předpokladem, že tato cvičení pomohou zkrátit čas, za který uběhnou 100 m závod.

Cílem této práce tedy bude zjistit a popsat, jaký vliv mají nejčastěji využívané odporové tréninky na rychlost sprintu. Abych v navazujícím úseku studiu měla veškeré potřebné podklady a data k provedení vlastního šetření a mohla provádět svůj výzkum na

sportovcích věnujících se sprinterským atletickým disciplínám. Úkolem této práce bude najít kvalitní data a výzkumy, které pomocí rešeršní analýzy zhodnotím a poslouží mi k vypracování rozsáhlejší diplomové práci.

„Odporový trénink je metoda s potenciálem pro zlepšení sprinterských výkonů, ale její vliv oproti nezatíženému tréninku ještě nebyl jednoznačně prokázán“ (G. Petrakos, a J.B. Morin, B. Egan, 2016). Já bych toto téma chtěla více rozebrat a popsat jednotlivé vlivy na kinetiku a kinematiku sprintu.

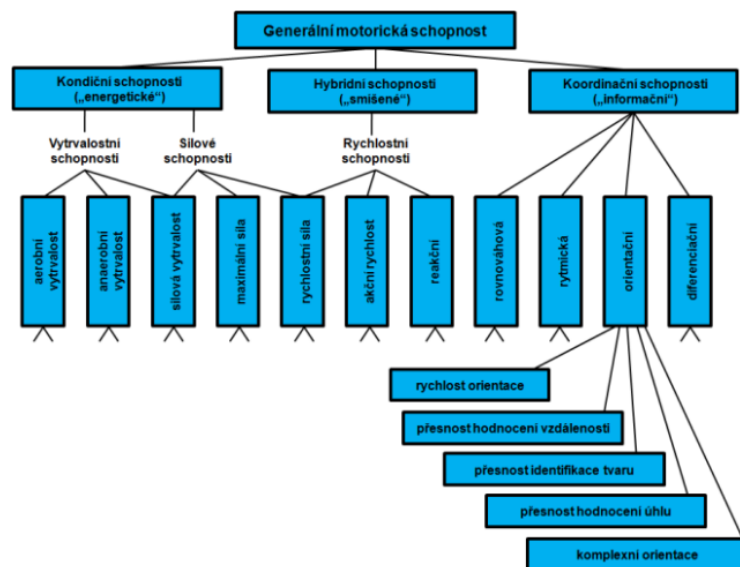
2 Přehled teoretických východisek

2.1 Vysvětlení základních pojmů

Každý z nás chce být v něčem nejlepší, nebo alespoň vynikat, pro sportovce to platí dvojnásob. Ale jak se v dané sportovní disciplíně či odvětví stát tím nejlepším ve své kategorii? Jenom vlohy, nadání a talent k tomu nestačí. Jako příklad uvedu známý citát „Talent je první překážkou k úspěchu“. K tomu, aby jedinec či skupina uspěl/a je třeba rozvíjet všechny pohybové schopnosti.

- „Vlohy jsou chápány jako anatomicko-fyziologické vlastnosti nervové soustavy, jsou vrozenou dispozicí jedince, obecným, přesně vymezeným předpokladem pozdějšího vývoje schopností“ (Perič, Dovalil, 2010).
- „Nadání označuje mimořádně příznivé vlohy k jistému druhu činnosti. Projevuje se jak ve schopnostech, tak v dobrých výkonech“ (Perič, Dovalil, 2010).
- „Talent vyjadřuje vysoký stupeň rozvoje schopností a víc se v něm odrážejí další vlastnosti osobnosti, které podporují vysokou úroveň provádění činnosti“ (Perič, Dovalil, 2010).
- „Pohybové schopnosti se chápou jako relativně samostatné soubory vnitřních předpokladů lidského organismu k pohybové činnosti, v níž se také projevují“ (Perič, Dovalil, 2010).

Definice jedné pohybové schopnosti je nepřesná je třeba respektovat do hloubky jejich strukturu. Model od Měkoty (2000) rozděluje pohybové schopnosti na:



Obrázek 1 – Model hierarchické struktury komplexu pohybových schopností (Měkota, 2000 cit. dle Malý, Dovalil, 2016, s.14)

Sportovní trenéři by neměli opomíjet spolupráci s více specialisty a respektovat hranice svých odborných znalostí. Abychom eliminovali možné zranění a zlepšili sportovní výkonnost sportovce. Mít v týmu kondičního trenéra, který se zaměřuje na rozvoj pohybových schopností. Fyzioterapeuta, co dbá na prevenci a podporuje regeneraci sportovce. A dietologa, který sestaví nutričně a energeticky vyvážený jídelní plán. Protože jen tak lze dosáhnout pravděpodobného úspěchu.

„Sestavování dostatečně pestrých tréninkových programů dává podstatně větší šanci na kvalitní zvládnutí pohybu především u jedinců s rozvinutým citem pro pohyb (tzv. pohybovit) a polohu (tzv. polohocit)“ (Kolář, 2005, Křištofič, 2007 cit. dle Jebavý a kol. 2019)

„Většina sportů jsou buď sporty vytrvalostní, rychlostní nebo silové. Téměř všechny týmové sporty jsou rychlostní a silové. Individuální sporty jako gymnastika nebo krasobruslení také primárně závisí na rychlosti a síle. Obvykle jsou nejlepší či nejuspěšnější sportovci, kteří se pohybují nejefektivněji a nejvýbušněji. Rychlost a hbitost jsou nejcennějšími kvalitami téměř ve všech silových a dynamických sportech“ (Boyle, 2021).

2.2 Fyziologické a anatomické nároky, genetika

„Všeobecně se soudí, že rychlostní schopnosti jsou do značné míry limitovány dědičně. Komplex vrozených znaků a dispozic (genotyp) představuje ve vztahu ke sportovní výkonnosti nepopíratelně významný a nezastupitelný faktor, který spolupůsobí s vlivy prostředí včetně tréninku a je hlavním zdrojem individuálních zvláštností a rozdílů“ (Malý, Dovalil, 2016).

Rozlišujeme tyto typy svalových vláken:

„Lidské tělo má dva základní typy vláken – rychlá a pomalá. Pomalým se mimo jiné říká vlákna I. typu, rychlá svalová vlákna se dále rozdělují na IIa a IIb, jsou aktivovaná při rychlých, výbušných pohybech. Pomalá vlákna pracují při pomalejších kontrakcích. Typy vláken se podstatně liší svojí stavbou a pochopení těchto rozdílů je pro trénink důležité. Asi nejdůležitější rozdíly jsou v biochemických reakcích, intenzitě svalového stahu a zapojení svalových vláken“ (Benson, Connolly, 2012).

Intenzita zatížení je velikost úsilí, které musí sportovec vykonat ke zvládnutí daného pohybového úkolu. Různé stupně intenzity se pohybují pod jiným energetickým krytím organismu. V základu rozlišujeme 4 stupně intenzity. **Maximální intenzitu**, kterou

zaštiťuje ATP-CP systém. Jde o činnosti velmi krátké (max 15 s) a energeticky náročné, jako např. skoky, kopy, jednorázové zvedání břemen a krátké sprinty. **Submaximální intenzitou** jsou vykonávána cvičení v době trvání 1-3 minuty za pomoci LA systému. **Střední intenzitou** jsou prováděny aktivity 5-10 minut dlouhé v LA-O₂ systému. Jako například delší běhy. **Nízká intenzita** je taková, kterou dokážeme aktivitu provádět hodiny. Těmito cvičeními jsou maraton, cyklistika. (Perič, Dovalil, 2010)

„Schopnost rozlišit jemné rozdíly v intenzitě pohybu je základním předpokladem dlouhodobého zvládnutí jakéhokoliv tréninku. Toto je důležité jak pro přesnější dávkování tréninkového zatížení, tak pro dosažení maximálního efektu tréninku vzhledem k cílům, které má trénink splňovat“ (Jebavý a kol. 2019).

Při skládání tréninkového programu je třeba zahrnout všechny velikosti parametrů zatížení, aby byl trénink pro sportovce co nejvíce efektivní a nedošlo tak k přetížení (přetrénování) organismu či případnému zranění. Nebo naopak nízká intenzita nevedla ke stagnaci sportovního výkonu. Protože lidský organismus se dokáže na stále opakující se cvičení adaptovat. Proto je třeba myslet na pravidelnou obměnu velikosti parametrů zatížení. Těmito parametry jsou: *„Doba trvání, počet opakování cvičení, intenzita cvičení, interval odpočinku, způsob odpočinku“* (Perič, Dovalil, 2010). Trenér by také neměl zapomínat na individualitu každého sportovce, každý jedinec reaguje odlišně a nelze stavit stejný tréninkový plán pro všechny stejně. Například na jednoho atleta může tréninkový program působit účinně a zajistit mu tak sportovní úspěchy. Tentýž tréninkový plán nemusí působit kladně na druhého. *„Čím rychleji je schopen se sportovec přizpůsobit změněným podmínkám, tím lepší jsou jeho výchozí podmínky pro dosažení maximálního výkonu“* (Jebavý a kol., 2019).

2.3 Rychlost

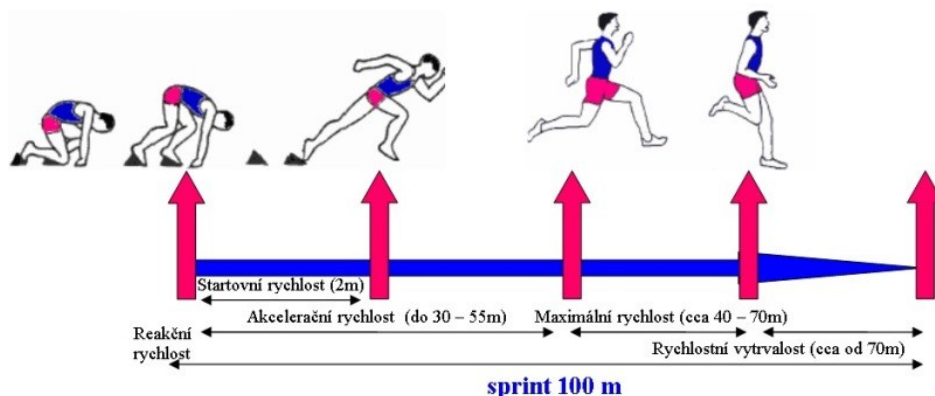
„Rychlostní schopnosti jsou relativně nezávislé a je třeba je rozlišovat na:

- *Rychlost reakční – spojenou se zahájením pohybu*
- *Rychlost acyklická – tj. co nejvyšší rychlost jednotlivých víceméně izolovaných pohybů*
- *Rychlost cyklická – danou vysokou frekvencí opakujících se stejných pohybů*
Která se dále dělí na:
 - *Schopnost **akcelera**ce (z klidu do nejvyšší možné rychlosti)*
 - *Schopnost **maximální frekvence** pohybů*

- *Schopnost rychlé změny směru*“

(Dufour, 2015)

Rozbor sprintu na 100 m podle Cacka a kolektivu (2011) z využití rychlostních schopností při krátkých sprintech



Obrázek 2 – Využití rychlostních schopností při krátkých sprintech (Cacek a kol., 2008)

Běh na 100 m patří mezi sportovní disciplíny, které nejsou až tak závislé na taktice jako na běhy na střední a dlouhé tratě. Velkou výhodou běhů je jejich měřitelnost. Čas dosažený v cíli je velice objektivní a velmi jednoduše se ukáže zlepšení/ zhoršení výkonnosti. Atleti v krátkém časovém intervalu překonávají hranice lidských možností a díky tomu je běh na 100 m nejsledovanější disciplínou většiny atletických událostí. „Možná, že čistota výkonu, totální překročení energetických zásob nebo osobnost samotných šampiónů jsou prvky, které z běhu na 100 m činí absolutní výzvu v atletice“ (Dufour,2015).

