

UNIVERZITA KARLOVA

Fakulta tělesné výchovy a sportu

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2024

Dominik Šedivý

UNIVERZITA KARLOVA

Fakulta tělesné výchovy a sportu

Vliv silového tréninku na běh na střední vzdálenosti, využitelných pro vojáky z povolání v přípravě na 12minutový běh

Bakalářská práce

Vedoucí bakalářské práce:

Mgr. Libor Sovák

Vypracoval:

čt. Dominik Šedivý

Praha 2024

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

V Praze dne:

podpis:

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:

Poděkování

V první řadě bych chtěl poděkovat Mgr. Liboru Sovákovi za nasměrování a odborné vedení při tvorbě této práce. Dále děkuji npor. PhDr. Janu Malečkovi, Ph.D. za odborné rady a věnovaný čas. V neposlední řadě také děkuji své rodině za podporu, které se mi od ní dostává.

Abstrakt

Název:

Vliv silového tréninku na běh na střední vzdálenosti, využitelných pro vojáky z povolání v přípravě na 12minutový běh

Cíl práce:

Cílem této práce je na základě vybrané literatury vytvořit přehled silových cvičení, která mohou pomoci vojákům či sportovcům v přípravě na vytrvalostní test, konkrétně běh na 12 minut.

Metody:

Pro tvorbu této bakalářské práce byla zvolena narativní rešerše literatury. Na základě tématu práce a synonymům vztahujícím se k němu byl určen cíl práce, výzkumná otázka a byla zvolena klíčová slova, která usnadnila výběr studií. Následně byla stanovena kritéria pro zařazení nebo vyřazení jednotlivých studií. Poté proběhl výběr vhodných studií ve vědeckých databázích Web of Science, PubMed, Google Scholar a Scopus. Posléze byla v Microsoft Excel vytvořena tabulka, do které byly zaznamenávány výsledky z jednotlivých studií.

Výsledky:

V rámci narativní rešerše bylo analyzováno 20 studií, na jejichž základě bylo zjištěno, že silový trénink zaměřený na svaly dolních končetin v kombinaci s plyometrií má pozitivní vliv na výkonnost při běhu na střední vzdálenosti. Hlavní přínosy tohoto tréninku zahrnují zlepšení běžecké ekonomiky, maximální a výbušné síly, neuromuskulárních charakteristik, energetických nákladů na běh, reaktivní síly a výkonu ve skocích. Kromě toho tento trénink minimalizuje ztrátu délky kroku a přispívá k celkovému zlepšení běžecké techniky. Plyometrie byla nejčastěji zahrnovanou metodou silového tréninku a byla zahrnuta ve 14 studiích. Nejčastěji používanými plyometrickými cviky byly skoky přes překážky (5 studií), skoky s proti pohybem (countermovement jump) (4 studie) a seskoky s následným výskokem (drop jump) (3 studie). Dále se často ve studiích objevovaly dřepy (12 studií) a výpony lýtek (calf raises) (7 studií).

Klíčová slova:

běh, střední vzdálenost, 12minutový běh, silový trénink

Abstract

Title:

Effect of strength training on middle distance running useful for professional soldiers in preparation for the 12-minute run

Objective:

The purpose of this thesis is to use the selected literature to create a review of strength training exercises that can assist soldiers or athletes in preparation for an endurance test, specifically the 12-minute run.

Methods:

A narrative literature search was chosen for the development of this bachelor thesis. Based on the topic of the thesis and synonyms related to it, the aim of the thesis, the research question was determined and keywords were chosen to facilitate the selection of studies. Subsequently, the criteria for inclusion or exclusion of each study was determined. Then, the selection of appropriate studies in the Web of Science, PubMed, Google Scholar and Scopus databases was performed. A table was then created in Microsoft Excel to record the results from each study.

Results:

A narrative review analysed 20 studies and found that strength training targeting the lower limb muscles in combination with plyometrics has a positive effect on performance in middle distance running. The main benefits of this training include improvements in running economy, maximal and explosive power, neuromuscular characteristics, energy cost of running, reactive power and jump performance. In addition, this training minimizes stride length loss and contributes to overall improvement in running technique. Plyometrics was the most commonly included method of strength training and was included in 14 studies. The most commonly used plyometric exercises were hurdle jumps (5 studies), countermovement jumps (4 studies) and drop jumps (3 studies). In addition, squats (12 studies) and calf raises (7 studies) were frequent in the studies.

Keywords:

running, middle distance, 12-minute run, strength training

Obsah

1	ÚVOD	13
2	TEORETICKÁ ČÁST	14
2.1	MOTORICKÉ SCHOPNOSTI	14
2.1.1	<i>Vývoj schopností</i>	14
2.1.2	<i>Dělení motorických schopností</i>	15
2.1.3	<i>Kondiční schopnosti</i>	15
2.1.4	<i>Koordinační schopnosti</i>	15
2.2	VYTRVALOST	16
2.2.1	<i>Druhy vytrvalosti</i>	16
2.2.2	<i>Rozvoj vytrvalostních schopností</i>	17
2.2.3	<i>Energetické systémy</i>	17
2.2.4	<i>Typy svalových vláken</i>	20
2.2.5	<i>Aerobní práh</i>	20
2.2.6	<i>Laktátový práh (anaerobní práh)</i>	20
2.2.7	<i>Laktát a kyselina mléčná</i>	21
2.2.8	<i>Přeměna kyslíku na energii</i>	21
2.2.9	<i>Definice VO₂ max</i>	22
2.2.10	<i>Ekonomika běhu</i>	22
2.2.11	<i>Faktory ovlivňující ekonomiku běhu</i>	23
2.2.12	<i>Obecná vytrvalost</i>	23
2.2.13	<i>Speciální vytrvalost</i>	24
2.3	DEFINICE SÍLY	24
2.3.1	<i>Historie silových schopností</i>	24
2.3.2	<i>Absolutní síla</i>	25
2.3.3	<i>Maximální síla</i>	25
2.3.4	<i>Relativní síla</i>	25
2.3.5	<i>Rychlostní síla</i>	25
2.3.6	<i>Startovní síla</i>	25
2.3.7	<i>Akcelerační síla</i>	25
2.3.8	<i>Vytrvalostní síla</i>	25
2.4	DRUHY SVALOVÉ ČINNOSTI	25
2.4.1	<i>Koncentrická kontrakce</i>	26
2.4.2	<i>Excentrická kontrakce</i>	26
2.4.3	<i>Izometrická kontrakce</i>	26
2.5	PLYOMETRIE	26
2.5.1	<i>Historie plyometrie</i>	27
2.5.2	<i>Charakteristika plyometrie</i>	27
2.6	CHARAKTERISTIKA BĚHU	27

2.6.1	<i>Charakteristika běžeckých disciplín</i>	27
2.7	COOPERŮV TEST (12MINUTOVÝ TEST).....	29
2.8	VOJENSKÁ TĚLOVÝCHOVA	29
2.8.1	<i>Systém vojenské tělovýchovy</i>	29
2.8.2	<i>Vojenské tělovýchovné vzdělávání</i>	30
2.9	SLUŽEBNÍ TĚLESNÁ VÝCHOVA.....	30
2.9.1	<i>Členění služební tělesné výchovy</i>	30
2.9.2	<i>Základní tělesná příprava</i>	31
2.9.3	<i>Speciální tělesná příprava</i>	31
2.10	TESTOVÁNÍ TĚLESNÉ VÝKONNOSTI VOJÁKŮ	32
2.10.1	<i>Obsah a organizace kontroly tělesné přípravy</i>	32
2.10.2	<i>Výroční přezkoušení</i>	33
2.10.3	<i>Obsah výročního přezkoušení</i>	33
2.10.4	<i>Profesní přezkoušení</i>	33
2.11	LITERÁRNÍ REŠERŠE.....	33
2.11.1	<i>Narativní rešerše</i>	34
2.11.2	<i>Postup při tvorbě narativní rešerše</i>	34
2.11.3	<i>Systematická rešerše</i>	35
2.11.4	<i>Metaanalýza</i>	35
3	METODIKA PRÁCE	37
3.1	CÍL PRÁCE.....	37
3.2	ÚKOLY PRÁCE.....	37
3.3	VÝZKUMNÁ OTÁZKA	37
3.4	PROCES VYHLEDÁVÁNÍ.....	37
3.5	KRITÉRIA PRO ZAŘAZENÍ NEBO VYŘAZENÍ STUDIE	38
3.6	POPIS VÝBĚRU STUDIÍ	38
3.7	ZPRACOVÁNÍ DAT	39
4	VÝSLEDKY	41
4.1	CHARAKTERISTIKA SKUPIN.....	52
4.2	VYTRVALOSTNÍ TRÉNINK	52
4.3	SILOVÝ TRÉNINK.....	53
5	DISKUZE	54
5.1	CVIKY SILOVÉHO TRÉNINKU	54
5.2	VLIVY SILOVÉHO TRÉNINKU NA BĚH	55
5.3	LIMITACE PRÁCE.....	57
6	ZÁVĚR	58
	SEZNAM LITERATURY	59

OBRÁZKY.....	65
TABULKY.....	65

Seznam použitých symbolů a zkratek

%	procento
AČR	Armáda České republiky
atd.	a tak dále
ATP	adenosintrifosfát
CoA	koenzym A
CO₂	oxid uhličitý
CP	kreatinfosfát
č.	číslo
čet.	četař
F	síla
FG	rychlá glykolytická (fast glycolytic)
FOG	rychlá oxidativní glykolytická (fast oxidative-glycolytic)
H⁺	vodíkový iont
IMRAD	Introduction, Methods, Results and Discussion
kg	kilogram
l	litr
LA	laktát
LDH	laktátdehydrogenáza
m	metr
min	minuta
ml	mililitr
mmol	milimol
MNO	Ministerstvo národní obrany
N	newton
npor.	nadporučík
NR	narativní řešerše
O₂	kyslík
PDH	pyruvátdehydrogenáza
pH	vodíkový exponent (potential of hydrogen)
př. n. l.	před naším letopočtem
SI	Mezinárodní soustava jednotek
SO	pomalá oxidativní (slow oxidative)

STP	speciální tělesná příprava
t	tep
TF	tepová frekvence
VO₂max	maximální spotřeba kyslíku
VÚ	velitel útvaru

1 ÚVOD

Tato bakalářská práce se zabývá analýzou vlivu silového tréninku na běh na 12 minut. Tento test výročního přezkoušení je používán v testech vytrvalosti a kondice v AČR, kromě armády se využívá i ve většině sportovních odvětví pro testování úrovně vytrvalosti, proto se stal středem zájmu mnoha sportovních trenérů, výzkumníků a atletů. Otázka, zda a jak silový trénink ovlivňuje výsledky běhu na 12 minut, je klíčová pro optimalizaci tréninkových programů a zlepšení sportovního výkonu.

Rozhodl jsem se pro toto téma, protože problematika běhu a silového tréninku je mi blízká, neboť se aktivně věnuji oběma činnostem. Tato kombinace mi dává hlubší vhled do dynamiky těchto aktivit a umožňuje mi lépe porozumět jejich vzájemnému ovlivňování. Jsem přesvědčen, že mé zkušenosti a znalosti z praxe mi pomohou lépe porozumět výsledkům a poskytnou další perspektivu k analýze.