2.4 Akcelerace

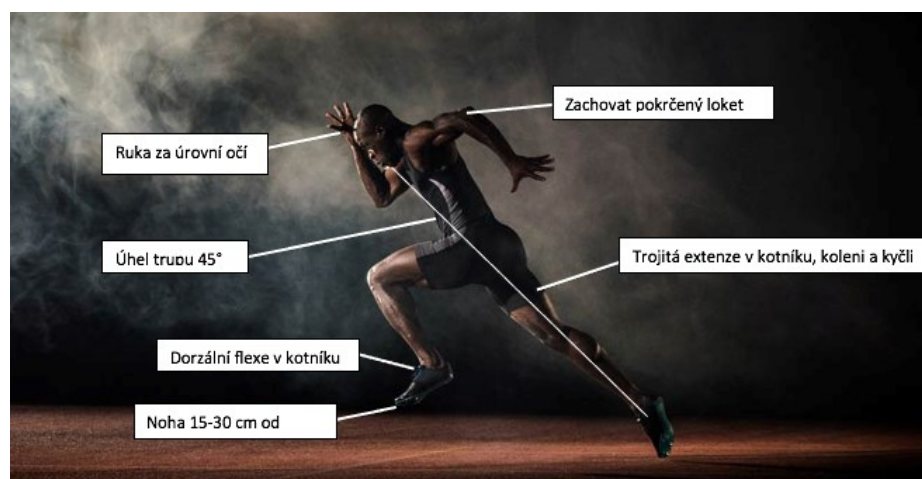
Akcelerace neboli zrychlení, je důležitým faktorem pro mnoho sportovních odvětví, ve kterých může být právě tato schopnost zrychlení rozhodující o výkonu sportovce nebo jeho týmu. Proto jsou nyní velmi moderní různé metody rozvoje akcelerační rychlosti a rychlosti. Pro určité sportovní výkony je zásadní jednak rychle akcelarovat a tím dosáhnout maximální rychlosti co nejdříve. Ale také tuto maximální rychlost co nejdéle a nejefektivněji dokázat udržet. „Většina atletů dosahuje maximální rychlosti na 50–60 m (někteří finalisté na 70-80 m). Největší zrychlení pozorujeme na prvních dvaceti metrech, v některých rozborech se to označuje jako velká akcelerace (0–20 m) a fáze menší akcelerace (20-60 m)“ (Ae a kol., 1992 cit. dle Dufour, 2015).

Vymezujeme čtyři determinanty akcelerační rychlosti. První z nich je technika neboli schopnost pohybovat končetiny správnou a efektivní technikou v akcelerační fázi běhu. Druhým je schopnost produkovat sílu – vyvinout sílu potřebnou k překonání setrvačnosti a k dosažení vyšší sprinterské rychlosti. Na to navazuje determinant směru vyvinuté síly, tedy vyvíjením síly nejefektivnějším směrem. Čtvrtým je doba kontaktu – vyvinout sílu při krátkém kontaktu chodidla se zemí. (Gilligan, 2022)

Z hlediska energetického výdeje je fáze zrychlování nejnáročnější oproti udržování rychlosti. To mimo jiné také potvrzují fyzikální zákony, které tvrdí že obtížnější uvést předmět do pohybu než udržovat jeho rychlost.

Mechanické faktory akcelerace:

Náklon trupu při startu z bloku je asi 45° . První krok by měl být dlouhý přibližně 1,5m. Výška zvednutí nohy v prvním kroku při nejobvyklejší technice je 15-30 cm nad zemí. Rychlost na 10 m je pod 8 m/s. Doba kontaktu nohy se zemí je pod 0,15s. (Gilligan, 2022)



Obrázek 3 – Modelová technika akcelerace (Gilligan, 2022)

2.5 Maximální rychlost

Maximální rychlost je dána délkou a frekvencí běhu. Frekvence kroku je tréninkem méně ovlivnitelná. Trenéři se více zaměřují na prodloužení délky kroku, kterou jsou schopni jedinci zlepšit silovým tréninkem. Při správné technice sprintu je cílem sportovce přiblížit dráhu těžiště co nejbližší přímočarému pohybu. Tedy omezit výchylky ve vertikálním směru. Prodloužíme-li nadměru délku kroku, můžeme pozorovat změny techniky a místo uvolněného běhu vidíme, jak běžec spíše poskakuje. A tím rostou brzdicí síly.

2.6 Odporový trénink

„Volbou podoby odporu lze usměrnit potřebný efekt při pohybech, u nichž je s ohledem na dosažení vysoké rychlosti pohybu simulovaná silová schopnost, rychlá a výbušná síla. Pomocí silový podnětů, které navozují vnější doplňkový odpor v podmínkách rychlostního zatížení. Může to být:

- *Cvičení s hmotnostním pásem, vestou, segmentovanými odpory, manžetami*
- *Tažení břemene*
- *Lokomoce do svahu*
- *Lokomoce v mělké vodě, písku, proti větru*
- *Elastické popruhy*
- *Těžší sportovní náčiní“ (Malý a Dovalil, 2016)*

Tomuto rozvoji silových schopností se budu v mé práci zabývat do detailů, abych zde uvedla všeobecný přehled, jakou velikost odporu a na jaký druh břemene zvolit, pokud chceme rozvíjet rychlost sprintu. V literatuře se objevuje spousta odlišných názorů a doporučení, ale pokud chceme podpořit například zrychlení ve sprintu je třeba dbát na dodržení biomechaniky běhu i při odporovém tréninku, proto ne každé doporučení uvedené v literatuře bude mít skutečný efekt při sprintu.

„Avšak nadměrná zátěž při tréninku může způsobit změny v běžeckých vzorcích, tak pro zajištění specifčnosti těchto tréninkových metod je nezbytná kontrola zátěže. Nejběžnější způsob kontroly zátěže je prostřednictvím procenta ze ztráty rychlosti ve vztahu k maximální rychlosti. Různé studie naznačují, že pro zachování specifčnosti zatížení při sprintech by horizontální rychlost neměla klesnout pod 90 % z maximální rychlosti sportovce“ (Alcaraz, 2009).

2.7 Síla

Svalová síla je základní pohybovou schopností, bez které nelze realizovat pohyb, a její cílený rozvoj může snížit i riziko zranění. Skladba silového tréninku by měla být dostatečně pestrá, abychom podpořili silový rozvoj sportovce. Nejedná se jen o cvičení izolovaných cviků. Trénink by měl kombinovat cvičení v různých směrech pohybu, měnit velikosti zatížení. Obměňovat tempo cviků, abychom střídali velikosti koncentrické a excentrické fáze svalu. A zařazovat statickou výdrž.

3 Metodika

Bakalářská práce je teoretická, tudíž byly použity metody práce s odbornou literaturou a vědeckými daty z výzkumných institucí. K naplnění cílů práce bylo potřeba vyhledat vhodné vědecké články. Mnoho výzkumných statí byla hledána přes portál <https://scholar.google.com/>. Dále byl použit také <https://www.researchgate.net/>. Práce byly hledány podle klíčových slov: Resisted Sprint, Optimal Load, Sled Towing, Resisted Sprint Training, Weighted Vests v různých jazykových variantách. V mnoha takto objevených pracích byly prozkoumány seznamy literatur a nalezeny další vhodné publikace. Po vypátrání všech těchto prací byly následně vyhledány ostatní práce jejich autorů. Mnoho autorů se věnovalo podobnému tématu ve více odborných textech a vzájemně na sebe odkazovali. V posledních letech dochází ve zkoumaném tématu k velkému rozvoji variant běžeckého odporového tréninku. Přiměřeně k tomu byly vydávány nové odborné publikace. Vyhledávání proto bylo zaměřeno hlavně na publikace, které nejsou starší než 10 let. Ve specifických případech byly použity práce starší než od roku 2010. Nikdy ale s datem vydání starší než od roku 2000. Takto bylo nalezeno mnoho výzkumných prací, které byly následně přečteny. Mnoho objevených prací nebylo použito, protože jejich obsah nevedl k naplnění cílů této práce. Po celou dobu realizace práce bylo nalezeno opravdu velké množství prací. Přečteno bylo mnoho desítek výzkumných článků na podobné téma, ale jen malé procento jich bylo použitelných k naplnění cílů této práce.

Po vyhledání vhodných článků byly dále použity tyto metody:

- Kompilace: „Kompilace může představovat systematické shrnutí toho co, kdy, kde, kdo o zkoumaném problému řekl či napsal.“ (Šanderová, 2005).
- Analýza (rozkládání): „Analýza je myšlenkové rozložení zkoumaného předmětu, jevu nebo situace (dále jen jevu) na jednotlivé části, které se stávají předmětem dalšího zkoumání. Hlubší poznání dílčích částí umožní lépe poznat jev jako celek.“ (Synek, Sedláčková, Vávrová, 2007).
- Syntéza (skládání): „Syntéza je myšlenkové sjednocení (spojení) jednotlivých částí v celek. Při syntéze sledujeme vzájemné podstatné souvislosti mezi jednotlivými složkami jevu, a tím lépe a hlouběji poznáváme jev jako celek.“

Syntéza pomáhá odhalovat vnitřní zákonitosti fungování a vývoje jevu.“ (Synek, Sedláčková, Vávrová, 2007).

4 Rešeršní shrnutí vybraných článků

4.1 Změny kinetiky a kinematiky sprintu v různých rychlostech

Před analýzou vlivu odporového tréninku na kinetiku a kinematiku sprintu, je dobré nejprve začít popsáním těchto proměnných při různých rychlostech sprintu v nezatíženém stavu. M. Brughelli a kolektivu (2011) ve své výzkumné práci rozebíral, jak se s narůstající rychlostí mění různé kinematické a kinetické proměnné. Pro správný výběr cvičebních programů, které mají za úkol maximalizovat výkonost ve sprintu, je potřebné pochopit vztah mezi rychlostí běhu a produkcí síly. Výzkum probíhal na 16 poloprofesionálních hráčích australského fotbalu, kteří byli ve věku od 21 do 25 let. Měření probíhalo na běžeckém páse se zabudovanými snímači, které přesně monitorovaly potřebné proměnné. Výhodou oproti běhu na běžecké dráze je právě přesnější a jednodušší monitorování. Nevýhodou je určitá změna techniky běhu. Tyto změny nebyly dle autora dostatečně velké, aby znehodnotily výsledky studie. Hodnotily se změny kinematiky a kinetiky běhu při intenzitě 40 %, 60 %, 80 % a 100 % ze své maximální rychlosti. Nejprve byli testováni požádáni, aby během 4 sekund dosáhli své maximální rychlosti a poté si ji udrželi dalších 5 sekund při kterých byli monitorováni. Podobně probíhaly testy na 40/60/80 % z jejich maximální rychlosti. Kromě malé odlišnosti, kdy po 4 sekundách, při kterých měli dosáhnout požadované rychlosti, měli tuto rychlost udržet po dobu 8-10 sekund. Mezi testy byla doba odpočinku nastavena na 3 minuty. Měřicí zařízení poskytovala data o vertikální a horizontální síle, kterou každý běžec vyvinul. O délkách a frekvenci kroku, doby kontaktu chodidla s podložkou i doby letové fáze.

Všechny naměřené hodnoty byly dále statisticky analyzovány. Vynaložená vertikální síla se nejvíce změnila mezi rychlostmi 40 a 60 % z maxima. Zatímco s nárůstem rychlosti od 60 % po maximální rychlost zůstala vertikální síla relativně konstantní. Naproti tomu síla horizontální stoupala v každé měřené rychlosti. Celkový nárůst horizontální síly od základní nejpomaleji běžené rychlosti (40 %) po maximální rychlost stoupl o 102,1 %. Délka kroku i frekvence se postupně zvyšovaly s rostoucí rychlostí běhu. Mezi jednotlivými měřeními rychlostmi se postupně snižovala doba kontaktu chodidla s podložkou.

Díky těmto výsledkům došli autoři k závěru, že maximální rychlost běhu je více závislá na produkci horizontální síly, než na produkci vertikální síly. Produkce vertikálních sil se

zvyšuje převážně při akceleraci zhruba do 65 % maximální rychlosti běhu. Poté je téměř konstantní. Zatímco produkce horizontálních sil se zvyšuje se zvyšující se rychlostí. Toto zjištění je přínosné pro tvorbu individuálních programů pro zlepšení maximální rychlosti. „Z hlediska rozvoje síly a výkonu specifického pro sprint mohou cvičení zaměřená na produkci síly v horizontálním směru vést k většímu rozvoji rychlosti, přestože většina cvičení v posilovně je zaměřena na produkci síly ve vertikální rovině“ (Brughelli a kol., 2011).

4.2 Vliv běhu s odporovými saněmi

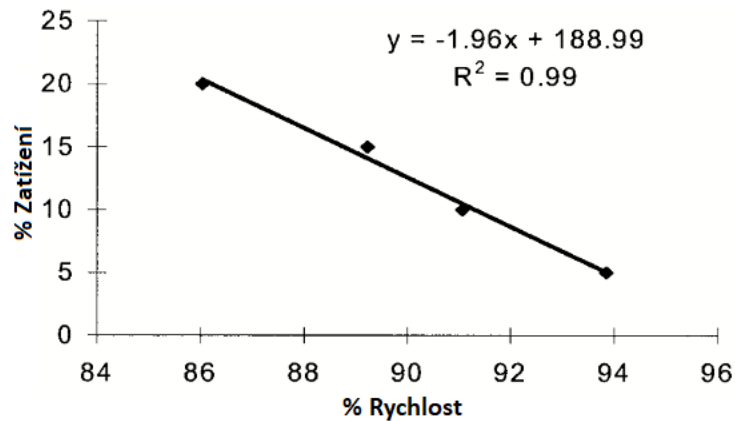
4.2.1 Výpočet rovnice k určení optimální zátěže

Problematiku vlivu na kinematiku akcelerační fáze sprintu se zátěží se zabýval Lockie a kol. ve své studii z roku 2003. Vycházeli z vlastní pilotní studie, které se zúčastnilo 10 zdravých mužů od 20 do 30 let, kteří se věnovali sportům jako pozemní hokej, rugby, fotbal a australský fotbal. Cílem pilotního bádání bylo vytvořit vzorec, který by přesně popisoval vztah mezi taženou zátěží a rychlostí sprintu vyvinutou na vzdálenost 15 m. Mnoho autorů (Lockie a kol.,2003 a Alcaraz a kol.,2008) tvrdí, že pokud sprinter běží s vysokou zátěží, která sníží jeho maximální rychlost o více jak 10 %, dochází k běhu nevhodnou techniku. Při pokusu byl běžcům kladen odpor pomocí zátěžových saní vlečených za tělem sportovce. Hmotnost těchto saní bez přidaného závaží se rovnala čtyřem kilům.

Byla provedena měření bez vnějšího odporu a poté s tažením zátěže vztažené k 5, 10, 15 a 20 % hmotnosti těla. Pro každou zátěž byly provedeny dva pokusy. Výsledné rychlosti, které byly dosaženy s odporem, autor přepočtl na procenta k maximální rychlosti dosažené bez zátěže. Tyto procentní body byly poté zprůměrovány a vyneseny do grafu, kde vytvořili lineární regresní přímkou.

Výsledná regresní rovnice byla stanovena jako:

$$\% \text{hmotnosti těla} = (-1,96 - \% \text{rychlosti}) + 188,99$$



Obrázek 4 – Graf regresní přímky (Lockie a kol., 2003)

% rychlosti je tedy velmi zjednodušeně podíl dosažené rychlosti se zátěží a maximální rychlostí dosaženou bez odporu.

Dalším autorem, který vypracoval rovnici k výpočtu optimální zátěže při běhu se zátěžovými sáněmi, byl Pedro Alcaraz s kolektivem (2009). Jím vytvořená rovnice měla znění:

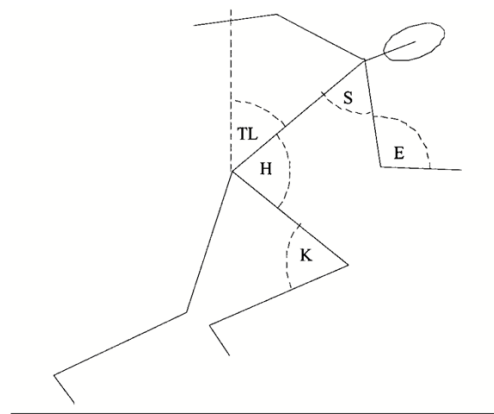
$$\% \text{ tělesná váha} = (-0,8674 \times \% \text{ rychlosti}) + 87,99.$$

Rozdíly ve formulaci výše zmíněných rovnic autor (Alcaraz, 2009) odůvodňoval dvěma argumenty. Prvním bylo, že první rovnice (Lockie a kol., 2003) byla počítána pro zatížení v akcelerační fázi a druhá rovnice je vhodná pro snížení v pozdější fázi běhu. Druhým důvodem jsou rozdílné třecí síly mezi ližinami a povrchem dráhy. Proto musím zdůraznit, že jakékoliv využívání těchto dvou rovnic v podmínkách jiných, než měli jejich autoři, je pouze orientační. A je třeba prvně provést testovací běhy, které nám potvrdí, že s vypočtenou zátěží dojde ke chtěnému % snížení maximální rychlosti.

Po vytvoření potřebné regresní rovnice byla následně provedena hlavní studie. Hlavní studie se zúčastnilo dvacet mužských sportovců od 20 do 27 let. Museli absolvovat šest sprinterských testů na 15 m, které obsahovali a) dva běhy bez zátěže, b) dva s tažením zátěže o velikosti 12,6 % tělesné hmotnosti, c) dva s tažením 32,2 % tělesné hmotnosti. Cílem bylo ověřit, zda zátěže vypočtené pomocí rovnice vedou k odpovídající ztrátě rychlosti. Zároveň byly také testy nasnímané vysokorychlostní kamerou. A tyto záběry poté hodnoceny. Autor chtěl porovnávat změny v technice a kinematice při 90 % a 80 % maximální rychlosti.

Aby byla zajištěná stálost výsledků, tak každý subjekt vykonával totožné rozcvičení po dobu patnácti minut. Rozcvičení zahrnovalo také krátké sprinty s postupným zvýšením intenzity. 15 m vzdálenost byla zvolena, protože je ideální pro sprinterské výkony, u kterých se měří převážně akcelerační fáze. Délka odpočinku, mezi sériemi sprinterských testů bez vnějšího odporu a se zátěží 1, byla 1,5 minuty. Mezi pokusy se zátěží 1 a se zátěží 2 byla délka odpočinku 2 minuty.

Pro účel studie byla definována délka kroku jako vzdálenost prvního kontaktu jedné nohy s podložkou a následujícím prvním kontaktem stejné nohy. Kromě délky kroku bylo dále sledována horizontální rychlost kyčlí, náklon trupu, rozsah pohybu, průměrná úhlová rychlost v ramenním, loketním, kyčelním a kolenním kloubu, maximální flexe a extenze v různých fázích běhu. Také frekvence kroku, doba letu, doba kontaktu chodidla se zemí a rychlost.



Obrázek 5 – úhly v kloubních spojeních (Lockie a kol.,2003)

Tento detailní kinematický rozbor v této studii pomáhá pochopit změny v technice, ke kterým dochází při běhu s odporovými saněmi a narůstající velikosti zátěže. Mnoho autorů výsledky této studie využívá ve svých výzkumech.

Délka a frekvence kroku

Se zvýšením velikosti odporu se významně sníží délka kroku. Průměrná délka kroku se zátěží 1 se snížila zhruba o 10 % oproti běhu bez zátěže. Se zátěží 2 došlo ke snížení dokonce v průměru o 24 %. U frekvence kroků byly prokázány podstatné rozdíly se zatížením a bez zátěže. Avšak již nebyl prokázán signifikantní rozdíl mezi sprintem s lehčí zátěží a těžší zátěží. „Tyto údaje naznačují, že zvýšení odporu při tažení povede k většímu zkrácení délky kroku ve srovnání s frekvencí kroku“ (Lockie a kol.,2003).

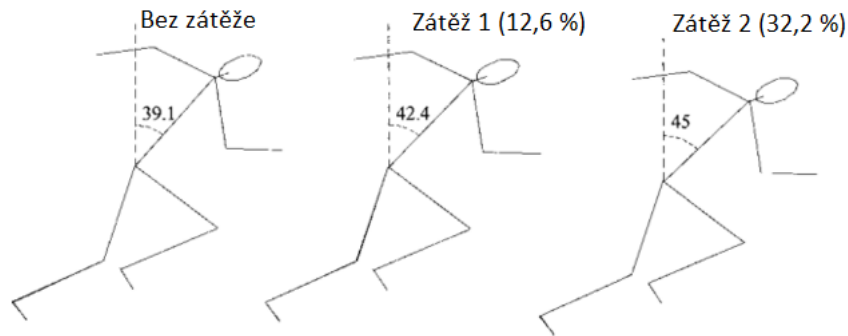
Doba letu a doba kontaktu se zemí

Autor rozlišil mezi délkou prvního kroku a druhého kroku. Protože si je vědom rozdílu mezi prvním a druhým krokem v akcelerační fázi běhu. V případě prvního kroku nebyly zjištěny podstatné rozdíly v dobách letu mezi během bez zátěže a s lehčí zátěží. Lišily se pouze doby u běhu bez zátěže a se zátěží 2, ta se zde naopak snížila přibližně o 40 %. Podobné výsledky byly naměřeny i u druhého kroku, zde se doba letu snížila přibližně o 50 %. „*Zdá se, že k významnému zkrácení doby letu je zapotřebí většího odporu, než je zátěž 1*“ (Lockie a kol., 2003).

Doba kontaktu chodidla se zemí se zátěží 1 a zátěží 2 oproti bez zátěže se lišila jak v případě prvního, tak druhého kroku. U prvního zatížení došlo v průměru o 10 % prodloužení doby kontaktu. U druhého zatížení došlo k prodloužení v průměru o 21 %. Z toho vyplývá, že se zvyšující se zátěží se prodlužuje doba kontaktu chodidla se zemí.

Kinematika horní části těla

Autor analyzuje kinematiku ramenního a loketního kloubu, opět rozlišuje první a druhý krok. U ramenního kloubu byly zjištěny významné rozdíly, mezi během bez zátěže a s těžkou zátěží. A to hlavně u extenze a v rozsahu pohybu při druhém kroku. U druhého kroku běhu se těžkou zátěží došlo k větší extenzi, a to způsobilo také větší rozsah pohybu. U těžší zátěže byla naměřena významně nižší úhlová rychlost v loketním kloubu u prvního kroku. Zde byly naměřeny velké rozdíly mezi technikami běhu u jednotlivých účastníků, což dokládali vysoké směrodatné odchylky. Údaje sice nevykazovali mnoho podstatných změn se zvyšující se zátěží, tendence přesto naznačili zvýšené využití paží a ramen při běhu s odporem. Při měření kinematiky horních segmentů těla byly zjištěny velké rozdíly u náklonu trupu běžce při akceleraci se zatížením. Průměrná hodnota při akceleraci bez odporu byla 39 °. V případě běhu se lehčím zatížením se hodnota zvýšila na 42,4 ° a s těžším zatížením zvýšila na 45 °. „*Údaje o zvýšeném náklonu trupu ukazují, že při sprintu se saněmi se zvýšeným odporem byly subjekty nuceny zaujmout polohu těla se zvýšeným předklonem*“ (Lockie a kol., 2003). Což nám názorně ukazuje tento obrázek



Obrázek 6 – Zvýšení průměrného náklonu trupu při 3 různých podmínkách zatížení (Lockie a ko.,2003)

Kinematika dolní části těla

Průměrný naměřený úhel v kyčli při flexi u prvního i druhého kroku se se zátěží snížil, tudíž dochází k větší flexi kyčelního kloubu při sprintech se zatížením. To má za následek vyššího rozsahu pohybu v kyčelním kloubu, což také potvrzují naměřená data. Při druhém kroku se rozsah pohybu zvýšil o 9,4 % u lehčí zátěže a o 15,2 % při těžké zátěži. „Tyto údaje naznačují, že se zvyšováním zátěže u akcelerujícího subjektu dochází při startu po prvním kroku ke zvýšení flexe v kyčli (snížení úhlu v kyčelním kloubu)“ (Lockie a kol.,2003).

Při pozorování kolenního kloubu vykazovalo pouze málo proměnných významné změny v průběhu testování. Pouze u druhého kroku s těžkou zátěží se extenze kolene signifikantně lišila oproti stavu bez zátěže. Zvýšená extenze ovšem nevedla k výrazné změně rozsahu pohybu v koleni pro druhý krok.

Shrnutí

„Několik autorů se domnívá, že tahání sání s odporem neprospívá sprinterskému výkonu, protože způsobuje zhoršení sprinterské techniky. I tato studie naznačuje, že tažení odporů změní některé mechanismy akcelerace sportovce. Tento jev ale může být užitečný pro rozvoj specifické rekrutace rychlých svalových vláken, zejména ve srovnání s tradičním silovým tréninkem. A k tomu je zapotřebí dalšího výzkumu, který by prokazoval dlouhodobější účinky tažení odporových sání“ (Lockie a kol.,2003). Tato studie potvrdila, že s přidáním zátěže se horizontální rychlost snižuje.

Při tréninku sprinterských startů a akcelerace je kladen technický důraz na práci horních končetin. Energická práce paží pomáhá pohybu vzhůru a vpřed. Tato studie poukazuje na tendenci k mírnému zvyšování aktivity horních končetin s rostoucím zatížením. To platilo hlavně pro práci ramenního kloubu s větší přidanou zátěží. „Zdá se tedy, že pro

trenéry, kteří chtějí zvýšit hybnost paže při akceleraci, může být relativně těžká zátěž účinná pro vyvolání změn v kinematice horních končetin“ (Lockie a kol, 2003).