Cílem této práce je prostřednictvím přehledu veškeré současné literatury a provedených experimentů vytvořit přehled silových cviků a zkoumat vztah mezi silovým tréninkem a výkonností v běhu na střední vzdálenosti, jelikož nebyla nalezena literatura, která by řešila vztah mezi silovým tréninkem a během na 12 minut. Rozhodl jsem se proto zvolit střední vzdálenosti, kde se jedná o vzdálenost od 800 metrů do 3 kilometrů, což odpovídá výkonům v běhu na 12 minut u vojáků z povolání. Předpokládám, že silový trénink může mít pozitivní vliv na výkonnost v tomto specifickém testu vytrvalosti, a to jak přímo prostřednictvím posílení svalů, tak i nepřímo díky možnému zlepšení biomechaniky pohybu a efektivitě energetických procesů.

V průběhu této práce budou porovnávány různé aspekty vztahu mezi silovým tréninkem a během na 12 minut, včetně analýzy biomechanických parametrů, fyziologických reakcí, tréninkových intervencí a individuálních variabilit. Výsledky této studie by mohly poskytnout cenné poznatky nejen vojákům z povolání, sportovcům a trenérům, ale i odborné veřejnosti zabývající se oblastí fyziologie pohybu a sportovního tréninku.

2 TEORETICKÁ ČÁST

V teoretické části jsou definována teoretická východiska, která úzce souvisejí s tématem práce. Tato část obsahuje několik kapitol, ve kterých jsou podrobně popsány motorické schopnosti, přičemž největší pozornost je věnována vytrvalostním a silovým schopnostem. Dále je zde rozebrán běh a Cooperův test. V neposlední části je zde sepsána kapitola o vojenské tělovýchově a služební tělesné výchově v Armádě České republiky. Závěr teoretické části se věnuje tvorbě literárních rešerší.

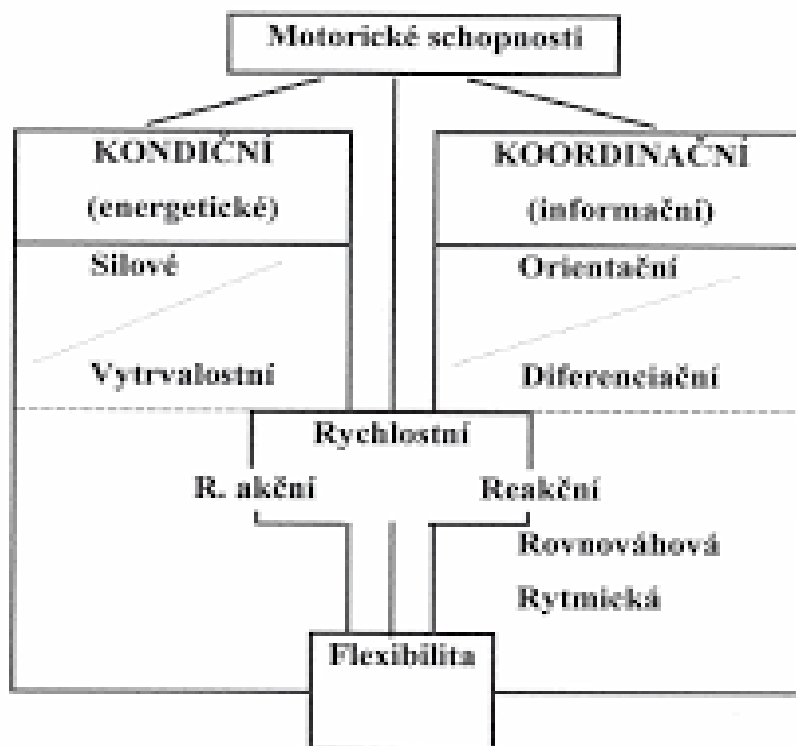
2.1 Motorické schopnosti

Motorické schopnosti jsou částečně ovlivněny genetickými předpoklady. Slouží jako předpoklad jedince vykonávat pohyb a dosahovat výkonů nejen ve sportu, ale i v práci, jinak jsou motorické schopnosti latentní a skryté. Dále se udává, že jsou během života člověka relativně stálé. Základním stavebním kamenem fyzické zdatnosti jsou kondiční motorické schopnosti, zejména vytrvalost a síla (Perič a Dovalil 2010; Měkota a Novosad 2005).

2.1.1 Vývoj schopností

Schopnosti pohybu člověka, nazývané motorické schopnosti, se hlavně vyvíjejí po narození. Během růstu a vývoje se tyto schopnosti nejen rozšiřují, ale také se diferencují. Kolem osmi let jsou schopnosti dítěte již podobné těm dospělého člověka. Vývoj motorických schopností je úzce spojen s biologickým zráním organismu. Existují období, kdy je organismus citlivější na rozvoj určitých schopností. Aktivní pohybová činnost v dětství může významně ovlivnit rozvoj motorických schopností. I když je možné ovlivňovat tyto schopnosti i v dospělosti, je to obtížnější (Měkota a Novosad 2005).

2.1.2 Dělení motorických schopností



Obrázek 1: Dělení motorických schopností (Měkota a Novosad 2005)

2.1.3 Kondiční schopnosti

Jejich realizace, a tedy realizace pohybu je závislá na získávání a využívání energie a jsou ovlivňovány metabolickými procesy. Při zkoumání těchto schopností se zejména projevuje spojení teorie pohybových schopností, což jsou v podstatě vnitřní předpoklady, s teoriemi odvozenými z vědeckých principů bioenergetiky pohybu. Tyto teorie integrují biochemické, fyziologické a psychologické faktory, které ovlivňují pohybový výkon. Pro sportovce je důležité rozvíjet úroveň kondičních schopností, jelikož díky tomu zlepšují svůj sportovní výkon.

2.1.4 Koordinační schopnosti

Koordinační schopnosti jsou schopnosti spojené s kontrolou a regulací pohybu, které jsou klíčové pro úspěšné provedení různých motorických aktivit. Tyto schopnosti zahrnují procesy přijímání, zpracování a uchování informací, které se týkají vnímání, myšlení a paměti. Důležité je, jak rychle, přesně a efektivně tyto operace probíhají, což ovlivňuje jejich účinnost. Koordinační schopnosti nejsou izolované, ale jsou součástí celkového motorického výkonu, který zahrnuje i energetické, motivující a emocionální

aspekty. Jejich kvalita je určována komplexním působením těchto faktorů. Dále je důležité si uvědomit, že jedna koordináční schopnost nemusí být jediným faktorem pro úspěšný výkon a jsou úzce propojeny s motorickými dovednostmi a kondičními schopnostmi (Perič a Dovalil 2010).

2.2 Vytrvalost

Vytrvalost definujeme jako schopnost odolávat únavě a provádět pohybovou činnost po delší dobu bez snížení intenzity. Napomáhá k udržení sportovní techniky a taktického jednání po delší dobu. Vytrvalost má vliv na výkon i trénink. Z toho vyplývá, že kvalita a intenzita tréninku je ovlivněna vytrvalostí. Mezi další funkce vytrvalosti patří schopnost regenerace. Vytrvalost umožňuje člověku se po zátěži rychleji zotavit. Vytrvalost je ovlivňována i dalšími pohybovými schopnostmi, příkladem jsou silové schopnosti a rychlostní schopnosti (Kuhn 2005).

2.2.1 Druhy vytrvalosti

Vytrvalost dělíme:

1. Podle délky trvání:

- krátkodobá vytrvalost (od 35 sekund do 2 minut),
- jedná se o maximální intenzitu, kde převládá zapojení anaerobních energetických systémů,

- střednědobá vytrvalost (od 3 minut do 10 minut),
- převládají submaximální výkony, nižší energetické nároky oproti krátkodobé vytrvalosti a převládá aerobní energetické krytí,

- dlouhodobá vytrvalost (od 10 minut do 6 hodin),
- z energetických systémů jsou zde zastoupeny převážně aerobní energetické systémy v důsledku vysokého objemu zatížení.

(Kuhn 2005)

2. Podle energetického krytí:

- aerobní vytrvalost - za přístupu kyslíku,
- anaerobní vytrvalost - bez nedostatečného přístupu kyslíku.

(Kuhn 2005)

3. Podle zapojení svalových skupin:

- celková - to znamená, že při práci se zapojuje více jak 2/3 svalstva,
 - lokální - zde se pohybu účastní méně než 1/3 svalstva.
4. Podle typu svalové kontrakce:
- statická - tělo nevykonává aktivně žádný pohyb (příklad: udržení těla ve zvolené pozici - pozice jezdce při dostizích),
 - dynamická - tělo vykonává pohyb (příklad: běh na lyžích).
5. Dále můžeme vytrvalost dělit například na:
- silovou vytrvalost,
 - rychlostní vytrvalost.
- (Perič a Dovalil 2010)

2.2.2 Rozvoj vytrvalostních schopností

Vytrvalostní schopnosti hrají klíčovou roli ve výkonu většiny sportů. Je známo, že dosažení maximální úrovně vytrvalosti vyžaduje dlouhodobý a kvalitní aerobní tréninkový program, který může trvat několik let. Je tedy důležité zařazovat vytrvalostní zatížení do tréninkového programu v průběhu celé sportovní kariéry. Správné tréninkové adaptace na zátěž vytrvalostního charakteru se začínají projevovat již na začátku akceleračního období růstu, což je období, kdy se rychle zlepšují fyziologické schopnosti jedince. U dívek to obvykle nastává kolem 10 let, zatímco u chlapců se toto období typicky vyskytuje mezi 12 a 13 lety. V tomto věkovém období už zařazujeme vytrvalostní tréninkové podněty, ale nesmí být jednotvárné. Při cvičení aerobního charakteru se zaměřujeme na zdokonalování a rozvoj nervosvalové koordinace, což ovlivňuje způsob, jakým se pohybujeme. Kromě obecných cvičení je důležité zařadit i specifické aktivity, které cíleně stimulují přizpůsobení svalů na zátěž. To zahrnuje posilování mezisvalové koordinace a zlepšování vlastní úrovně nitrosvalové koordinace. Tyto úpravy také zvyšují kapacitu cév ve svalové tkáni a zásobování svalů energií, což následně zlepšuje vytrvalost. Dalšími faktory ovlivňujícími vytrvalost jsou procesy látkové výměny, způsob, jakým sval využívá energii, a dostupnost energie pro svalovou činnost. Tréninková adaptace na vytrvalostní zátěž umožňuje sportovcům absolvovat potřebné tréninkové objemy při vyšší intenzitě zátěže (Panuška 2014).

2.2.3 Energetické systémy

Energetické systémy těla slouží k poskytování energie potřebné pro svalovou práci. Nejdůležitější molekulou v tomto procesu je ATP, které je získáváno štěpením

fosfátových vazeb v adenosintrifosfátu. Avšak zásoby ATP jsou omezené a vydrží pouze krátkou dobu intenzivní práce svalů. Proto jsou v těle přítomny tři hlavní energetické systémy: anaerobně-alaktátový, anaerobně-laktátový a aerobně-alaktátový systém (Rokyta 2016).

a) Anaerobně-alaktátový systém (ATP-CP)

Kreatin fosfát (CP) představuje první zdroj energie, který je využíván na začátku cvičení. Tato molekula obsahuje fosfátovou skupinu s vysokým energetickým obsahem. Když dojde k jejímu rozpadu, uvolní se energie, spolu s volným fosforem, který je okamžitě využit k obnově molekul ADP na ATP. Vytvořené molekuly ATP pak slouží jako zdroj energie pro další svalovou kontrakci. Když svaly začnou pracovat, zásoby ATP se vyčerpají a další ATP je vytvořeno z CP. Avšak i zásoby CP jsou omezené a při vysoké intenzitě cvičení jsou rychle vyčerpány. Tento systém, nazývaný ATP-CP, umožňuje okamžité poskytnutí energie a pokrývá potřeby svalů zhruba po dobu prvních 10 sekund intenzivní aktivity. Jsou proto vhodné při krátkých silových a rychlostních disciplínách. Pro trénink tohoto systému se využívá například sprint s maximálním úsilím, kde je důležité vyčerpat ATP-CP systém, bez nahromadění laktátu (Perič a Dovalil 2010; Panuška 2014; Rokyta 2016).