Trénink sprintu s odporem, může být využit v tréninku k rozvoji některých sprinterských schopností. Avšak Lockie (2003) zdůrazňuje, při dlouhodobém využívání těžkých odporů v tréninku sprintu, může docházet k adaptaci svalu na běh ve snížené rychlosti s touto vysokou zátěží. Což může mít negativní vliv na výkonnost ve sprintu. Optimální zátěž (Alcaraz a kol., 2009) je taková, která sníží maximální rychlost, ale znatelně nenaruší správnou techniku běhu.

Ačkoliv je tato práce následně využívána mnoho autory, musím poukázat na jednu určitou vadu a nedostatek. Průměrná rychlost, kterou dokázali vyvinout sportovci při tomto výzkumu v nezatíženém stavu, byla pouze 5,7 m/s. Pro srovnání výkonnostně zdatní čeští sprinteři zdolají 60 m za 7 s (elitní se dostávají hluboko pod tuto hranici). Jejich průměrná rychlost je při tomto času 8,5 m/s. Těžko se srovnává průměrná rychlost sprintu na 15 m a 60 m. Nicméně rychlost o $\frac{1}{3}$ pomalejší je výrazný rozdíl a sportovci, kteří se výzkumu zúčastnili nebyli zdatní sprinteři. Napadá mě tedy otázka, zda jsou výsledky tohoto výzkumu validní a reliabilní.

4.2.2 Vliv dlouhodobějšího tréninku s odporovými saněmi

Beatriz Bachero-Mena a Juan José González-Badillo (2014) ve své experimentální studii porovnávali vliv třech různých zátěží na schopnost akcelerace. Studie nepřímo navazovala na tu Lockieho a studovala vliv dlouhodobějšího (přesněji sedmítýdenního) odporového tréninku. Hmotnost zátěže byla vypočítána podobně jako v Lockieho (2003) studii. Lehká zátěž (LZ) odpovídala 5 % tělesné hmotnosti, střední zátěž (SZ) odpovídala 12,5 % tělesné hmotnosti a vysoká zátěž (VZ) se rovnala 20 % tělesné hmotnosti. Studie se zúčastnilo devatenáct studentů sportovních věd ve věku od 19 do 23 let. Žádný z účastníků neměl žádnou předchozí zkušenost se specifickým sprinterským tréninkem, netrpěl žádnou nemocí a po dobu sedmítýdenního tréninkového programu neprováděli žádnou jinou fyzickou aktivitu. Byli rozdělení do třech skupin. Sedm studentů trénovalo s nízkou zátěží, šest se střední zátěží a šest s vysokou zátěží. Hodnotily se poté změny ve výkonnosti sprintu po sedmi týdnech odporového tréninku. Mimo jiné byly analyzovány změny ve cvicích, které nebyly obsahem tréninků. A to vertikální výskok, vertikální výskok se zátěží a dřep. Tímto si chtěl autor ověřit, zda odporový sprinterský trénink má vliv i v jiných oblastech.

Účastníci absolvovali po dobu sedmi týdnů čtrnáct tréninkových jednotek. Všechny tři tréninkové skupiny prováděli identické rozcvičení a tréninkové jednotky. To znamená stejný počet sérií, opakování a vzdálenost, lišila se pouze velikost zatížení. Účastníci byli testováni před a po sedmitýdenním tréninkovém programu. Snahou bylo, aby obě testování byla provedena za stejných podmínek jako je denní doba a den v týdnu. Testy byly prováděny na syntetické běžecké dráze v kryté hale, tím byl odstraněn vliv povětrnostních a klimatických vlivů. Porovnávány poté byly rozdíly těmito dvěma testováními.

Při prvním dni byli účastníci testováni ve sprintu na 40 m. Všichni účastníci absolvovali rozvíčku, která obsahovala osmiminutový běh nízkou intenzitou, protažení a jeden sprint na 40 m 80 % úsilím a dva 20 m sprinty na 80 %. Poté jim byly změřeny dva sprinterské výkony na 40 m. Mezi běhy byla doba odpočinku 6 minut.

V druhém dni testování na účastníky čekaly silové testy. V rámci rozvíčení bylo před testováním zařazeno i pět vertikálních výskoků se zátěží a pět dřepů bez zátěže. Vertikální skok byl s provedením s rukama v pase. Ze tří pokusů se vyhodnotila průměrná výška výskoku. Test vertikálního výskoku se zátěží byl prováděn s postupným zatěžováním, které začínalo na 20 kg a přidávání zátěže skončilo, jakmile testovaný nebyl schopen vyskočit více jak 20 cm od země. U testu dřepu byla měřena rychlost pohybu v každé koncentrické fázi u jednotlivých zátěží. U dřepu bylo požadováno mít činku na ramenou tedy provést zadní dřep a koncentrickou fázi dřepu provést explozivním způsobem, tedy maximální možnou rychlostí. Počáteční zátěž ve dřepu byla 20 kg a postupně se zvedala o 10 nebo 5 kg. Cílem bylo technicky správné provedení co největší rychlosti u jednotlivých zátěží. Se zvyšující zátěží se rychlost provedení snižovala, jakmile rychlost klesla pod 0,8 m/s a testování bylo ukončeno a zátěž byla zaevidována. Rychlost 0,8 m/s dle autorů odpovídala přibližně 70 % opakovacího maxima a byla proto považována za vhodnou hodnotu ukončení testování síly dolních končetin. Stejně testování proběhlo po ukončení sedmi týdenního tréninkového cyklu a hodnoty mezi sebou byly porovnávány.

Devatenáct studentů rozdělených do třech zátěžových skupin absolvovalo 14 tréninků po dobu sedmi týdnů. V tréninku absolvovali 4-8 sérií sprintů na vzdálenost od 20 do 35 metrů. Všechny zátěžové skupiny absolvovali totožné tréninky, lišila se pouze velikost zátěže.

U všech skupin se statisticky projevil změny ve sprintu 0-40 m. U skupin s velkou zátěží se také statisticky projevilo zkrácení časů v úsecích běhu na 0-20 a 0-30 m, tedy

v bězích s počáteční akcelerací. U skupin s lehkou a střední zátěží zlepšily intervalové časy změřeny v letných úsecích. To je lehká zátěž 10-40 a 20-40, střední zátěž 20-30 a 20-40. Statisticky se ale u těchto skupin neprojevovalo zlepšení v úsecích 0-10, 0-20 a 0-30. U maximálního vertikálního výskoku byly zaznamenány statisticky významná zlepšení u skupin se střední a těžkou zátěží. U výskoku se zátěží bylo statisticky významné zlepšení pouze u skupiny s vysokou zátěží. U dřepů se zvýšila rychlost pohybu v koncentrické fázi u všech skupin ale nejvíce u skupin se střední a velkou zátěží. Sprintový trénink s odporem má tedy, dle této studie, tendenci přinášet zlepšení i u cviků, které nejsou trénovány.

Výsledky studie tedy naznačují, že využitím různě velkých zátěží lze zlepšit výkon v různých způsobech běhu. To mimo jiné potvrzuje také A. Zafeiridis (2005) „*Trénink sprintu s odporem s tažením 5 kg saní po dobu 8 týdnů významně zlepšuje rychlost běhu ve fázi akcelerace (0-20 m) zvýšením rychlosti běhu v úseku 0-10 m a nemá vliv na rychlost běhu ve fázi maximální rychlosti (20-50 m). Naproti tomu trénink sprintu bez opory/volný horizontální běh výrazně zlepšuje rychlost běhu pouze ve fázi maximální rychlosti.*“ Krátce po startu na prvních deseti metrech, kde je využit převážně šlapavý způsob běhu a svaly jsou téměř neustále v činnosti, se projevilo statistické zlepšení u skupiny trénující s největší zátěží. Naopak skupiny se střední a lehkou zátěží se nejvíce časově zlepšili v úsecích, kde byl měřen čas až po uběhnutí prvních 10 a 20 metrů dále. Z předchozí (Lockie, 2003) studie víme, že připojení odporových saní nutí sprintera běžet v mírném předklonu, tudíž šlapavou technikou běhu. Výsledky této studie, tedy zlepšení rychlosti sprintu, nemusí být způsobeny zvýšenou silovou připraveností, ale zlepšenou technikou šlapavého běhu. Dle mého názoru by pro zlepšení kvality studie bylo dobré udělat testování na alespoň 60 metrovém sprintu, kde bychom sledovali také dostatečně dlouhý úsek běžen švihovou technikou běhu. Ale na druhou stranu toto testování probíhalo na vzorku dříve sprintersky netrénovaných osobách. Výsledky by mohla zkreslit únava a rozdílná fyzická kondice před začátkem cyklu a po sedmitýdenním tréninku. Ale také „*metoda zatížení podle % tělesné hmotnosti však nezohledňuje individuální rozdíly v silových a sprinterských charakteristikách ... dva sportovci kteří táhnou stejnou zátěž vzhledem ke své hmotnosti mohou zažít dva různé tréninkové podněty (např. vysoká síla – nízká rychlost vs. nízká síla – vysoká rychlost)*“ (G. Petrakos, J. B. Morin, B. Egan, 2016).

Kawamori a kol. (2014) se také rozhodl ověřit Lockieho (2003) pravidlo 10 %. Rozhodli se zkoumat, jaký bude účinek zátěže, která bude větší než oněch 10 %. Přesněji

porovnával rozdíly ve velikosti zátěží, které sníží maximální rychlost o 10 % (lehká zátěž) a 30 % (těžká zátěž). „*Předpokládáme, že použití těžší zátěže zajistí větší tréninkové přetížení a lepší akcelerační výkonnost ve větší míře než lehká zátěž*“ (Kawamori a kol.,2014). Ti provedli testy před a po osmitýdenním tréninkovém programu. Časy těchto sprintů na 10 metrů se u obou skupin výrazně snížil. U těžké skupiny došlo ke snížení zhruba o 5 %. U lehké skupiny průměrně o 3 %. Na prvních 5 m se skupina s těžkou zátěží zlepšila o cca 5,7 % a druhá skupina o 2,8 %. Ve vzdálenosti 8 metrů od startu bylo zjištěno u skupiny s těžkou zátěží snížení celkového silového impulsu o 4,3 % a vertikálního impulsu o 11,5 %. Zatímco u skupiny s lehkou zátěží nedošlo k významné změně oproti testu před osmitýdenním tréninkovým cyklem. K podstatnému prodloužení délky prvního kroku po startu došlo u skupiny s těžkou zátěží (8,1 %). A u lehké zátěže nedošlo při prvním kroku k výraznější změně. Ani u jedné ze skupin nedošlo k výrazným změnám u frekvence kroků u prvního kroku po startu. Ve vzdálenosti 8 m po startu došlo u skupiny s těžkou zátěží k signifikantnímu zvýšení frekvence kroků (8,1 %).

„*Často se doporučuje, aby se vlečení saní se závažím provádělo s relativně lehkým vnějším odporem, která sníží sprinterskou rychlost o 10 % ... Nicméně absence významného rozdílu pozorovaného v této studii mezi těžkou a lehkou skupinou takové tvrzení nepodporuje. Ve skutečnosti se výkonnost ve sprintu na 5 m zlepšila pouze u těžké skupiny, což naznačuje potencionální výhodu použití těžších saní při rozvoji sprinterské výkonnosti v počáteční akcelerační fázi*“ (Kawamori a kol., 2014). Analýza velikosti vyvinutých sil na podložku (zejména s těžkou zátěží) ukazuje, vlečení saní zlepšuje schopnost akcelerace spíše tím, že učí sportovce směřovat sílu více horizontálně. Nikoliv z důvodu zvýšení celkové produkované síly. „*Pokud je tato nová hypotéza správná, pak by se vlečení zátěžových saní mohlo považovat za spíše nácvik dovedností než posilovací cvičení*“ (Kawamori a kol.,2014).

Poznatky z této studie poukazují, různé velké zátěže mají odlišný vliv na rychlost sprintu. Kawamori a kol. (2014) nepotvrzuje Lockieho (2003) 10 % pravidlo. Jeho výzkum doporučuje odporový běh s vyšší velikostí zátěže. Což současně potvrzují také Bachero-Mena a González-Badillo (2014), kde při vysoké zátěži docházelo k nejvyššímu posunu. Ale sportovci se zlepšovali i s nižšími velikostmi zátěže. Bylo by proto vhodné udělat další podobný výzkum, kde by byly využité kombinovaně všechny typy velikostí zátěží v delším časovém horizontu. Tady se mi nabízí možnost ověření této teorie, kterou bych v další fázi mého studia potvrdila či vyvrátila.