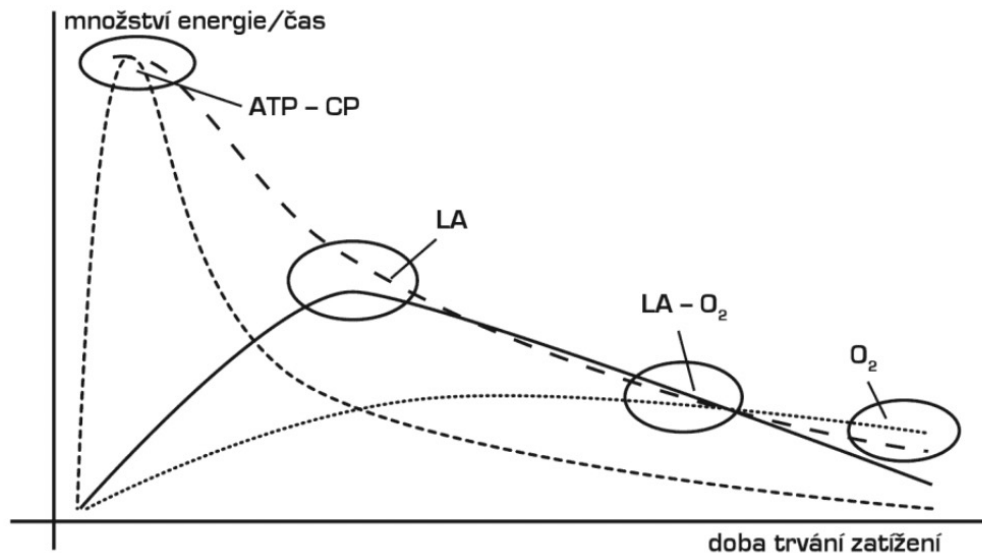
b) Anaerobně-laktátový systém (LA systém)

Anaerobní glykolýza neboli také LA systém je energetickým systémem, kde je glykogen destruován bez přístupu kyslíku. Také poskytuje energii pro resyntézu ATP, ale také způsobuje vznik kyseliny mléčné (laktátu). K odbourání laktátu je potřeba znovu kyslík. Anaerobní glykolýza má výhodu v rychlosti, s jakou se spouští. I přesto, že při tomto procesu vzniká mnohem méně ATP z jedné molekuly glykogenu než při aerobní glykolýze, je schopen rychle poskytnout energii. Tento proces může dokonce na krátkou chvíli zcela nahradit aerobní způsob dodávky energie. Nicméně není to efektivní cesta, jelikož glykogen není úplně využit a spotřebuje se značné množství paliva. To vede k rychlému vyčerpání zásob glykogenu ve svalové tkáni a k tvorbě vedlejšího produktu - kyseliny mléčné. Akumulace této kyseliny způsobuje svalovou bolest při intenzivní fyzické aktivitě, snižuje pH v těle a rychle vyvolává pocit únavy. Tento metabolický systém je plně využitelný při výkonech na submaximální úrovni trvající 1-3 minuty, což je obvyklá doba, během níž naměříme nejvyšší hodnoty koncentrace laktátu v krvi. Intervalové

zatížení v rozmezí 30 sekund až 3 minut je často používaným způsobem pro využití tohoto systému (Perič a Dovalil 2010; Panuška 2014; Rokyta 2016).

c) Aerobně-alkalátový systém (O₂ systém)

Oxidativní systém je proces, který probíhá za přítomnosti kyslíku, který tělo získává z dýchání. Při tomto procesu se glykogen metabolizuje na kysličník uhličitý, vodu a energii, kterou lze využít k resyntéze ATP. Pro tento systém je nezbytná neustálá dodávka kyslíku. Tento systém není omezen jen na cukry, ale dokáže přeměňovat i tuky a bílkoviny, poskytující relativně velké množství ATP. Většina ATP potřebná pro zatížení trvající déle než 4 minuty vychází touto cestou. Ovšem tento proces je omezen množstvím základních zdrojů z potravy, zejména zásobami glykogenu ve svazech, a rychlostí, jakou je transportní systém (srdce a plíce) schopen dopravit kyslík do pracujících svalů. Aerobní glykolýza umožňuje efektivní využití molekul glykogenu pro svalovou činnost, což umožňuje provádět svalovou kontrakci po delší dobu. Existuje několik tréninkových metod, které podporují rozvoj aerobního systému, jako je intenzivní vytrvalostní trénink, vytrvalostní trénink střední intenzity, objemový vytrvalostní trénink a regenerační trénink (Perič a Dovalil 2010; Panuška 2014; Rokyta 2016).



Obrázek 2: Křivka znázorňující průběh získávání energie v čase (Perič a Dovalil 2010)

ATP-CP-Adenosintrifosfát, kreatin fosfát; LA-Anaerobní glykolýza (Laktátový systém); LA-O₂-Laktátový, oxidativní systém; O₂-Aerobní systém (Oxidativní systém)

2.2.4 Typy svalových vláken

Svalová vlákna kosterního svalstva jsou specializovaná na různé způsoby uvolňování energie, a to jak z hlediska jejich biochemie, tak morfologie. Podle (Panuška 2014) existují tři hlavní skupiny svalových vláken: pomalá (červená), rychlá (bílá) a přechodná.

- a) **Pomalá svalová vlákna** (SO-slow oxidative) jsou schopná pracovat dlouhodobě díky svému metabolickému profilu, kde je většina energie dodávána aerobními procesy. Obsahují také relativně vyšší množství hemoglobinu, což umožňuje efektivnější transport kyslíku. Avšak inervace těchto vláken a následná svalová kontrakce probíhá pomaleji.
- b) **Rychlá svalová vlákna** (FG-fast glycolytic) jsou naopak závislá na anaerobní produkci energie a umožňují vysoké silové výkony, avšak pouze krátkodobě, neboť dochází k rychlé únavě.
- c) **Přechodná svalová vlákna** (FOG-fast oxidative-glycolytic) kombinují vlastnosti obou předchozích typů. Nejsou tak silná jako rychlá vlákna FG, ale jsou silnější než pomalá vlákna SO. Jsou schopná pracovat jak při anaerobních, tak aerobních energetických procesech, a proto představují svalová vlákna vhodná pro vytrvalostní činnost střední intenzity (Panuška 2014).

2.2.5 Aerobní práh

Tento bod je definován jako ta úroveň zátěže, kdy dochází k nárůstu koncentrace laktátu v krvi nad úroveň klidových hodnot. To znamená, že při této intenzitě většina svalových vláken pracuje aerobně, a obvykle pozorujeme koncentraci laktátu kolem 2 mmol/l krve. Při takto nízké intenzitě zátěže jsou hlavně aktivní pomalá svalová vlákna (Perič a Dovalil 2010; Panuška 2014).

2.2.6 Laktátový práh (anaerobní práh)

Laktátový práh, známý také jako anaerobní práh, je bod, kde je nejvyšší rychlost běhu, při které se hladina laktátu v krvi udržuje relativně stabilní. Vznik laktátu v jednotlivých svalových vláknech probíhá skrze proces nazývaný glykolýza. Na konci glykolýzy se vytváří pyruvát, který může buď být přeměněn na laktát prostřednictvím enzymu laktátdehydrogenázy (LDH), nebo na acetyl-CoA přes pyruvátdehydrogenázu (PDH) a vstoupit do mitochondrií, kde je využit v Krebsově cyklu k produkci energie aerobně.

Rozhodnutí, zda se pyruvát stane laktátem nebo acetyl-CoA, závisí na různých faktorech. Důležité je si uvědomit, že měříme-li hladinu laktátu, tak ji měříme v krvi, nikoli přímo ve svalech. To znamená, že množství laktátu v krvi nezáleží pouze na tom, kolik ho sval produkuje, ale také na tom, jak rychle se dostane do krevního oběhu. Koncentrace laktátu v krvi je ovlivněna intenzitou cvičení, množstvím a typem aktivovaných svalových vláken. Při odstraňování laktátu hrají důležitou roli srdce, mozek a játra. Srdce a mozek využívají laktát jako zdroj paliva, zatímco játra přeměňují laktát na pyruvát pomocí Coriho cyklu, a nakonec ho přeměňují zpět na glukózu, což je další zdroj paliva (Magness 2014; Perič a Dovalil 2010).

2.2.7 Laktát a kyselina mléčná

Dříve byla kyselina mléčná považována za hlavního viníka únavy u sportovců. Nicméně nové poznatky naznačují, že laktát, který je přesnějším termínem, ustoupil jako nepřítel a pozornost se obrací k dalším produktům, které by mohly být zodpovědné za únavu. I když laktát není přímou příčinou únavy, je silně korelován s jejím nárůstem. To je zčásti způsobeno lineárním vztahem mezi laktátem a dalšími vedlejšími produkty, jako je například zvýšení hladiny H^+ iontů. Klíčem k dosažení výkonnosti je tedy snaha minimalizovat akumulaci těchto vedlejších produktů, což může oddálit pocit únavy. I když laktát není přímým viníkem, je odpovědný za hromadění dalších produktů, které mohou přispět k únavě. Ve sportech, které vyžadují vysokou energetickou náročnost a kde aerobní systém nestačí, musí anaerobní procesy poskytnout potřebnou energii. Příkladem může být běh na střední vzdálenost. V těchto případech se v těle hromadí specifické produkty, které mohou způsobit únavu. Takže i když laktát není hlavním viníkem, je součástí procesu, který může vést k únavě při vytrvalostních sportech (Magness 2014).

2.2.8 Přeměna kyslíku na energii

Elektronový transportní řetězec je klíčovým mechanismem v buňkách, který vytváří chemickou látku nazývanou ATP (adenosintrifosfát), což je základní jednotka energie, kterou naše svaly potřebují k vykonávání práce. Když je v svalových buňkách dostatek kyslíku, reakce v elektronovém transportním řetězci probíhají rychle a tvorba ATP je maximalizována. To umožňuje udržovat vysoce kvalitní běh po dlouhou dobu. Naopak nedostatek kyslíku zpomaluje reakce v řetězci, což vede k nižší tvorbě ATP a nutnosti snížit rychlost běhu. Přenos kyslíku do svalů probíhá komplexním procesem, kdy se kyslík dostává z atmosféry do plic, odkud se přenáší krví a tepnami do svalů. V svalových buňkách se pak kyslík podílí na tvorbě energie potřebné pro pohyb. V svalových buňkách

se molekula kyslíku spojuje s elektrony a vodíkovými ionty, což má za následek tvorbu molekul vody a energie v podobě ATP. Čím rychleji běžíme, tím více svalových buněk je aktivováno a tím větší množství energie je potřeba k vykonávání práce. To znamená, že svaly spotřebovávají kyslík rychleji, čímž je zajištěna potřebná energie pro vyšší rychlost běhu (Magness 2014).