4.3 Vliv běhu se zátěžovou vestou

4.3.1 Bezprostřední vliv zátěžové vesty

Mnoho vědeckých studií se věnuje problematice vlivu odporového sprintu se saněmi na změnu akcelerační a maximální rychlosti sprintu. Ale již ne takové množství se jich věnuje běhu se zátěžovou vestou. M. Cross (2014) si tedy dal za úkol více prostudovat a popsat tuto problematiku. Ve své studii analyzoval, jak se mění různé kinetické a kinematické ukazatele v průběhu běhu s různě zatíženou vestou. Předpokládal, že tažení saní a běh s vestou může přetěžovat nervosvalový systém odlišným způsobem. A domníval se, že tažení saní nabízí větší horizontální vektorový tréninkový stimul, zatímco sprint ve vestě bude orientován spíše vertikálně. Navrhl sérii testů, kterými chtěl tuto problematiku podrobněji rozklíčovat.

Studie se účastnilo 13 mužů od 20 do 26 let (6 ragbistů, 2 sprinteři, 5 hráčů různých sportovních her). Při testování měli všichni účastníci za úkol běžet maximální intenzitou po dobu 6 sekund. Celkem absolvovali 3 běhy. Jeden bez zátěže, jeden s vestou o hmotnosti 9 kg a další s 18 kg vestou na speciálním běžeckém pásu se zabudovanými snímači. Jak už bylo výše popsáno, výhodou je snadnější sběr dat. Nevýhodou jsou mírné odchylky od standardní techniky běhu. Doba odpočinku byla nastavena individuálně, ale ani v jednom případě nepřesáhla 4 minuty. Během šesti sekundového pokusu měli sportovci za úkol akcelerovat z nulové rychlosti do maximální. Autor tedy shromáždil údaje jak z fáze akcelerační, tak i z úseku běženého maximální rychlostí.

Nepřekvapivě bylo viditelné zpomalení v rychlostech běhů se zátěží oproti nezatíženému stavu. Průměrná maximální dosažená rychlost v nezatíženém stavu byla 5,86 m/s, u 9 kg vesty 5,65 m/s a s 18 kg vestou 5,53 m/s. Frekvence kroku se s přidáním zátěže výrazně nezměnila. Avšak délka kroků se oproti nezatíženému stavu zkrátila. Ale mezi zátěžemi zůstala délka kroků téměř stejná. Doba kontaktu chodidla s podložkou se v akcelerační fázi výrazně nezměnila. Při maximální rychlosti v obou zatížených bězích nastalo prodloužení doby. S oběma zátěžemi se zkrátila letová fáze jak při akceleraci, tak maximální rychlosti. Což je způsobeno pravděpodobně zkrácením délky kroků. Zkrácení doby letu naznačuje, že přidaná zátěž v podstatě omezuje schopnost pohánět svoje tělo do letové fáze.

Změna produkce vertikální síly oproti nezatíženému stavu byla statisticky pozorována pouze při běhu s 18 kg vestou. Co se týče horizontálního silového výkonu, při akcelerační

fázi nebyly zjištěné žádné větší odchylky. Velkou zajímavostí je, že při fázi maximální rychlosti s 18 kg vestou došlo ke snížení horizontálního silového výkonu, oproti běhu bez zátěže.

Dle této studie se jeví, že k významnému zvýšení produkce vertikální síly při běhu, je zapotřebí větší zátěže. Ale zátěž, která toto zvýšení vyvolá již znatelně ovlivní také techniku běhu. Je tedy na uvážení každého trenéra, zdali je pro jeho svěřence přínosnější stimulace výkonu vertikální síly při běhu nebo technika běhu. Skutečnost, že se velikost horizontální síly nezvýšila, ale naopak snížila, lze nejspíše vysvětlit právě místem přidaného zatížení, které působí směrem dolů. A ovlivňuje možnost vzestupu vzhůru během letové fáze. Pokud se sníží výška letu, dojde k současnému snížení velikosti vynaložené horizontální síly. *„Závěrem lze říct, že zařazení zátěžové vesty může mít v přípravě sportovce své místo. Nicméně je důležité pochopení kdy a z jakého důvodu je zařazení vhodné (Cross a kol.,2014).*

„Zátěžové vesty zvyšují celkovou hmotnost sportovce a působí v důsledku gravitace větší vertikální silou směrem dolů. Sportovci tedy musí vyvinou větší sílu k překonání setrvačnosti, aby dosáhli stejné velikosti horizontálního a vertikálního zrychlení ve srovnání s nezatíženým během“ (Gleadhill a kol., 2021). Tato práce se od předchozí lišila ve velikosti zatížení, které bylo nastaveno na 7 % tělesné hmotnosti. A hmotnost tedy byla pro každého testovaného individuální. Testování se zúčastnilo 14 zdravých sprinterů od 18 do 20 let. Pokusy byly prováděné na kryté padesáti metrové dráze se systémem silových plošin, která monitorovala běh a sbírala data. Při tomto pokusu se rychlost snížila o zhruba 3,5 %. Proto zátěž o váze 7 % tělesné hmotnosti Gleadhill (2021) považuje za vhodnou, která může sportovce při sprintu prakticky přetěžovat. Průměrné rozdíly délky kroku, frekvence kroku a doby kontaktu byly podobné jako v předchozím výzkumu Crosse (2014). Výhodou zařazování běhů s odporem je, že vede k přetěžování sportovce v horizontálním směru. Ale výsledky těchto dvou studií (Cross a kol., 2014 a Gleadhill a kol.,2021) spíše naznačují, že využívání běhu se zátěžovou vestou mění především vertikální impulz, nikoliv horizontální silové charakteristiky.

4.3.2 Vliv dlouhodobějšího tréninku se zátěžovou vestou

Dle mého hledání neexistuje mnoho studií, které se věnují dlouhodobému vlivu tréninku s odporovou vestou. Toto také potvrzuje Paul Macadam (2022), který ve svém poměrně mladém systematickém přehledu také našel pouze pět takových prací. A pouze dvě, které

se věnovali nošení zátěžové vesty při tréninku. Při dalších třech experimentech účastníci nosili zátěže během celého bdělého dne.

Osmítýdenní studie Kennetha P. Clarka (2010) srovnávala vliv tréninku s odporovými sáněmi, odporovou vestou a kontrolní skupiny bez zátěže. Do testování se přihlásilo 25 univerzitních hráčů lakrosu. Během průběhu experimentu si 2 subjekty přivodili svalové zranění a další 3 opustili experiment, z blíže nespecifikovaných důvodů. Studii tedy dokončilo 20 sportovců, jež byli náhodně rozděleni do 3 skupin. Tréninku se zátěžovou vestou se účastnilo 6 testovaných, se sáněmi 7 a kontrolní skupiny bez odporu se účastnilo také 7. Pro skupinu s odporovými saněmi byla nastavena zátěž 10 % tělesné hmotnosti a pro vestu 18,5 %. Tohle odlišné zatížení u těchto dvou odporových metod, vedlo ke srovnatelnému snížení maximální rychlosti o 10 %. Předmětem porovnávání byl čas sprintu změřený mezi 18,3 až 54,9 m (20-60 yardů). Velkým nedostatkem této studie bylo, že všichni účastníci se kromě sprinterského tréninku účastnili také silového tréninku v posilovně jako součást svého tréninkového programu mimo sezónu pro vysokoškolský lakros. Identický tréninkový plán 3x v týdnu. Což dle mého názoru mohlo zkreslit výsledky studie, ale autor tento vliv nezmiňuje. Druhou nevýhodou je, opomenutí akcelerační fáze běhu a měření až od 18. metru.

Všechny testované skupiny vykázaly mírné zlepšení časů. Největšího zlepšení dosáhla kontrolní skupina bez zátěže. Z průměrných 4.373 na 4.287 s, tedy o 0,086 sekundy. S vestou dosáhli průměrného zlepšení o 0,053 s. A nejmenšího zlepšení dosáhla skupina, která běhala se sáněmi, tam byla změna o 0,006 s. U všech skupin došlo k velmi malému zkrácení délky kroku a drobnému zvýšení frekvence kroku. Je otázkou, zda výsledky této studie jsou validní, vzhledem k četnému silovému tréninku mimo předmět experimentu a také zvolené fázi ročního tréninkového cyklu. Je nepřekvapivé, že se nejméně zlepšila skupina se sáněmi. Již výše se potvrdil fakt, výhody tréninku s odporovými saněmi se projevují převážně v akcelerační fázi. Nikoli v maximální rychlosti, ve které byl úsek měřen. „*Elitní sprinteři obvykle dosahují maximální rychlosti někde mezi 30-60 metry. Nicméně se ukázalo a bylo zjištěno, že akcelerační fáze může být kratší než 30 metrů v závislosti na fyzickém profilu sportovce a jeho sprinterských schopnostech. Proto byl sprinterský výkon maximální rychlosti v této studii hodnocen v intervalech vzdáleností 18,3-54,9 m*“ (Clark a kol.,2010).

Druhým experimentem, který se zabýval vlivem dlouhodobějšího tréninku s odporovou vestou na rychlost sprintu byl E. Rey s kolektivem (2017). Také srovnávali působení

šestitýdenního tréninku se zátěžovou vestou a s tréninku bez zátěže. Výzkumu se účastnilo 19 zdravých amatérských mužských fotbalistů ve věku od 21 do 27 let. Byli rozděleni do dvou skupin. Jedné, která absolvovala tréninky se zátěžovou vestou (n=10) a druhé, která trénovala bez zátěže (n=9). Tréninky byly pro obě skupiny stejné, lišila se pouze zátěž. Velikost zátěže byla 18,9 % tělesní hmotnosti. Výzkumný program probíhal dvakrát týdně. K tomuto programu absolvovali také ještě své pravidelné fotbalové tréninky a obvykle také jedno mistrovské utkání týdně. Studie probíhala v druhé polovině soutěžní sezóny (únor až březen). Experiment se nacházel v prostředku sezóny, fotbalové tréninky výrazným způsobem neměnily výkonnost subjektů. Ve srovnání s předchozí studií. Před a po šestitýdenním tréninkovým programem proběhlo testování, jež bylo později srovnáváno. Byly vybrány testy vertikálního skoku, sprintu na 10 m a sprintu na 30 m a schopnost opakovaných sprintů. Testování se konalo ve stejnou denní dobu na krytém hřišti se stálou teplotou a účastníci byli požádáni, aby měli stejnou obuv.

„Hlavní zjištění této studie je, že trénink se zátěžovou vestou ale i bez ní je stejně účinný při zvyšování sprinterské výkonnosti“ (Rey a kol.,2017). Bylo zjištěno výrazné zlepšení časů obou skupin jak při sprintu na 10 m tak i na 30 m. Ani jedna ze skupin nezaznamenala výraznější progres ve vertikálním výskoku. Běžci se zátěží se při desetimetrovém testovaném sprintu průměrně zrychlili z 1,78 s na 1,61 s, tedy o 0,17 sekundy. Kontrolní nezatížená skupina se zrychlila o 0,20 sekundy. Což je na takhle krátké vzdálenosti výrazné zlepšení. Při 30 m sprintu se skupina s vestou průměrně zlepšila z 4,34 na 4,08 s, tedy o 0,26 s. Nezatížená skupina o 0,22 s. Zrychlení bylo opět výrazné. Mezi skupinami tedy nebyly výraznější rozdíly. Ale přesto je vidět zajímavost, kdy nezatížená skupina projevila největší zlepšení při akceleraci na prvních deseti metrech. Zatímco progres skupiny zatížené vestou byl rozložen a v celkovém podání byl i o něco větší. To znamená, že obě tréninkové metody ovlivňují rychlost odlišně. V této studii nebyly více zkoumány změny kinetiky sprintu. Tedy velikosti sil, které sportovci vydávali při běhu. Toto bylo nahrazeno pouze vertikálním výskokem, kde nebyly prokázány žádné větší změny. *„Závěrem lze říct, že výsledky této studie naznačují, že obě použité metody sprinterského tréninku, se zdají být účinné pro zlepšení výkonnostních ukazatelů“ (Rey a kol., 2017).*

4.4 Srovnání vlivu běhu s odporovými saněmi, zátěžovou vestou a odporovým padákem

Jen málo studií se zabývá rozdílem vlivu tréninku se zátěžovou vestou a odporovými saněmi. John Cronin a kolektiv (2008) si kladl za potřebu popsat jejich odlišné vlivy na výkonnost ve sprinterských disciplínách. Domnívá se, že zátěžová vesta a odporové saně poskytují odlišný specifický tréninkový stimul. A proto vyvolává odlišné adaptace.