2.2.9 Definice VO2 max

Zjevné je, že lidské tělo má určitou hranici, jak rychle může využívat kyslík, protože srdce nedokáže kyslík dopravovat s nekonečnou rychlostí a svaly ho nemohou nekonečně rychle spotřebovávat. Tato hranice se nazývá maximální míra spotřeby kyslíku, zkráceně VO2 max. U běžného dospělého Američana se sedavou prací ve věku 35 let se tato hodnota pohybuje kolem 45 ml kyslíku na kilogram tělesné hmotnosti za minutu. Na druhou stranu vrcholoví mezinárodní běžci dosahují VO2 max v rozmezí 75 až 85 ml/kg/min a občas se objevují i výjimky, jako například švédský běžec na lyžích, který dosahuje hodnot přes 90 ml/kg/min. Je důležité rozlišovat mezi absolutním a relativním VO2 max. Absolutní VO2 max udává množství spotřebovaného kyslíku za minutu bez ohledu na tělesnou hmotnost, zatímco relativní VO2 max je vyjádřeno v mililitrech kyslíku na kilogram tělesné hmotnosti za minutu. Absolutní VO2 max je lepším indikátorem celkové spotřeby kyslíku, a tedy energetického výdeje, zatímco relativní VO2 max poskytuje více informací o běžecké schopnosti jedince. Například muž vážící 181 kg by mohl mít vysokou absolutní hodnotu VO2 max kvůli své velké tělesné hmotnosti a většímu svalovému objemu, který spotřebovává kyslík, ale relativní VO2 max by byl pravděpodobně nižší, což naznačuje, že by nebyl schopen závodit na vysoké úrovni v závodech na 10 kilometrů (Magness 2014; Kenney et al. 2012).

2.2.10 Ekonomika běhu

Ekonomika běhu je v podstatě míra efektivity, s jakou běžec využívá kyslík při běhu určitou rychlostí. Vyjadřuje se obvykle v mililitrech kyslíku spotřebovaných na kilogram tělesné hmotnosti za minutu (ml. kg. min). Jednoduše řečeno, běžci s dobrou ekonomikou běhu dokáží při určité rychlosti spotřebovat méně kyslíku než běžci s horší ekonomikou běhu, kteří běží stejnou rychlostí. I když by dva běžci měli stejně vysoký VO2 max, běžec s lepší ekonomikou běhu dosahuje lepších výsledků, protože dokáže při dané rychlosti pracovat s nižším procentem svého maximálního kyslíkového výdeje (VO2 max). Ekonomika běhu se často měří v laboratorních podmínkách, kde je běžec připojen k zařízení, které sleduje množství kyslíku spotřebovaného během běhu. Porovnáváním

procenta VO₂ max spojeného s konkrétní rychlostí běhu lze získat představu o tom, jak efektivně daný běžec využívá kyslík (Anderson 2013).

2.2.11 Faktory ovlivňující ekonomiku běhu

1. Vnější faktory

Vnější faktory mohou výrazně ovlivnit ekonomiku běhu. Mezi tyto faktory patří různé vlivy prostředí. Běžecské vybavení, zejména obuv a vložky do bot, mohou mít značný dopad na to, jak efektivně běžec přenáší energii a jak se jeho nohy pohybují při dopadu na zem. Terén, po kterém běžec běží, také hraje důležitou roli; nerovný povrch nebo klesání a stoupání mohou změnit biomechaniku běhu, a tím i nároky na tělo. Počasí je dalším klíčovým faktorem. Například běhání ve vysokých teplotách může zvýšit teplotu těla, což aktivuje potní žlázy a způsobuje hyperventilaci, což vede ke zvýšeným nákladům na kyslík při běhu a snižuje ekonomiku běhu. To znamená, že běžec potřebuje více kyslíku na udržení stejného tempa, což může negativně ovlivnit jeho výkon (Anderson 2013).

2. Vnitřní faktory

Vnitřní faktory ovlivňující ekonomiku běhu zahrnují genetické, antropometrické, kinetické a kinematické charakteristiky. Genetické faktory určují některé základní vlastnosti těla a svalů, které mohou ovlivnit, jak efektivně běžec využívá kyslík. Antropometrické faktory se týkají tvaru a velikosti těla; například běžci se štíhlejší postavou, kteří mají menší obvod lýtka a delší délku bérce, mohou mít tendenci k lepší ekonomice běhu, protože jejich tělo je efektivnější při pohybu. Kinetické faktory zahrnují sílu a dynamiku svalů a jejich schopnost efektivně produkovat sílu potřebnou k pohybu. Kvalita svalového vlákna a schopnost svalů pracovat efektivně mohou mít velký vliv na to, jak účinně běžec využívá kyslík při běhu. Kinematické faktory se pak týkají pohybu těla a konkrétních běžecských technik. Například správná běžecská technika a účinný pohyb končetin mohou přispět k lepší ekonomice běhu tím, že minimalizují ztrátu energie a zlepšují účinnost pohybu (Anderson 2013).

2.2.12 Obecná vytrvalost

Obecná vytrvalost je předpokladem pro růst sportovní výkonnosti. Obecnou vytrvalost můžeme rozvíjet i jinou aktivitou vytrvalostního charakteru než pouze specifickou pro náš konkrétní sport. Příklad: Běžec může rozvíjet obecnou vytrvalost i jízdou na kole nebo plaváním. Obecná vytrvalost má největší přínos pro aerobní vytrvalost (Kuhn 2005).

2.2.13 Speciální vytrvalost

Speciální vytrvalost se odvíjí od potřeb daného sportu a pomáhá se sportovcům rozvíjet v jejich dané specializaci. Příklad: Plavec bude rozvíjet speciální vytrvalost plaváním (Perič a Dovalil 2010).

2.3 Definice síly

Pod pojmem síla si můžeme představit dva různé významy. Je důležité si uvědomit, že pokud mluvíme o síle, můžeme ji chápat jako fyzikální veličinu nebo jako pohybovou schopnost. Síla jako fyzikální veličina popisuje interakci mezi objekty a může způsobit změnu pohybu nebo tvaru tělesa. Základní jednotkou síly v soustavě SI je newton (N). Síla je vektorová veličina, což znamená, že kromě své velikosti má také směr a směřuje od jednoho objektu k druhému. Pro výpočet síly se používá rovnice $F = m \times a$ (síla = hmota \times zrychlení). Síla jako pohybová schopnost jedince je kombinací vnitřních faktorů a je úzce spojena s aktivitou svalů. Když mluvíme o síle člověka, máme na mysli jeho schopnost překonávat odpor v okolním prostředí prostřednictvím svalové kontrakce. To znamená, že člověk může provádět fyzické úkoly, jako je zdvihání, tlačení, tahání nebo nesení, díky aktivitě svalů, které vyvíjejí potřebnou sílu. Svaly jsou hlavním zdrojem síly v lidském těle. Když sval kontrahuje, generuje sílu, která se přenáší na kosti a umožňuje pohyb. Čím silnější jsou svaly a čím efektivněji pracují, tím větší sílu jedinec může vyvinout. Trénink a cvičení mohou zvýšit sílu svalů, což může vést k lepší schopnosti překonávat vnější odpor a vykonávat fyzické úkoly (Měkota a Novosad 2005; Lehnert 2010).

2.3.1 Historie silových schopností

Trénink silových schopností se objevuje již na počátku historie lidstva cca 2000 let př. n. l. Mezi starověké civilizace, které využívaly silový trénink, patří například Čína, Egypt a antické Řecko. Silový trénink sloužil pro potřeby vojenského výcviku, ale byl i předpokladem pro přežití, jelikož budoval předpoklady nezbytné pro lov a souboje. V tehdejší době trénink silových schopností probíhal formou zvedání těžkých kamenů nebo pytlů s pískem. K silovému tréninku neodmyslitelně patří také novodobý bodybuilding, jenž postavil své základy právě v antickém Řecku, kde byla vyobrazována muskulaturní tělesná stavba v umění a literatuře. Milo a Herakles, slavní sportovci té doby, už tehdy předváděli své silové schopnosti tehdejším divákům. K rozšíření takzvaného bodybuildingu dochází ale až v 19. století, kdy se ze siláků stávají doslova celebrity. Příkladem je zakladatel kulturistiky Eugen Sandow (Stoppioni 2008).

2.3.2 Absolutní síla

Je to maximální síla, kterou dokážeme vyprodukovat, pokud odstraníme všechny ochranné a tlumící mechanismy. Příkladem je situace, kdy se nacházíme v ohrožení zdraví či života (Stoppani a Soumar 2016).

2.3.3 Maximální síla

Je schopnost překonávat vysoký až hraniční odpor malou rychlostí. Tento typ síly se využívá například v silovém trojboji (Perič a Dovalil 2010).

2.3.4 Relativní síla

Relativní síla nám udává poměr mezi maximální silou a tělesnou hmotností. Vypočítáme ji tak, že jedno opakovací maximum vydělíme tělesnou hmotností. Příklad: 90kilový chlap při tlacích na lavici zvedne 180 kg a 50kilový chlap zvedne 100 kg. ($180:90=2$ a $100:50=2$).

To znamená, že člověk vážící 50 kg může mít stejnou relativní sílu jako člověk, co váží 90 kg. Tento typ síly se využívá u kontaktních sportů, jako je například americký fotbal (Stoppani a Soumar 2016).

2.3.5 Rychlostní síla

Je schopnost rychle přesunout vlastní tělo nebo předmět. Využívá se u řady atletických disciplín, jako je hod oštěpem, skok daleký atd... (Stoppani a Soumar 2016).

2.3.6 Startovní síla

Je schopnost vygenerovat vysoký výkon v počáteční fázi pohybu. Projevuje se v bojových sportech a ve vzpírání (Měkota a Novosad 2005).

2.3.7 Akcelerační síla

Navazuje na startovní sílu a je to schopnost rychlého růstu výkonu v průběhu větší části pohybu. Její význam se zásadně projevuje ve sprintech (Stoppani a Soumar 2016).

2.3.8 Vytrvalostní síla

Je schopnost odolávat únavě organismu při dlouhodobém silovém výkonu. Ve sportu se využívá zejména v plavání, cyklistice a kulturistice (Měkota a Novosad 2005).

2.4 Druhy svalové činnosti

Během tréninku dochází k opakovaným svalovým kontrakcím. Svalové kontrakce jsou vyvolány nervovou stimulací, která způsobuje zkrácení svalů. Nicméně svalový stah neznamena pouze zkrácení svalových vláken. Existují tři různé typy svalových kontrakcí, které se liší podle odporu a síly, kterou svaly vyvíjejí (Stoppani 2008).

2.4.1 Koncentrická kontrakce

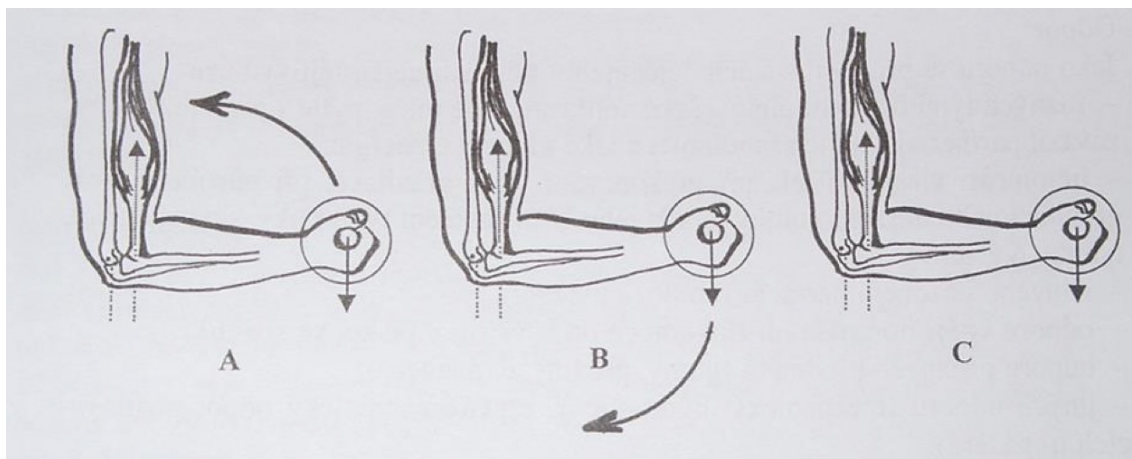
Tento druh kontrakce nastává, když síla svalu překonává odpor, což vede k pohybu v kloubu a zkrácení svalu. Jinými slovy koncentrická kontrakce je proces, při kterém se svalové vlákno zkracuje při překonávání odporu. Příkladem je pohyb vzhůru při bicepsovém zdvihu (Stoppani 2008; Perič a Dovalil 2010).

2.4.2 Excentrická kontrakce

Jinak se jí také říká brzdivá kontrakce a vyskytuje se, pokud je odpor vnějšího břemene větší než síla vyvíjená svalem, což vede k tomu, že se sval prodlužuje. Příkladem této kontrakce je pohyb dolů při bicepsovém zdvihu (Stoppani 2008; Perič a Dovalil 2010).

2.4.3 Izometrická kontrakce

Izometrická kontrakce je stav, kdy sval vyvíjí sílu, ale nedochází k žádné změně v délce svalu ani v poloze těla. Je to podobné situaci, kdy se snažíme pohnout předmětem, který je příliš těžký nebo kterým nelze pohnout. Svaly pracují a snaží se překonat odpor, ale protože předmět zůstává nepohyblivý, nedochází k žádnému pohybu ani změně délky svalu (Perič a Dovalil 2010).



Obrázek 3: Typy svalové kontrakce (Pixová 2016)

Bicepsový zdvih; A-Koncentrická; B-Excentrická; C-Izometrická

2.5 Plyometrie

Plyometrie se v praxi často projevuje skrze různá cvičení zaměřená na zvyšování výbušné síly a rychlosti. Mezi tato cvičení patří horizontální i vertikální výskoky, vrhy, hody a odrazy. Tyto aktivity prováděné s vysokou intenzitou a rychlostí pomáhají

stimulovat svaly k rychlému prodlužování a zkracování, což vede ke zlepšení explozivní síly. Plyometrická metoda tak poskytuje specifický druh svalové práce, který v konečném důsledku vede k výraznému zvýšení výbušné síly a schopnosti svalů reagovat rychle a silně (Jeffreys et al. 2016).

2.5.1 Historie plyometrie

Samotné slovo „plyometrie“ vychází z řeckého slova „plythein“, což znamená zvyšovat, a „metrický“, což doslova znamená měřit. Tento tréninkový koncept v atletice byl poprvé představen v roce 1969 v Rusku atletickým trenérem Verchošanským. Jeho cílem bylo simulovat výbušnou sílu potřebnou v atletických disciplínách (Pire 2006).

2.5.2 Charakteristika plyometrie

Plyometrická metoda využívá principu svalového předpětí, což znamená, že sval je před vlastní kontrakcí již předtím stažený. Tohoto předpětí se dosahuje především kinetickou energií, jako je pád břemene nebo těla z určité výšky. Když cvičenec dopadá na zem, dochází k brzdivé kontrakci svalu, která vytváří toto svalové předpětí. Po tomto brzdění následuje aktivní kontrakce, která je díky předpětí mnohem silnější než bez něj.

Jednoduchým příkladem může být cvičení, kdy cvičenec seskočí ze švédské bedny na zem a rovnou se odráží, aby vyskočil na druhou bednu. Při dopadu na zem sval brzdí pohyb, a tím vytváří svalové předpětí, které pak umožňuje silnější odraz do výšky.

Existuje i další způsob dosažení svalového předpětí, a to pomocí statické kontrakce, která přímo přechází v dynamickou kontrakci (Perič a Dovalil 2010).

2.6 Charakteristika běhu

I přesto, že je běh nejnáročnější vytrvalostní disciplínou, stal se za poslední roky oblíbenou sportovní disciplínou u rekreačních sportovců. Narůstají zejména počty maratonských účastníků. U běhu se využívá krátkodobá, střednědobá i dlouhodobá vytrvalost. Krátkodobá vytrvalost se využívá u běhů do 800 m. Dalším příkladem běhu je běh na 3000 m, který odpovídá střednědobé vytrvalosti (Kuhn 2005).

2.6.1 Charakteristika běžeckých disciplín

Atletické disciplíny se obvykle dělí do pěti hlavních skupin: sprinty, běhy, skoky, vrhy a hody, sportovní chůze. Mezi běžecké disciplíny patří střední tratě, což jsou závody jako 800 metrů, 1500 metrů, 3000 metrů a 3000 metrů překážek a také dlouhé tratě, které zahrnují závody jako 5000 metrů, 10 000 metrů, půlmaraton a maraton. Existují také běhy mimo dráhu a závody do vrchu (Semerád a Bunc 2021).

Běh na 800 metrů je považován za krátkodobou disciplínu s rychlostně vytrvalostním charakterem. Většina energetických nároků je pokryta anaerobními procesy, což znamená, že se jedná o činnost, která vyžaduje vysokou intenzitu a krátkou dobu trvání. Pohybová aktivita během tohoto závodu je typicky submaximální intenzity, což znamená, že běžci se snaží udržet co nejvyšší rychlost, ale přitom nejsou schopni udržet tuto intenzitu po delší dobu. Zhruba 35 % energetických požadavků běhu na 800 metrů je pokryto aerobním režimem, zatímco zbytek, tedy přibližně 65 %, je zajištěn anaerobně. Po doběhu dosahuje maximální hladina laktátu v krvi hodnoty 18-25 mmol/l, což je známka vysokého stupně anaerobního metabolismu během tohoto intenzivního závodu (Bahenský 2018).

Běh na 1500 metrů je zařazen do kategorie střednědobé vytrvalosti, což znamená, že vyžaduje vytrvalostní úsilí na středně dlouhou dobu. Je to činnost střední intenzity, která se odehrává převážně v aerobním režimu, přičemž zhruba 45 % energetických nároků je pokryto aerobním metabolismem a zbývajících 55 % je zajištěno anaerobním metabolismem. Energie potřebná pro běh na 1500 metrů je získávána kombinací anaerobní glykolýzy a aerobní fosforylace. Hladina laktátu v krvi po doběhu se pohybuje v rozmezí 14-20 mmol/l, což ukazuje na významnou úroveň anaerobní aktivity během tohoto závodu. Tato hodnota laktátu je důsledkem intenzivního a delšího úsilí, přičemž anaerobní procesy hrají v tomto procesu významnou roli (Bahenský 2018).

Běh na 3000 metrů patří mezi tratě se střednědobou zátěží. U vrcholových závodníků se po absolvování závodu obvykle dosahuje hodnoty laktátu v rozmezí 13-18 mmol/l. (Bahenský 2018).

Běhy na 5000 metrů a 10 000 metrů jsou disciplíny založené na dlouhodobé vytrvalosti. Jsou to závody, které vyžadují vytrvalostní úsilí po delší dobu a jsou považovány za jedny z nejnáročnějších disciplín jak z hlediska metabolického, tak oběhového a funkčního. Běh na 5000 metrů se většinou odehrává přibližně z 80 % v aerobním režimu a z 20 % v anaerobním režimu. Běh na 10 000 metrů pak zhruba z 90 % v aerobním a z 10 % v anaerobním režimu. Po absolvování závodu na 5000 metrů se obvykle měří hodnota laktátu v rozmezí 10-14 mmol/l, ale po závěrečném finiši může dosáhnout až 16 mmol/l. Při běhu na 10 000 metrů je hodnota laktátu po závodě obvykle v rozmezí 8-14 mmol/l. (Bahenský 2018).

Maraton je disciplína založená na dlouhodobé vytrvalosti. Probíhá převážně v aerobním režimu, a to přibližně z 95-98 %, a zhruba z 2-5 % v anaerobním režimu. Po

absolvování maratonu se obvykle měří hodnota laktátu v rozmezí 3-5 mmol/l, ale při závěrečném zrychlení může stoupat až na 6 mmol/l. (Bahenský 2018).

2.7 Cooperův test (12minutový test)

V roce 1963 Bruno Balke vyvinul test, který využíval 15minutový běh k posouzení aerobní zdatnosti vojenského personálu. O pět let později, v roce 1968, Kenneth Cooper upravil tento test na 12minutový běh a adaptoval ho pro použití u všech populací. Princip testu spočívá v tom, že jedinec běží co nejrychleji, jak jen dokáže, po dobu 12 minut a následně se měří celková dosažená vzdálenost. Tento test se v dnešní době rozšířil mezi trenéry a instruktory díky své jednoduchosti a minimálnímu potřebnému vybavení. Tento test poskytuje odhad maximální spotřeby kyslíku (VO₂ max) a je používán k posouzení kondice a vytrvalosti (Coulson 2018).

Podle studie provedené Bandyopadhyay (2014) byla prokázána silná korelace mezi hodnotou VO₂max, která byla zjištěna v laboratorních podmínkách, a vzdáleností překonanou při Cooperově testu. Jinými slovy, vyšší hodnota VO₂max byla spojena s větší schopností účastníka testu překonat delší vzdálenost při běhu v terénu.

2.8 Vojenská tělovýchova

V období přelomu 80. a 90. let docházelo v souvislosti s politickými změnami ve střední a východní Evropě k postupnému přehodnocení přístupu k tělesné zdatnosti a výkonnosti, což mělo vliv nejen na společnost jako celek, ale zvláště na vojenské velitele zodpovědné za připravenost armády. Tento trend se rozvíjel i po rozpadu Československa ke konci roku 1992. Byla zavedena speciální tělesná příprava, která významně ovlivnila dosavadní výcvik a snažila se více přiblížit reálným situacím. Důležitým krokem bylo také obnovení každoročního přezkoušení vojáků v oblasti tělesné výkonnosti, které se předtím plnilo spíše formálně (Přívětivý 2004).