Podle očekávání byly časy naměřené se zátěží výrazně pomalejší. Velmi zajímavý však je čas sprintu na 10 metrů. U tažení saní se zátěží 15% tělesné hmotnosti byl výrazně pomalejší oproti stejnému zatížení s vestou. U 20 % tělesné hmotnosti bylo pozorováno zhoršení časů ve srovnání s oběma podmínkami se zátěžovou vestou.

Délky kroků byly zaznamenány 5, 15, 25 metrů od startu. Ukázaly se změny délky kroku na všech 3 zaznamenávaných vzdálenostech od výchozí délky bez zátěže. Délka kroku na všech vzdálenostech při tažení saní s 20 % tělesné hmotnosti se výrazně lišila od té s 15 % a obou zátěžích s vestou. Také u krokové frekvence zaznamenal autor významné snížení (o 2,7 – 6,1 %).

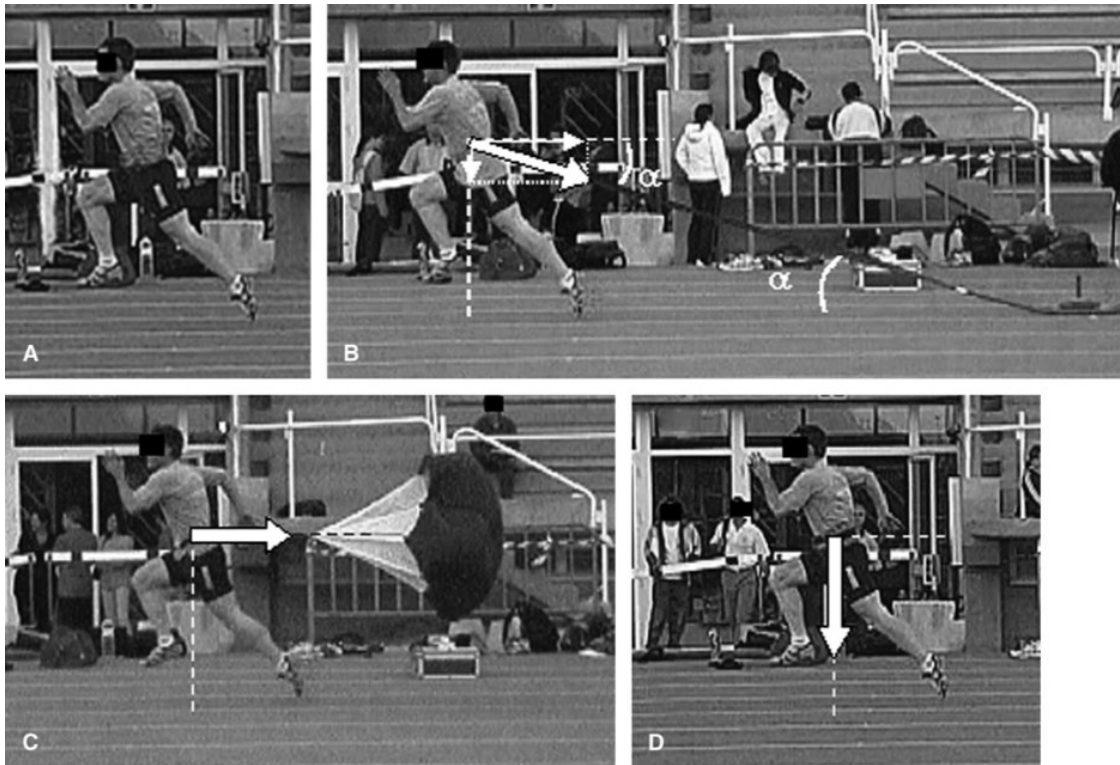
Průměrná doba, kterou bylo chodidlo v kontaktu se zemí, se snižovala s překonávanou vzdáleností. To je spojené se současným nárůstem švihové fáze běhu (doba, kdy chodidlo není v kontaktu se zemí). V základním nezatíženém stavu byla doba kontaktu se zemí delší než švihová fáze na 5 a 15 metrech, ale už ne na 25 metrech. Při všech zatížených pokusech doba švihové fáze nepřevýšila dobu kontaktu na všech běžných úsecích. Z testování také vyplývá, že fáze, kdy je chodidlo v kontaktu se zemí, byla ve všech zátěžových podmínkách výrazně delší než v nezatíženém stavu.

Vliv nižšího zatížení na časy sprintů byl významný. Značnější zpomalení bylo pozorováno při tažení saní ve srovnání s vestou při stejném zatížení. Toto zjištění dává autor do spojitosti se silou statického tření. V počáteční fázi je třeba vyvinout dostatečnou sílu k překonání třecího odporu mezi sáňkami a povrchem dráhy. To potvrzuje, že byl běžec se saněmi relativně nejpomalejší na prvních metrech. Při pokusech s vestou byl odhalený rozdílný průběh. Tady nebyl zjištěný velký propad při prvních metrech, ale až ve větší vzdálenosti, kdy se více projevila přidaná zátěž okolo trupu. Doba sprintu byla prodloužena hlavně v důsledku snížení délky kroků. Frekvence se snížila pouze nepatrně. Hlavním zjištěním práce však jsou rozdíly v úhlech náklonu trupu. Sprinter běžící s odporovými saněmi je ve větším předklonu než při normálním sprintu. Naopak sprint

ve vestě má menší vliv na úhel trupu. „Proto jsou dlouhodobé změny v technice sprintu méně pravděpodobné...Zdá se, že sprint ve vestě může být vhodnějším způsobem odporového tréninku pro poslední fázi akcelerace a pro fázi maximální rychlosti...Tažení saní zase umožňuje zaujmout optimální polohu pro maximalizaci propulzivních sil a doba trvání propulzivní fáze je delší. Může být tahání saní vhodnějším tréninkovým prostředkem pro počátek akcelerační fáze sprintu“ (Cronin a kol., 2008).

Jedním z cílů mé práce je dát dohromady co nejvíce možných kvalitních informací o vlivu tréninku běhu s odporem. Nejčastěji používanými pomůckami, jsou zátěžové vesty/pásy, odporové saně, ale také padáky. Alcaraz (2008) vypracoval studii, kde se věnuje těmto třem typům zátěže. Jako ostatní autoři (Lockie a kol.,2003 a Gleadhill a kol.,2021) zastává názor, že velikost zatížení by měla být taková, aby došlo k výraznému snížení maximální rychlosti (<10 %), ale zároveň nebyla narušena správná technika běhu. Studie se zúčastnilo 11 mužů a 7 žen. Všichni tito sportovci se specializovali buďto na sprinty nebo skok do dálky. Velikosti zátěže byly pro každou pomůcku zvolené tak, aby došlo ke snížení maximální rychlosti o 10 %. Saně byly zatíženy 16 % tělesné hmotnosti. Zátěžový pás byl zatížen 9% tělesné hmotnosti. Padák byl dle autora (Alcaraz a kol., 2008) středně velký asi 1,2 x 1,2 metru. Avšak používání padáku je v praxi problematické, kvůli těžké kontrole zatížení ovlivněné povětrnostními podmínkami. Sprinterské výkony ovlivněné silným větrem (-2 m/s a 2 m/s) byly opakovány.

Byl zkoumán směr odporu každé pomůcky působící na sportovce při výkonu. Každé zařízení tedy bude mít jiný vliv na rychlost a mechaniku sprintu. Přidaný odpor zátěžového pásu působí na sportovce směrem svisle dolů. Padák se pohybuje přímo za sportovcem, a tak odpor působí vodorovně dozadu. Při tažení saní je odporová síla vedena mírně dolů a dozadu.



Obrázek 7 – Působení sil při použití různých typů zařízení (Alcaraz a kol., 2008) a) sprint bez zátěže, b) zátěžové saně, c) odporový padák, d) zátěžový pás

Vliv všech tří pomůcek byl podobný na kinematiku sprintu. Velikost použití zátěží nezpůsobila významné změny kloubních a segmentových úhlů horních končetin. U dolních končetin a trupu byly pozorovány mírné odchylky kloubních úhlů a kloubních úhlových rychlostí. K nejvýraznějším změnám došlo při použití saní a padáku. Tyto dvě pomůcky zvyšovaly úhel náklonu trupu. Saně ještě o něco více než padák. Při použití saní a padáku odporová síla působí horizontálním směrem a tím snižuje vzdálenost, kterou sportovec urazí během letové fáze \Rightarrow sníží se délka kroku. Při použití odporového pásu musí sportovec vyvinout vyšší vertikální sílu k překonání odporu způsobeného přidanou zátěží, aby poháněl tělo vzhůru. Tato zvýšená vertikální síla však bude pravděpodobně působit na úkor snížení horizontální síly, a tak opět dochází ke snížení rychlosti a délky kroků, podobně jako u předchozího zařízení. Proto nebyly viditelné výraznější rozdíly v dosažených výsledcích (Alcaraz a kol., 2008).

4.5 Efekt tlačení odporových saní

Existuje mnoho studií, které zkoumají vliv tahání odporových saní, zdroje týkající se tlačení jsou již omezenější. Tyto metody jsou však oblíbenou metodou pro zlepšení rychlostních a silových schopností. Rozdílně ovlivňují kinetiku a kinematiku sprintu, a proto nabízí rozdílné tréninkové účinky. Při tlačení saní hraje velkou roli, stejně jako u

tažení, velikost přidané zátěže a tření. Mimo jiné je u této metody velmi důležitá výška úchopu tlačných saní. Výškou a způsobem uchycení se dá do značné míry regulovat náklon trupu. Tlačné sáně mohou být s větší styčnou plochou se zemí. Tím pádem dochází k většímu tření mezi sáněmi a povrchem. To může způsobovat vyšší odpor v porovnání s menšími saněmi při přidání stejné zátěže. Ve srovnání se stavem sprintu bez odporu má sportovec při tlačení větší předklon trupu. S rostoucím zatížením se předklon trupu zvětšuje. „*Větší zatížení saní a z toho plynoucí větší náklon trupu dopředu by mohlo vést k akutnímu zvýšení horizontální síly při spritech s odporem*“ (Cahill a kol., 2019). Předsunutá poloha těžiště může spíše vést ke zlepšení horizontálních silových schopností. Nastavení velikosti zátěže je velmi důležité a mělo by se nastavovat individuálně. Dříve se autoři domnívali, že by velikost zátěže neměla snížit maximální rychlost o víc než 10 % z důvodu negativních dopadů na techniku běhu. Toto doporučení je v případě tlačení nesprávné. Protože technika běhu je v tomto případě narušena díky úchytu horních končetin k tlačnému zařízení. Nedochozí tak k pomocnému pohybu paží jako při sprintu nebo při tahání. Navíc také „*Intuitivně nedává smysl předpokládat, že několik minut týdně, které sportovci stráví odporovým běžeckým tréninkem negativně ovlivní techniku sprintu vzhledem k množství času, který stráví při běhu bez odporu*“ (Kawamori a kol., 2014). Nastavení velikosti zátěže by proto mělo vycházet z požadovaného tréninkového cíle, zda rozvíjíme akceleraci či maximální rychlost. Měli bychom také přihlížet k aktuální fyzické zdatnosti jedince. U jedinců s nedostatečně silným středem těla dochází ke zlomení těla v bocích a neúčinnému provádění cvičení. „*To je pravděpodobně způsobeno nedostatečnou silou celého těla/ jádra u sportovců, která by jim umožnila udržet přímou linii od kotníků k ramenům*“ (Cahill a kol., 2020).

4.6 Tření

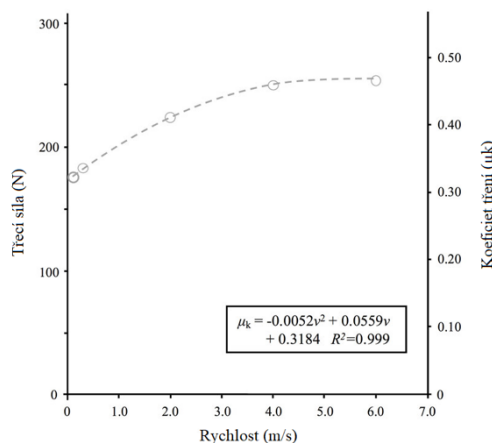
Předchozí studie se zabývají velikostí zátěže, která následně způsobuje změnu techniky nebo snížení maximální rychlosti sprintu. Žádná z těchto studií ale nezkoumala vliv tření, které probíhá mezi sánkami a povrchem. V případě různých povrchů bude mít stejná přidaná zátěž jiný efekt na běh. „*Rozdíly v povrchu a typech saní představují různé zatížení, kterému je sportovec vystaven*“ (M. R. Cross a kol., 2016).