2.8.1 Systém vojenské tělovýchovy

„Systém vojenské tělovýchovy je soubor opatření, kterými se realizuje tělesná výchova a sport v podmínkách AČR. Navazuje na tradice Československé armády a aplikuje zkušenosti vyspělých zahraničních armád. Je realizován v podobě uceleného, logicky uspořádaného a vnitřně integrovaného tělovýchovného procesu, který směřuje k dosažení optimální úrovně tělesné připravenosti vojenských profesionálů.“ (Přívětivý 2004)

2.8.2 Vojenské tělovýchovné vzdělávání

Jelikož i pro armádu bylo důležité mít vzdělané lidi v oboru tělesné přípravy, usilovala proto armáda spolu se státem o zavedení povinné tělesné výchovy do škol. V období první republiky v roce 1920 vzniká Vojenská škola MNO pro tělesnou výchovu, která připravovala důstojníky a rotmistry na roli učitele tělocviku a šermu. V období hospodářské krize dochází k přerušení činnosti této školy a činnost se podařilo znovu obnovit až v roce 1935, bohužel výuka už probíhala jen v omezeném rozsahu a její činnost byla nadobro ukončena v roce 1939. Z toho důvodu nastává ke konci 30. let 20. století úpadek vojenské tělovýchovy. Po zkušenostech z 2. světové války bylo zjištěno, že bojovou připravenost nelze rozvíjet a zdokonalovat bez tělesné přípravy, proto v roce 1945 vzniká Učiliště vojenské tělovýchovy pro vojenské tělovýchovné pracovníky. Vedle praktických činností, například úpolové cvičení, šerm, dálkové plavání a zrychlené přesuny se zde vojáci rozvíjeli i v teoretických předmětech. Ve školním roce 1952-1953 dochází k vytvoření Vojenského učiliště tělesné přípravy, které se v roce 1956 transformovalo na Vojenskou tělovýchovnou školu dr. Miroslava Tyrše. Ke zrušení této školy dochází zanedlouho v roce 1963. Důležitým mezníkem je rok 1954, kdy vzniká Vojenský obor (Přířevtívý 2004).

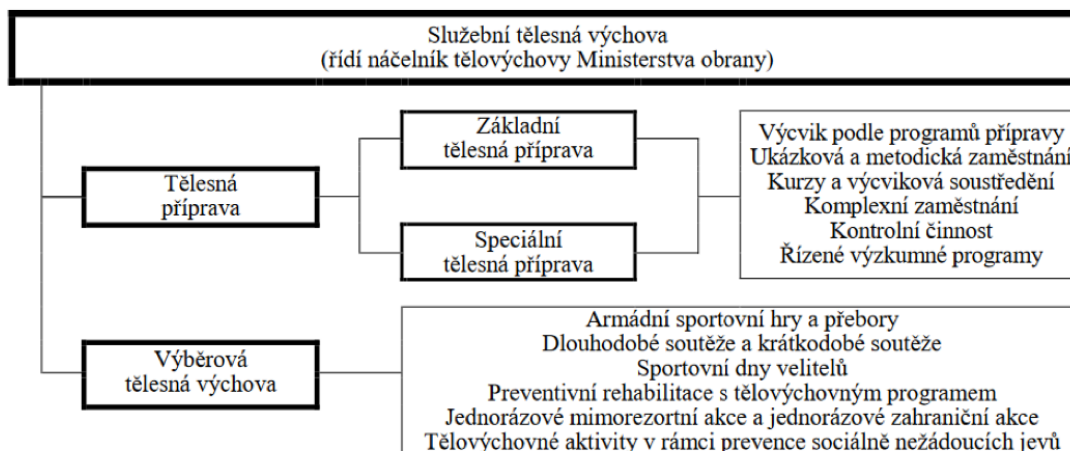
2.9 Služební tělesná výchova

Služební tělesná výchova je systematická tělovýchovná činnost prováděná s vojáky z povolání v určených prostorách a časech. Jejím hlavním cílem je pedagogicky řízený proces, který zajišťuje, aby vojáci dosáhli optimální tělesné připravenosti k úspěšnému plnění svých úkolů ve službě, v souladu se svým zařazením. Mezi hlavní úkoly patří získání odolnosti proti psychické zátěži, dosažení stanovených výkonnostních standardů a ovládnutí profesních pohybových dovedností. Praktický výcvik je realizován podle schváleného plánu zaměstnání a je odborně a metodicky řízen náčelníkem tělovýchovy Ministerstva obrany a jeho týmem (Ministerstvo obrany 2011).

2.9.1 Členění služební tělesné výchovy

Služební tělesná výchova zahrnuje dva hlavní typy aktivit: **1) tělesnou přípravu** a **2) výběrovou tělesnou výchovu**. Tělesná příprava je povinná a dělí se na **základní** a **speciální**. Základní a speciální tělesná příprava jsou integrovány do vojenského výcviku a odpovídají potřebám jednotlivých vojáků v souladu s jejich služebním zařazením. Jsou organizovány minimálně 4 hodiny týdně, ale pro výkonné vojenské letce je to minimálně

6 hodin týdně. Výběrová tělesná výchova je nepovinná a představuje organizovanou tělovýchovně-sportovní činnost mimo rámec času vyhrazeného pro tělesnou přípravu (Ministerstvo obrany 2011).



Obrázek 4: Členění služební tělesné výchovy (Ministerstvo obrany 2011)

2.9.2 Základní tělesná příprava

Základní tělesná příprava je zaměřena na systematické formování minimální úrovně pohybového a výkonnostního standardu, který je klíčový pro následný rozvoj tělesné připravenosti vojáků. Hlavním cílem tohoto výcviku je eliminovat rozdíly v tělesné kondici mezi jednotlivými vojáky, dále rozvíjet jejich pohybové schopnosti a dovednosti a vytvářet návyky k pravidelné tělesné aktivitě. Základní tělesná příprava zahrnuje různé obecné pohybové aktivity, jako je:

- a) gymnastika a její obměny,
- b) plavání,
- c) kolektivní a individuální sporty (fotbal, tenis),
- d) atletika,
- e) kontrolní cvičení a testy.

(Ministerstvo obrany 2011)

2.9.3 Speciální tělesná příprava

Speciální tělesná příprava je zaměřena na formování tělesné i psychické připravenosti vojáků pro plnění specifických pohybových úkolů souvisejících s jejich konkrétním vojenským zařazením. Témata této přípravy jsou vybrána na základě požadavků dané vojenské specializace jednotlivých vojáků. Obsahem speciální tělesné přípravy jsou specializovaná cvičení, která slouží k zvládnutí techniky pohybů, získávání potřebných dovedností a návyků, rozvoji pohybových schopností a zvýšení odolnosti. Výcvik ve speciální

tělesné přípravě vedou instruktoři nebo vedoucí instruktoři, kteří jsou odborně připraveni v daných tématech a jsou schopni vést vojáky k dosažení specifických cílů tělesné přípravy. Do speciální tělesné přípravy patří tyto okruhy:

- a) překonávání překážek,
- b) házení,
- c) přesuny,
- d) vojenské plavání,
- e) vojenské lezení,
- f) základy přežití,
- g) boj zblízka,
- h) vojenské víceboje.

Jak už bylo uvedeno, výcvik ve Speciální tělesné přípravě vedou instruktoři nebo vedoucí instruktoři a jedná se primárně o ty okruhy STP, které mají zvýšené riziko zranění či ohrožení života. Do této rizikové skupiny patří: vojenské plavání, vojenské lezení, boj zblízka, přesuny na sněhu a ledu a základy přežití (Ministerstvo obrany 2011).

2.10 Testování tělesné výkonnosti vojáků

„Testování tělesné výkonnosti vojáků je součástí kontroly a vyhodnocování a slouží k posuzování míry plnění cílů a úkolů nejen tělesného tréninku, ale také výcviku. Testováním se rozumí standardizovaný postup, jehož obsahem je pohybová činnost a výsledkem je číselné vyjádření průběhu a výsledku činnosti.“ (Přívětivý 2004)

Mezi testy výkonnosti patří tři základní skupiny testů: testy základní tělesné výkonnosti, testy speciální výkonnosti a testy pohybového nadání. Testy pohybového nadání se zatím v AČR neuplatňují. Testy tělesné výkonnosti jsou dobrým ukazatelem stavu tělesné připravenosti vojáka, ukazují přednosti a slabiny, na kterých by měl voják v rámci výcviku či individuálního tréninku pracovat (Přívětivý 2004).

2.10.1 Obsah a organizace kontroly tělesné přípravy

Každoročně se organizuje formou:

1. výročního přezkoušení,
2. profesního přezkoušení,
3. kontrolního přezkoušení VÚ.

2.10.2 Výroční přezkoušení

Probíhá každý rok v období od 1. května do 30. června a uzavírá se k 30. září. Výroční přezkoušení musí každý voják z povolání absolvovat jedenkrát ročně. Pokud nesplní požadované limity nebo ho z nějakých závažných důvodů není schopen absolvovat v řádném termínu, velitel organizačního celku stanoví v průběhu září náhradní termíny. Obsahem výročního přezkoušení jsou testy silového a vytrvalostního charakteru, které musí voják absolvovat v jednom dni. Při hodnocení vojáků a vojaček u výročního přezkoušení se přihlíží na věk a pohlaví a výsledek výročního přezkoušení je tvořen součtem všech testů, z nichž voják získá jednu výslednou známku (1 - výtečně, 2 - dobře, 3 - vyhovující, 4 - nevyhovující). V roli přezkušujícího je tělovýchovný pracovník organizačního celku, který vyhodnocuje výsledky přezkoušení (Ministerstvo obrany 2011).

2.10.3 Obsah výročního přezkoušení

Jak už bylo uvedeno, testy výročního přezkoušení obsahují soubor silových cvičení, která obsahují kombinaci dvou testů. Vojáci mají na výběr z lehu-sedu za 1 minutu a kliky za 30 sekund, nebo mohou zvolit druhý test silových schopností, kterými jsou shyby na hrazdě (ženy-výdrž ve shybu na hrazdě). Co se týče testu vytrvalostních schopností je zde na výběr také ze dvou testů, z nichž jeden je 12minutový běh a druhým je plavání libovolným způsobem na 300 metrů (Přívětivý 2004).

2.10.4 Profesní přezkoušení

Profesní přezkoušení je zaměřené na pohybové schopnosti a dovednosti jednotlivce a odlišuje se na základě typu organizačního celku a výkonnostních limitů. Výběr testů na profesní přezkoušení volí velitel organizačního celku tak, aby testy prověřily všechny pohybové schopnosti vojáka a s ohledem na úkoly, které organizační celky vykonávají. Jednotlivé organizační celky jsou rozděleny do výkonnostních skupin podle úrovně vyvíjenosti. Výkonnostní skupiny jsou rozděleny na: A, B a C. U výkonnostní skupiny A jsou kladeny vysoké nároky na tělesnou připravenost a do této skupiny patří například bojové útvary či speciální síly. U skupiny B jsou to střední nároky na tělesnou připravenost a u skupiny C se jedná o zvládnutí základních pohybových schopností a dovedností (Ministerstvo obrany 2011).

2.11 Literární rešerše

Přehledy literatury lze rozdělit na dva hlavní typy: „narativní“ a „systematické“ (Impellizzeri a Bizzini 2012). V kontextu mé bakalářské práce jsem si zvolil narativní

rešerši literatury, abych mohl komplexně analyzovat a interpretovat dostupné informace v souladu s mým výzkumným cílem.

2.11.1 Narativní rešerše

Narativní výzkum se zabývá studii, které využívají nebo analyzují narativní materiály, jako jsou literární díla, autobiografie, vědecké články, rozhovory a další. Výzkumníci se zaměřují na příběhy a osobní zkušenosti jednotlivců, aby lépe porozuměli dané problematice.

Trendy naznačují nárůst používání narativních přístupů ve výzkumu v posledních letech, a to jak v tradičních tištěných publikacích, tak na elektronických platformách a v databázích. Narativní bádání může sloužit jako pilotní studie při vytváření objektivních průzkumů pro menší skupiny, což pomáhá získat hlubší pochopení zkoumané problematiky.

Výsledky narativní rešerše poskytují unikátní a bohatá data, která nelze získat prostřednictvím klasických experimentů, dotazníků nebo pozorování. Tento přístup čtenáře navádí k otázkám ohledně formulace výzkumných otázek, vytváření nástrojů pro sběr dat a samotného procesu jejich shromažďování.

Nicméně s těmito výhodami přicházejí i určité výzvy. Narativní rešerše čelí problémům spojeným s velkým množstvím materiálu, který je třeba analyzovat, a s interpretativní povahou tohoto materiálu. Interpretace narativních dat může být subjektivní a náchylná k různým interpretacím, což může být obtížné zvládnout (Liblikh et al. 1998).

2.11.2 Postup při tvorbě narativní rešerše

Dosud není shoda na tom, jak by měla být standardně strukturována narativní rešerše. I když preferovaným formátem je IMRAD (úvod, metody, výsledky, analýza, diskuze), narativní rešerše může být organizována jinak. Může být uspořádána chronologicky s přehledem historie výzkumu, pokud jsou zřetelné jasné trendy, nebo může být představena jako „koncepční rámec“, kde je obsah strukturován podle závislých nebo nezávislých proměnných a jejich vztahů. Na rozdíl od systematické rešerše není sekce metod pro narativní rešerše povinná, ale pokud je zahrnuta, může výrazně přispět k srozumitelnosti klíčových zjištění. Vyhledávání literatury (část „Metody“) je kritickým krokem při odhalování výběrových zkreslení. Pokud je kontrolní otázka jasně definovaná, například v rámci výzkumné otázky, je možné zvolit vhodnou strategii vyhledávání, která je přizpůsobena pro použité vyhledávače. Proto se při hledání relevantní literatury pro

narativní rešerše doporučuje strukturovaný přístup podobný tomu, který se používá při systematické rešerši (Ferrari 2015).

Při psaní narativní rešerše se zřídka drží lineární postup, protože se jedná o dynamický proces. Výchozí bod je obvykle založen na vizualizaci získaných dat pomocí obrázků a tabulek, které představují základní stavební kameny NR. Každá část textu by měla odkazovat na tato data. Úvod by měl být napsán až po dokončení části s výsledky a diskuzí, jelikož ve skutečnosti analýza získaných článků umožňuje lepší pochopení výsledků a usnadňuje smysluplnou diskuzi a závěry. Navíc zpětné prohledávání textu umožňuje odstranění nadbytečných nebo irelevantních bodů (Ferrari 2015).

2.11.3 Systematická rešerše

Systematická rešerše literatury představuje nejspolehlivější a nejkompexnější přístup k zjišťování toho, co funguje v daném výzkumném oboru. Tento proces zahrnuje identifikaci, syntézu a hodnocení veškerých dostupných důkazů pomocí systematického přístupu, aby vytvořil robustní a empiricky odvozenou odpověď na konkrétní výzkumnou otázku (Impellizzeri a Bizzini 2012).

Klíčové je zaměření systematické rešerše na specifickou otázku a použití předem definovaných vědeckých metod k identifikaci, výběru, posouzení a shrnutí relevantních studií. Jak zdůraznil Gene Glass, systematický přehled je „analýzou analýz“.

Systematické rešerše jsou nezbytné nejen kvůli časovým omezením a potřebě kriticky zhodnotit velké množství literatury, ale také kvůli komplexnímu hledání a neutrální interpretaci nejlepších dostupných důkazů. Tyto přehledy pomáhají při interpretaci rozporuplných výsledků primárních studií, syntéze výsledků více studií a posouzení externí validity důkazů.

Klíčovými prvky systematické rešerše jsou dobře definovaná a užitečná výzkumná otázka, detailní a komplexní vyhledávací strategie, nezaujatá interpretace výsledků, uvádění výzkumu do kontextu a strukturovaná zpráva pro šíření výsledků mezi širší komunitu. Tyto prvky jsou nezbytné pro zajištění platnosti metodologie a spolehlivosti výsledků systematické rešerše literatury (Patole 2021).

2.11.4 Metaanalýza

Systematická rešerše je strukturovaný vědecký přístup k provádění přehledů literatury o předchozích výzkumných studiích, které se zaměřují na konkrétní, dobře formulovanou otázku. Tyto přehledy jsou úzce spojeny s metaanalýzami, což je statistická metoda pro kombinování dat z předchozích studií (Impellizzeri a Bizzini 2012).

Existují dva hlavní typy systematických přehledů:

Systematický přehled s metaanalýzou: Tento přehled kombinuje data z různých studií kvantitativním způsobem a vytváří kvantitativní syntézu výsledků. To umožňuje poskytnout kvantitativní odhady účinku nebo rizika dané intervence nebo jevu.

Kvalitativní systematický přehled: Pokud není možné provést metaanalýzu (například kvůli nedostatečné homogenitě dat), provádí se strukturovaný popis nebo narativní přehled studií. Tento přístup umožňuje hodnotitelům diskutovat různé aspekty zahrnutých studií a jejich vztah k dané otázce.

Důležitost systematických přehledů spočívá v jejich schopnosti identifikovat relevantní studie a poskytnout přesné a spolehlivé důkazy pro odpověď na výzkumnou otázku. Zahrnutí studií do metaanalýzy je klíčové pro posílení důvěryhodnosti výsledků (Patole 2021).

3 METODIKA PRÁCE

V metodické části práce se vysvětluje, co je cílem práce a jaké úkoly jsou potřeba k jeho dosažení. Dále se zde nachází výzkumná otázka, proces vyhledávání, popis výběru studií, kritéria pro zařazení, nebo vyřazení studie a zpracování dat.

3.1 Cíl práce

Cílem této práce je na základě vybrané literatury vytvořit přehled silových cvičení, která mohou pomoci vojákům či sportovcům v přípravě na vytrvalostní test, konkrétně běh na 12 minut.

3.2 Úkoly práce

- určit cíl práce,
- stanovit si výzkumnou otázku,
- nashromáždění a prostudování odborné literatury k dané problematice,
- na základě dostupné literatury a vědeckých článků vytvořit teoretickou část práce,
- vybrat vědecké databáze pro hledání odborných článků,
- zvolení vhodných klíčových slov,
- stanovení kritérií, podle kterých se budou studie do práce zahrnovat,
- odstranění nerelevantních zdrojů,
- vytvoření tabulky a zahrnutí dat z vybraných studií,
- interpretace výsledků,
- odpověď na výzkumnou otázku,
- úspěšně obhájit svoji práci.

3.3 Výzkumná otázka

Lze na základě silového tréninku či silových cvičení zaměřených na svaly dolních končetin zlepšit výkon při běhu na střední vzdálenosti?

3.4 Proces vyhledávání

Při vyhledávání studií bylo důležité vybrat vhodná klíčová slova a přizpůsobit je specifikům jednotlivých vědeckých databází. Klíčová slova byla vybrána na základě tématu bakalářské práce a synonym vztahujícím se k němu. Jelikož se jedná o narativní

rešerši literatury, tak úkolem klíčových slov bylo pouze vyfiltrování studií, které aspoň částečně souvisejí s tématem práce. Zde jsou uvedena klíčová slova, která byla zvolena: run, middle distance, 12 minutes run, strength training. Na základě nich byl také vytvořen tento skript (((ALL=(RUN) AND ALL=(MIDDLE DISTANCE)) OR ALL=(12 MINUTES RUN)) AND ALL= (Strength training), který byl následně vložen do jednotlivých vědeckých databází.

V dalším kroku se využilo booleovských vyhledávacích operátorů, jako jsou AND, OR a NOT. Tyto uvedené operátory umožňují provádět kombinaci klíčových slov, a upřesňovat tak vyhledání, aby výsledky odpovídaly co nejvíce požadovaným kritériím. Použití těchto operátorů pomohlo přesněji a efektivněji filtrovat relevantní informace z dostupných zdrojů.

3.5 Kritéria pro zařazení nebo vyřazení studie

Kritéria způsobilosti (eligibility criteria) jsou specifikace, které určují studie vhodné pro zahrnutí do této práce, anebo studie, jež by měly být vyřazeny na základě níže uvedených předem zvolených kritérií. Tato kritéria jsou důležitá pro zajištění validity a spolehlivosti výsledků studie. Existují dva hlavní typy kritérií způsobilosti: kritéria zahrnutí (inclusion criteria) a kritéria vyloučení (exclusion criteria).

Kritéria zahrnutí (Inclusion Criteria)

- musí se jednat o běh na střední vzdálenosti nebo běh na 12 minut (Cooperův test),
- studie musí obsahovat silový trénink,
- studie musí být v angličtině,
- intervence musí být 6 týdnů a déle.

Kritéria vyloučení (Exclusion Criteria)

- nesmí se jednat o literární rešerši,
- studie starší, než je rok 2000,
- studie nesmí být provedena na zvířatech.

3.6 Popis výběru studií

Výběr vhodných studií byl proveden převážně prostřednictvím vědeckých databází, konkrétně Web of Science, PubMed, Google Scholar a Scopus. Průzkum vědeckých databází proběhl na konci března roku 2024. Nejprve se do vědeckých databází vložila předem zvolená klíčová slova, která usnadnila identifikaci článků souvisejících s danou

problematikou. Na základě klíčových slov byla tedy získána celá řada studií, mezi kterými se objevily i studie s jinou problematikou. K odstranění studií s jinou problematikou bylo využito automatizačních filtrů. Prvním krokem při využití automatizačních filtrů bylo nastavení anglického jazyka a následně odstranění veškerých studií, které nesouvisí s během na střední vzdálenosti nebo 12minutovým během a silovým tréninkem. Jelikož celá problematika běhu a silového tréninku se neustále mění a stále se objevují nové tréninkové metody, tak jako další kritérium bylo stanoveno, že studie nesmí být staršího data, než je rok 2000. Následně byly získané výsledky importovány do referenčního manažeru EndNote, kde proběhlo odstranění duplicitních článků. Duplicitní články jsou články, které se vyskytovaly ve více vědeckých databázích. Další filtrování studií probíhalo v referenčním manažeru EndNote, kde na základě analýzy názvu studie a abstraktu došlo k dalšímu odstranění nerelevantních studií. Na základě výše uvedených postupů byly získané studie podrobeny detailní analýze, a pokud některá ze studií, která se na začátku zdála, že splňuje kritéria pro zařazení, je nakonec nesplňovala nebo třeba nebyl dostupný celý text, tak byla také odstraněna. Závěrečným výběrem nakonec prošlo 20 studií, které splňovaly veškerá stanovená kritéria. Pro usnadnění citací jednotlivých studií byly nakonec tyto články z EndNote importovány do citačního manažeru Zotero.

3.7 Zpracování dat

Pro shrnutí zjištěných informací byla data z jednotlivých studií vložena do tabulky, která umožňuje větší přehled o jednotlivých informacích, které jsou klíčové pro tuto práci. Studie v tabulce jsou uspořádány podle data publikování, přičemž nejnovější jsou uvedeny jako první a postupují seřazením směrem k těm nejstarším. Tato organizace umožňuje snadné sledování vývoje v čase a umístění novějších výzkumů na začátek tabulky. Tabulka se nachází ve výsledkové části práce a obsahuje název studie, autory, rok publikování, počet účastníků a jejich charakteristiku, počet vytrvalostních tréninků týdně, popřípadě celkovou týdenní vzdálenost v kilometrech. Dále délku studie, tréninkovou intervenci, skupiny a výsledky.