„*Koeficient tření je v podstatě poměr účinné síly dělené celkovou hmotností zatížení (vektor síly kolmý k povrchu země) ... Pro přímý příklad: Celkové zatížení saní 24 kg vedlo k odporové zátěži v tahu 8 kg $\Rightarrow \frac{8}{24}=0,33 \Rightarrow$ Koeficient tření tedy je 0,33*“ (J.B.Morin,2022).



Obrázek 8 – Výpočet koeficientu tření (J.B. Morin, 2022)

Velikost třecí síly je však závislá i na rychlosti sunutí sáněk. Cross a kol.,2016 toto zkoumal pomocí systému, kdy sáně byly připevněny k navijáku, který umožňoval modelovat různé rychlosti sunutí saní a přesné měření odporu. Výzkum probíhal na atletickém povrchu Mondo. Došel k zajímavému závěru, kdy velikost odporu s narůstající rychlostí není konstantní ani přímo úměrná, ale naznačuje parabolickou závislost. „Efektivní zatížení sportovce se v průběhu sprintu mění a na sportovce s různými rychlostními schopnostmi budou při svých maximálních rychlostech pociťovat různý odpor“ (M. R. Cross a kol., 2016).



Obrázek 9 – Změna koeficientu tření v závislosti na rychlosti (M.R.Cross, 2016)

4.7 Moderní pomůcky

Díky těmto poznatkům ohledně různých třecích sil v závislosti na povrchu, typu sáněk a rychlosti dochází k poslední době velkému rozvoji používáním moderních přístrojů, které simulují běžecský odporový trénink bez použití saní. Existuje velké množství typů takovýchto přístrojů, které pracují na různých principech. Každý má své výhody a nevýhody. Avšak všechny mají výhodu, že nejsou ovlivněny povrchem, na kterém sportovec provádí odporový trénink. Já jsem si k porovnání vybrala přístroje 1080 Sprint

a Exergenie. Tyto dvě pomůcky jsou spolehlivé a v poslední době stále častěji využívané. Zařízení v sobě skrývají kladné přínosy pro odporový trénink, ale také je limitují různé hendikepy. Další značnou nevýhodou odporových saní je jejich velikost a náročnost na uskladnění a přepravu. Proto velkou výhodou přístroje Exergenie je právě jeho velikost a nízká hmotnost, je totiž nenáročný na skladování, přepravu a také má poměrně nízkou pořizovací cenu. Orientační cena se pohybuje okolo 270 USD. Exergenie se ukotví k nepohyblivému předmětu a ke sportovci je připevněno pomocí opasku. Díky tomuto připevnění může vytvářet odpor do libovolného směru, to optimalizuje koordinaci a nervosvalovou výkonnost v několika rovinách pohybu. Mimo jiné můžeme připevnit k jednomu kotevnímu bodu několik zařízení, které mohou být nastaveny na různý odpor. To nám umožní vyšší efektivitu při tréninku více osob vzhledem k jejich individuálně nastavené velikosti odporu. Závažným omezením zařízení však je nekonzistentnost v zatížení. Při dlouhotrvajícím používání se zahřívá a dochází ke změnám odporu, který zařízení generuje (Ghigiarelli a kol.,2023).



Obrázek 10 – Zařízení Exergenie (eBay, 2019)

Zařízení 1080 Sprint je naprostou inovací v odporovém tréninku. Vzhledem připomínající kufru na kolečkách umožní snadnou manipulaci. Pomocí Bluetooth se připojí k notebooku či tabletu, pomocí kterého je ovládáno. 1080 Sprint má mnoho senzorů a funkcí, které dokážou měřit různé aspekty běhu, jako například rychlost a čas, s vysokou přesností. Práce E. Rakovic a kol., (2022) potvrdila spolehlivost měření časů a uběhlé vzdálenosti pomocí časoměrných laserových bran umístěných v různých vzdálenostech od přístroje. Zařízení jen schopno poskytnout proměnlivý odpor v průběhu sprintu. Graficky poskytuje přesné informace o rychlosti, například kdy sportovec dosáhne maximální rychlosti a jak dlouho ji dokáže udržet. Nebo kdo se v jakých fázích běhu unavuje rychleji. To napomáhá nastavit přesnější individuální trénink každému jedinci. Pomůcka umožňuje testování asymetrie během všech pohybů. Jako třeba zdali v

průběhu běhu nepůsobí sportovec jednou dolní končetinou větší silou oproti té druhé. Trenéři tak mohou detekovat a napravovat svalové dysbalance a tím snížit riziko zranění.



Obrázek 11 – Jeden ze způsobů využití zařízení 1080 Sprint (1080 Motion)

Na sérii obrázků je vidět jeden ze způsobů využití zařízení, které je schopno měnit odpor v průběhu běhu. Sportovec provádí člunkový běh, kde ho v první fázi táhne zařízení k sobě a v běhu mu pomáhá. Poté sportovec zastavuje a rozbíhá se opačným směrem, v tuhle chvíli ale již zařízení vytváří odpor a běh sportovci ztěžuje. Tohle se opakuje několikrát po sobě, dle nastavení tréninku a zařízení. Cvičení je vhodné spíše pro zvýšení agility než přímo rychlosti sprintu. Agilita je ale také velmi důležitá v mnoha sportovních hrách. Pokud se zařízení použije pouze v jednom směru běhu a bude táhnout sportovce k sobě. Umožní to běh vyšší rychlostí, než jakou by sportovec dokázal vyvinout sám. A tím trénovat nervosvalovou soustavu. Zařízení může být používáno jako metoda pro zvýšení frekvence kroků. Pomůcka je tedy schopna poskytovat širokou škálu využití a nejen odporový běh. Avšak obrovskou nevýhodou tohoto přístroje je počáteční pořizovací cena, která se pohybuje okolo 20 000 USD.

5 Závěr

Podarilo se mi najít velké množství materiálu, abych kvalitně zhodnotila vlivy běhu s různými odporovými pomůckami a v různých velikostech zatížení. Je vhodné zařazovat odporový trénink do tréninkového cyklu. Většina cviků v posilovně je zaměřená na produkci síly ve vertikální rovině, ačkoliv maximální rychlost běhu je více závislá na produkci horizontální síly. Při běhu s odporovými saněmi se snižuje horizontální rychlost a celkově se mění technika běhu. V minulosti se mnoho autorů domnívalo, že by maximální rychlost neměla klesnout o více než 10 %. Aby nedocházelo k nežádoucím změnám technice běhu. Novější výzkumy nám však prokázali, že je potřeba přidání vyšší zátěže, aby docházelo k pozitivním účinkům a adaptaci svalů na odporový trénink. Mohu říct, že je trénink běhu s vyšší zátěží vhodný. Ale neměli bychom opomenout, že běžecký odporový trénink má pozitivní vliv převážně na akcelerační fázi, tedy na šlapavou techniku běhu. K rozvoji švihové techniky je vhodnější trénink bez odporových saní.

Oproti tomu zátěžová vesta poskytuje odlišný stimul. A vyvolává odlišné adaptace. Protože je zátěž přidaná okolo trupu, běh s vestou má menší vliv na úhel trupu. Neovlivňuje tedy výrazně techniku běhu. Zařazování zátěžové vesty může mít v ročním tréninkovém cyklu své zastoupení. Je však důležité pochopení, z jakého důvodu ji chceme zařadit. Zátěžové vesty zvyšují celkovou hmotnost a působí v důsledku gravitace větší silou dolů. Sportovec proto sám musí vyvinout větší sílu, aby dosáhl stejné velikosti horizontálního a vertikálního zrychlení ve srovnání s během bez zátěže. Dle získaných informací se zdá, že sprint s vestou může být vhodnější alternativou odporového tréninku ke zlepšení výkonnosti při pozdní fázi akcelerace a pro fázi maximální rychlosti. Ale chtěla bych zdůraznit, že nic se nesmí přehánět a na běžecký odporový trénink musí navazovat i běžecký trénink bez zátěže, který kompenzuje případné změny v technice.

Samostatnou kapitolou odporového tréninku je tlačení odporových saní. S touto pomůckou však nedochází k běhu. Nebo pokud ano, tak k běhu v nízké rychlosti. I tak mají cvičení s tlačáním saní svoje místo v odporovém tréninku. S tímto zařízením dochází k většímu náklonu trupu dopředu a tedy předsunuté poloze těžiště. To může vést ke zlepšení horizontálních silových schopností. Uvedla jsem i jiné pomůcky, které slouží k odporovému běžeckému tréninku. Všechny mají při používání své výhody oproti tradičním pomůckám, jako například snadnější možnost transportu, rychlé nastavování

individuálního zatížení nebo nezávislost na povrchu, na kterém se trénink odehrává. Všechny ale mají i své negativa.

Odporový padák má svou výhodu v nízké hmotnosti a malé velikosti a lze jej tak lehce přepravovat z místa na místo. Jeho velkou nevýhodou je závislost na počasí a jeho změnách, hlavně pak na velikosti a směru větru. Zařízení Exergenie má opět výhodu ve snadné přepravě a malé skladovací velikosti, v poměrně nízké ceně. Je tedy možné pořídit více kusů, které se mohou před tréninkem individuálně nastavit a umožňují rychlé změny ve velikosti zatížení při tréninkové jednotce. Pomůcka 1080 sprint je obrovskou inovací v odporovém tréninku a lze jej využít i jinými způsoby. Zařízení je možno použít nejen k odporovému tréninku, ale také k tréninku v nadmaximální rychlosti. Pomůcka nemusí sloužit pouze pro rozvoj rychlosti sprintu, ale například pro zlepšování agility. Má proto díky širšímu spektru využití více prostoru v ročním tréninkovém cyklu. I přes vysokou pořizovací cenu dává investice do tohoto zařízení smysl. A to hlavně pro kondiční trenéry týmů ve sportovních hrách. Bohužel se mi nepodařilo najít kvalitní studie, které zkoumali vliv této pomůcky. Všechny studie, které používaly toto zařízení se věnovali spíše ověřování přesnosti výstupních dat a ne vlivu na rychlost a kinetiku sprintu.

Podařilo se nám rozklíčovat mnoho metod odporového tréninku. Od způsobů používaných mnoho desetiletí, jako tažení odporového břemena (nejčastěji sáněk), ke způsobům využívaných až v posledních letech vynalezených pomocí rozvoje moderních technologií. Bohužel ani mně se nepovedlo najít jasnou odpověď na otázku, zda odporový trénink má jednoznačně pozitivní vliv na rychlost sprintu. Mnoho autorů, včetně mě, se domnívá, že odporový trénink má jasné místo v ročním tréninkovém cyklu. Ale musí být doplněný i o další tréninkové metody. Zhodnocované výzkumy často pouze zkoumali účinky odporového tréninku bezprostředně po ukončení odporového programu. Jako například osmitýdenní studie Kennetha P. Clarka (2010), kde testovaná skupina trénující bez zátěže dosáhla lepších výsledků než skupina běžající se zátěží. Já bych ráda zkoumala výsledky v dlouhodobějším intervalu. Ráda bych pomocí právě nabytých informací navrhla sérii cvičení, kde by po trénincích s odporem následoval program zaměřený na zlepšení techniky. Abych došla k jasným závěrům, stejné tréninky by absolvovala také kontrolní skupina, která by je však všechny absolvovala bez zátěže.

Doporučení trenérům: Individuální přístup k tréninku je klíčový, protože každý sportovec reaguje na trénink odlišně, a proto je třeba přizpůsobit tréninkový plán podle individuálních potřeb a sportovce. Trenéři měli sledovat reakce svých svěřenců na trénink

a provádět potřebné úpravy. Správná implementace odporového tréninku může významně přispět ke zlepšení výkonu sprinterů, pokud je založena na kontrole zátěže, postupném navyšování intenzity a kombinaci s nezatíženým tréninkem, což pomáhá udržet biomechaniku běhu a maximalizovat tréninkovou efektivitu.

Seznam literatury:

- ALCARAZ, Pedro E; PALAO, José M; ELVIRA, José L L a LINTHORNE, Nicholas P. Effects of Three Types of Resisted Sprint Training Devices on the Kinematics of Sprinting at Maximum Velocity. Online. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2008, roč. 22, č. 3, s. 890-897. ISSN 1064-8011. Dostupné z: <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31816611ea>. [cit. 2023-11-29].
- ALCARAZ, Pedro E.; PALAO, José M. a ELVIRA, José L. L. Determining the Optimal Load for Resisted Sprint Training With Sled Towing. Online. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2009, roč. 23, č. 2, s. 480-485. ISSN 1064-8011. Dostupné z: <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318198f92c>. [cit. 2023-11-18].
- BACHERO-MENA, Beatriz a GONZÁLEZ-BADILLO, Juan José. Effects of Resisted Sprint Training on Acceleration With Three Different Loads Accounting for 5, 12.5, and 20% of Body Mass. Online. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2014, roč. 28, č. 10, s. 2954-2960. ISSN 1064-8011. Dostupné z: <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000492>. [cit. 2023-11-18].
- BEHRENS, Matthew J a SIMONSON, Shawn R. A Comparison of the Various Methods Used To Enhance Sprint Speed. Online. *Strength & Conditioning Journal*. 2011, roč. 33, č. 2, s. 64-71. ISSN 1524-1602. Dostupné z: <https://doi.org/10.1519/SSC.0b013e318210174d>. [cit. 2024-04-27].
- BENSON, Roy a CONNOLLY, Declan. *Trénink podle srdeční frekvence: jak zvýšit kondici, vytrvalost, laktátový práh, výkon*. 1. Praha: Grada, 2012. ISBN 978-80-247-4036-2.
- BOYLE, Michael a NAGYOVÁ, Petra. *Nový funkční trénink pro sporty*. 1. Šamorín: Zelený kocour, 2021. ISBN 978-80-89761-80-7.
- BRUGHELLI, Matt; CRONIN, John a CHAOUACHI, Anis. Effects of Running Velocity on Running Kinetics and Kinematics. Online. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2011, roč. 25, č. 4, s. 933-939. ISSN 1064-8011. Dostupné z: <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181c64308>. [cit. 2023-11-20].
- CACEK, Jan. *Atletika na ZŠ a SŠ*. Online. In: Na hřišti i na vodě s dětmi v JmK v pohodě. 2011. Dostupné z: <https://www.fsps.muni.cz/sdetmivjmkvpohode/kurzy/atletika/kratke.php?fbclid=I>

[wAR1cHixRDCICfJ47kBAb9-](#)

[ZJZcPFTw193TnqnnxqvuXmt5RXgmwP0xY7WW8](#). [cit. 2023-11-15].

- CAHILL, Micheál J.; CRONIN, John B.; OLIVER, Jon L.; CLARK, Kenneth P.; LLOYD, Rhodri S. et al. Resisted Sled Training for Young Athletes: When to Push and Pull. Online. *Strength and Conditioning Journal*. 2020, roč. 42, č. 6, s. 91-99. ISSN 1524-1602. Dostupné z: <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000555>. [cit. 2024-03-16].
- CAHILL, Micheál J.; CRONIN, John B.; OLIVER, Jon L.; P. CLARK, Kenneth; LLOYD, Rhodri S. et al. Sled Pushing and Pulling to Enhance Speed Capability. Online. *Strength and Conditioning Journal*. 2019, roč. 41, č. 4, s. 94-104. ISSN 1524-1602. Dostupné z: <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000460>. [cit. 2024-03-16].
- CLARK, Kenneth P; STEARNE, David J; WALT, Cory T a MILLER, Anthony D. The Longitudinal Effects of Resisted Sprint Training Using Weighted Sleds vs. Weighted Vests. Online. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2010, roč. 24, č. 12, s. 3287-3295. ISSN 1064-8011. Dostupné z: <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181b62c0a>. [cit. 2023-11-24].
- CRONIN, John; HANSEN, Keir; KAWAMORI, Naoki a MCNAIR, Peter. Effects of weighted vests and sled towing on sprint kinematics. Online. *Sports Biomechanics*. 2008, roč. 7, č. 2, s. 160-172. ISSN 1476-3141. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/14763140701841381>. [cit. 2023-11-18].
- CROSS, Matt R.; BRUGHELLI, Matt E. a CRONIN, John B. Effects of Vest Loading on Sprint Kinetics and Kinematics. Online. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2014, roč. 28, č. 7, s. 1867-1874. ISSN 1064-8011. Dostupné z: <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000354>. [cit. 2023-11-21].
- CROSS, Matt R.; TINWALA, Farhan; LENETSKY, Seth; SAMOZINO, Pierre; BRUGHELLI, Matt et al. Determining friction and effective loading for sled sprinting. Online. *Journal of Sports Sciences*. 2016, roč. 35, č. 22, s. 2198-2203. ISSN 0264-0414. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/02640414.2016.1261178>. [cit. 2024-03-09].
- DUFOUR, Michel. *Pohybové schopnosti v tréninku: rychlost. Edice Českého olympijského výboru*. Praha: Mladá fronta, 2015. ISBN 978-80-204-3461-6.
- GHIGIARELLI, Jamie J.; FERRARA, Keith J.; YANG, Yang; ABRECHSTEN, James D.; BARAT, Veronica M. et al. Quantification of horizontal force for the

- EXER-GENIE® resisted sprint training device. Online. *Frontiers in Sports and Active Living*. 2023, roč. 2023, č. 5, s. 1-9. ISSN 2624-9367. Dostupné z: <https://doi.org/10.3389/fspor.2023.1231371>. [cit. 2024-03-09].
- GILLIGAN, Karl. *Athlete performance training*. Dublin: Elite performance institute, 2022.
 - GLEADHILL, Sam; YUKI, Nobumitsu; WADA, Tomohito a NAGAHARA, Ryu. Kinetic and kinematic characteristics of sprint running with a weighted vest. Online. *Journal of Biomechanics*. 2021, roč. 126, č. 126, s. 1-9. ISSN 00219290. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2021.110655>. [cit. 2023-11-22].
 - JEBAVÝ, Radim; KOVÁŘOVÁ, Lenka a HORČIC, Josef. *Kondiční příprava*. 1. Edice Českého olympijského výboru. Praha: Mladá fronta, 2019. ISBN 978-80-204-5322-8.
 - KAWAMORI, Naoki; NEWTON, Robert U.; HORI, Naruhiro a NOSAKA, Kazunori. Effects of Weighted Sled Towing With Heavy Versus Light Load on Sprint Acceleration Ability. Online. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2014, roč. 28, č. 10, s. 2738-2745. ISSN 1064-8011. Dostupné z: <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182915ed4>. [cit. 2023-11-29].
 - LOCKIE, Robert George; MURPHY, Aron a SPINKS, Christopher. Effects of resisted sled towing on sprint kinematics in field-sport athletes. Online. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2003, roč. 17, č. 4, s. 760-767. Dostupné z: <https://doi.org/10.1519/1533-4287>. [cit. 2023-11-18].
 - MACADAM, Paul; CRONIN, John B. a FESER, Erin H. Acute and longitudinal effects of weighted vest training on sprint-running performance: a systematic review. Online. *Sports Biomechanics*. 2022, roč. 21, č. 3, s. 239-254. ISSN 1476-3141. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/14763141.2019.1607542>. [cit. 2023-11-24].
 - MALÝ, Tomáš a DOVALIL, Josef. *Doplňkový odpor v tréninku rychlostních schopností*. 1. Edice Českého olympijského výboru. Praha: Mladá fronta, 2016. ISBN 978-80-204-4274-1.
 - PERIČ, Tomáš a DOVALIL, Josef. *Sportovní trénink*. 1. Fitness, síla, kondice. Praha: Grada, 2010. ISBN 978-80-247-2118-7.
 - PETRAKOS, George; MORIN, Jean-Benoit a EGAN, Brendan. Resisted Sled Sprint Training to Improve Sprint Performance: A Systematic Review.

- Online. *Sports Medicine*. 2016, roč. 46, č. 3, s. 381-400. ISSN 0112-1642. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0422-8>. [cit. 2024-04-27].
- RAKOVIC, Elvir; PAULSEN, Gøran; HELLAND, Christian; HAUGEN, Thomas a ERIKSRUD, Ola. Validity and Reliability of a Motorized Sprint Resistance Device. Online. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2022, roč. 36, č. 8, s. 2335-2338. ISSN 1064-8011. Dostupné z: <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003830>. [cit. 2024-03-09].
 - REY, Ezequiel; PADRÓN-CABO, Alexis a FERNÁNDEZ-PENEDO, Diego. Effects of Sprint Training With and Without Weighted Vest on Speed and Repeated Sprint Ability in Male Soccer Players. Online. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2017, roč. 31, č. 10, s. 2659-2666. ISSN 1064-8011. Dostupné z: <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001726>. [cit. 2023-11-27].
 - *SPEED TRAINER 36 METER WAIST HARNESS POWER DEVELOPMENT SYSTEM BY EXERGENIE*. Online. In: EBay. 2019. Dostupné z: <https://www.ebay.co.uk/itm/152441970962>. [cit. 2024-05-19].
 - *Sprint velocity-based training: It all starts with individual load-velocity profiling*. Online. MORIN, Jean-Benoit. JB Morin, PhD - Sport Science. 2022. Dostupné z: <https://jbmorin.net/2022/08/03/sprint-velocity-based-training-it-all-starts-with-individual-load-velocity-profiling/>. [cit. 2024-04-29].
 - SYNEK, Miloslav; SEDLÁČKOVÁ, Helena a VÁVROVÁ, Hana. Jak psát bakalářské, diplomové, doktorské a jiné písemné práce. 2., přeprac. vyd. Praha: Oeconomica, 2007. ISBN 978-80-245-1212-9.
 - ŠANDEROVÁ, Jadwiga a MILTOVÁ, Alena. Jak číst a psát odborný text ve společenských vědách: několik zásad pro začátečníky. Online. Studijní texty (Sociologické nakladatelství). Praha: Sociologické nakladatelství, 2005. ISBN 978-80-86429-40-3. Dostupné z: https://dl1.cuni.cz/pluginfile.php/748034/mod_resource/content/1/Sanderova%20-%20Jak%20cist%20a%20psat%20odborny%20text%20ve%20spolecenskych%20vedach.pdf. [cit. 2024-04-20].
 - ZAFEIRIDIS, Andreas; MANOU, Vasiliki a SARASLANIDIS, Ploutarhos. The effects of resisted sled-pulling sprint training on acceleration and maximum speed performance. Online. *The Journal of sports medicine and physical fitness*. 2005, roč. 43, č. 3, s. 284-290. Dostupné z: <https://www.researchgate.net/publication/7535410> The effects of resisted sled-

- [pulling_sprint_training_on_acceleration_and_maximum_speed_performance](#). [cit. 2023-11-18].
- 1080 MOTION. *1080 Motion for team sports featuring the 1080 Sprint*. Online. In: YouTube. 2022. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=VNOYMqRERbc>. [cit. 2024-05-19].

Seznam obrázků

OBRÁZEK 1 – MODEL HIERARCHICKÉ STRUKTURY KOMPLEXU POHYBOVÝCH SCHOPNOSTÍ (MĚKOTA, 2000 CIT. DLE MALÝ, DOVALIL, 2016, S.14)	10
OBRÁZEK 2 – VYUŽITÍ RYCHLOSTNÍCH SCHOPNOSTÍ PŘI KRÁTKÝCH SPRIŇTECH (CACEK A KOL., 2008)	13
OBRÁZEK 3 – MODELOVÁ TECHNIKA AKCELERACE (GILLIGAN, 2022)	14
OBRÁZEK 4 – GRAF REGRESNÍ PŘÍMKY (LOCKIE A KOL.,2003)	20
OBRÁZEK 5 – ÚHLY V KLOUBNÍCH SPOJENÍCH (LOCKIE A KOL.,2003)	21
OBRÁZEK 6 – ZVÝŠENÍ PRŮMĚRNÉHO NÁKLONU TRUPU PŘI 3 RŮZNÝCH PODMÍNKÁCH ZATÍŽENÍ (LOCKIE A KO.,2003)	23
OBRÁZEK 7 – PŮSOBENÍ SIL PŘI POUŽITÍ RŮZNÝCH TYPŮ ZAŘÍZENÍ (ALCARAZ A KOL.,2008) A) SPRINT BEZ ZÁTĚŽE, B) ZÁTĚŽOVÉ SANĚ, C) ODPOROVÝ PADÁK, D) ZÁTĚŽOVÝ PÁS	34
OBRÁZEK 8 – VÝPOČET KOEFICIENTU TŘENÍ (J.B. MORIN, 2022)	36
OBRÁZEK 9 – ZMĚNA KOEFICIENTU TŘENÍ V ZÁVISLOSTI NA RYCHLOSTI (M.R.CROSS, 2016)	36
OBRÁZEK 10 – ZAŘÍZENÍ EXERGENIE (EBAY, 2019)	37
OBRÁZEK 11 – JEDEN ZE ZPŮSOBŮ VYUŽITÍ ZAŘÍZENÍ 1080 SPRINT (1080 MOTION)	38