Některé studie v tabulce nemají kompletní informace, jako je počet vytrvalostních tréninků, cviky silového tréninku nebo celková kilometráž za týden. To je způsobeno tím, že autoři těchto studií neposkytli tyto údaje nebo je nepovažovali za klíčové pro danou studii. Dále se v tabulce nachází jedna studie, která má pouze jednoho účastníka, a proto není potřeba uvádět informace o tréninkové skupině. Pokud jsou některé údaje v tabulce

prázdné nebo chybí, je to obvykle z toho důvodu, že autoři studií tyto informace neposkytli nebo je nepovažovali za relevantní pro jejich výzkum.

4 Výsledky

Ve výsledkové části práce je prezentována tabulka obsahující výsledky 20 studií, které zkoumají vztah mezi silovým tréninkem a jeho dopadem na vytrvalostní výkon při běhu. Kromě toho jsou v této části uvedeny popisy informací získaných z jednotlivých studií, což poskytuje podrobnější vhled do jejich metodik a výsledků. Tímto způsobem čtenář získá komplexní přehled o výzkumném poli a dosažených výsledcích.

Tabulka 1: Průzkum jednotlivých studií (zdroj: Autor)

	Název studie	Autor/autoři studie	Rok vydání	Počet účastníků a jejich charakteristika	Počet vytrvalostních tréninků během týdne [km]	Délka studie	Tréninková intervence	Skupiny	Výsledky
1	EFFECT OF CONCURRENT STRENGTH AND ENDURANCE TRAINING ON DISTANCE RUNNING PERFORMANCE IN WELL-TRAINED ATHLETES	Demeku Akalu Wondem, Zelalem Melkamu Tegegne	2023	n=39, dobře trénovaní běžci na (3000-10000 m)	Skupiny ETG a CTG = 3x týdně (běh 40-60 min)	12 týdnů	Skupiny STG a CTG silový trénink 3x/týden. Cviky: Squat, Leg curl, Triiceps extension, Bench press, Calf raise, Trunk extension, Pulldown (60-90% 1RM) 4-5 sérií po 6-14 opakováních Hurdle hops, 2:30 running at 100% of MAS, 2-2:30 running, Extended bounds, Uphill running 2-6 sérií po 3-10 opakováních.	ETG (n=13) Skupina vytrvalostního tréninku; STG (n=13) Skupina silového tréninku; CTG (n=13) Skupina kombinovaného tréninku	Kombinovaný tréninkový program vedl ke zlepšení svalové síly, VO2max a běhu na 5km.
2	EFFECTS OF ISOMETRIC STRENGTH AND PLYOMETRIC TRAINING ON RUNNING PERFORMANCE: A RANDOMIZED CONTROLLED STUDY	Danny Lum, Tiago M. Barbosa, Abdul Rashid Aziz & Govindasamy Balasekaran	2023	n=26 (18 mužů, 8 žen) vytrvalostní běžci	Více než 30 km	6 týdnů	Plyometrický a izometrický trénink 2x/týden. Cviky pro skupinu PLY: Depth jump 40, 50, 60 cm, Single leg bounding, Split jump. Počet sérií a počet opakování: 2-4 série po 5 opakováních. Cviky pro skupinu IST: IMTP, Isometric ankle plantar flexion. Počet sérií a počet opakování: 2-3 série po 3-5 opakováních.	IST n=9 (6 mužů, 3 ženy) Skupina izometrického tréninku; PLY n=9 (6 mužů, 3 ženy) Skupina plyometrického tréninku; CON n=8 (6 mužů, 2 ženy) Kontrolní skupina	Izometrický a plyometrický trénink vedl ke zlepšení při běhu na 2,4km a MAS. Izometrický trénink dále vedl ke zlepšení RE.

3	EFFECTS OF FLYWHEEL RESISTANCE TRAINING ON THE RUNNING ECONOMY OF YOUNG MALE WELL-TRAINED DISTANCE RUNNERS	Yingying Weng, Hao-chong Liu, Tingting Ruan, Wenpu Yang, Hongwen Wei, Yixiong Cui, Indy Man Kit Ho, Qian Li	2022	n=22, dobře trénování běžci	3x týdně běh (1 běh=10 km)	6 týdnů	CON prováděla 3x/týden tradiční silový trénink, který obsahoval tento cvik: Squat (85% 1RM), 4 série po 6 opakováních; FG prováděla 3x/týden odporový trénink na flywheelu, který obsahoval tento cvik: Squat with maximum efforts (zatížení flywheelu 0,006 kg.m2) 4 série po 7 opakováních.	FG (n=12) Skupina odporového tréninku na flywheelu; CON (n=10) Kontrolní skupina	Trénink na flywheelu zlepšil výbušnou sílu dolních končetin, skokanské výkony a ekonomiku běhu .
4	EFFECTS OF RUNNING-SPECIFIC STRENGTH TRAINING, ENDURANCE TRAINING, AND CONCURRENT TRAINING ON RECREATIONAL ENDURANCE ATHLETES' PERFORMANCE AND SELECTED ANTHROPOMETRIC PARAMETERS	Pablo Prieto-González; Jaromir Sedlacek	2022	n=30 mužů, rekreační vytrvalostní běžci	ETG 3x týdně (Fartlek, Continuous training, Extensive interval training, Repetition training, Competition method)	12 týdnů	RSSTG silový trénink zaměřený na běh 3x/týdně. Cviky: Squat, Leg curl, Calf raise (64-86% 1RM), 4-6 sérií po 3-14 opakováních. Uphill run 200m, Extended bounds, Running at 100-110% maximum aerobic speed. ETG vytrvalostní trénink 3x/týden. CTG kombinace silového a vytrvalostního tréninku 3x/týden.	RSSTG Skupina silového tréninku zaměřená na běh; ETG Skupina vytrvalostního tréninku; CTG Kombinovaná tréninková skupina	Kombinovaný tréninkový program zlepšuje složení těla a výkonnostní proměnné. Silový trénink zaměřený na běh zlepšuje maximální sílu, výbušnou sílu a RE. Vytrvalostní trénink zlepšuje VO2max, AnT a RE.

5	EFFECT OF CONCURRENT STRENGTH AND ENDURANCE TRAINING ON RUN PERFORMANCE AND BIOMECHANICS: A RANDOMIZED CONTROLLED TRIAL	Trowell, D. Fox, A. Saunders, N. Vicenzino, B. Bonacci, J.	2022	n=30 (18 mužů, 12 žen) středně trénovaní běžci	STG=47,9 ± 17,8 km; Kontrolní skupina=49,2 ± 18,4 km	10 týdnů	Silový trénink 2x/týden. Cviky: Ankle bouncing 20x, Back squat (70% 1RM) 10x, Hurdle jumps (40cm) 3x5, Frontal plank 60s, High-knee drill or A-skip drill 20m, Single-leg deadlift a Split squat jump 10x každá strana, Side-stepping 20m, Countermovement jump or drop jump (45cm) 6x, Glute bridge 10x.	STG (n=15); CON (n=15) Kontrolní skupina	U skupiny STG nastalo zlepšení v běhu na 2km. Trénink STG měl dále pozitivní vliv na dobu do vyčerpání během testu VO2max. Výhodou tohoto tréninku bylo také snížení tělesného tuku.
6	EFFECT OF RESISTANCE TRAINING ON PHYSICAL PERFORMANCE IN HIGH-LEVEL 800-METER ATHLETES: A COMPARISON BETWEEN HIGH-SPEED RESISTANCE TRAINING AND CIRCUIT TRAINING	Bachero-Mena, Beatriz; Pareja-Blanco, Fernando; González-Badillo, Juan José	2021	n=13 mužů, atleti národní a mezinárodní úrovně na 800 m		25 týdnů	Silový trénink 2x/týden. RTG prováděla odporový trénink s nízkou zátěží (40-50% 1RM) a nízkým objemem (2-3 série po 4-6 opakováních). Cviky: Squat exercise, Jump-squat exercise, CMJ, Resisted sprint 20-40 m, Step phase of triple jump. CTG prováděla kruhový trénink s nízkou zátěží (0-40% 1RM) a vysokým objemem (3-5 sérií po 10-30 opakováních). Cviky: Half squat, Barbell step-ups, Jumps-squat and hamstring, quadriceps and calf exercises in machine.	RTG (n=6) Skupina vysokorychlostního odporového tréninku; CTG (n=7) Skupina kruhového tréninku	Vysokorychlostní odporový trénink v kombinaci s plyometrií a sprinty přinesl větší zlepšení v běhu a proměnných souvislejících se svalovou silou než kruhový trénink.

7	THE EFFECT OF STRENGTH TRAINING ON PERFORMANCE INDICATORS IN DISTANCE RUNNERS	Beattie, Kris; Carson, Brian P.; Lyons, Mark; Rossiter, Antonia; Kenny, Ian C	2017	n=20, univerzitní a národní běžci na (1500-10000 m)		40 týdnů	Silový trénink v předsezónním období (20 týdnů) 2x/týden a v závodním období (20 týdnů) 1x/týden. Cviky: Drop jump 35cm 3x5, Drop jum 45cm 1-5x4-5, Romanian deadlift 1-3x5-12, Pogo jumps 3x4-6, Countermovement jumps 2-3x3-5, Back squat 1-3x2-8, Single leg squat 1x8, Skater squat 1-2x8-10, Continuous countermovement jumps 3x5-6, Jump squat 1-3x3, Single leg romanian deadlift 1-3x5-8, Rev lunge 1-3x8-12, Split squat 1-3x8-12, Single leg squat 1-3x5-8.	STG (n=11) Skupina silového tréninku; CON (n=9) Kontrolní skupina	40 týdnů silového tréninku může výrazně zlepšit maximální sílu, reaktivní sílu, RE a VO2max bez současné hypertrofie.
8	EFFECT OF PLYOMETRICS ON THE ENERGY COST OF RUNNING AND MHC AND TITIN ISOFORMS	Pellegrino, Joseph; Ruby, Brent C.; Dumke, Charles L	2016	n=22 (14 mužů, 8 žen) zkušeni běžci		6 týdnů	Plyometrický trénink 15x/6 týdnů. Za jeden trénink 60-228 skoků, v průběhu intervence rostla intenzita a počet skoků.	CON (n=11) Kontrolní skupina; PLY (n=11) Skupina plyometrického tréninku	Plyometrická intervence vedla ke zlepšení časovky, ECR a zvýšení VO2max. Naopak u obou skupin se během studie zhoršila flexibilita.

9	EFFECTS OF EXPLOZIVE TYPE STRENGTH TRAINING ON SELECTED PHYSICAL AND TECHNICAL PERFORMANCE CHARACTERISTICS IN MIDDLE DISTANCE RUNNING-A CASE REPORT	Maćkała Krzysztof JÓŹwiak Łukasz Stodółka Jacek	2015	n=1 muž, subelitní běžec na střední tratě		6 týdnů	Dynamický silový a plyometrický trénink 2x/týden. Cviky: Split legs jumps on the box 20-30kg, Upward jumps with slightly straddled legs 20-30kg, Step-ups with front leg swing 20-30kg, Toe climbing from a half-squat 60-65kg. Alternate lunges 20-30kg, Power skipping (skip A, Skip C) 20m, Alternate sprint bounding 30m. Na cvik 2-4 série po 10-30 opakováních.		6 týdnů dynamického silového programu zřejmě zlepšuje neuromuskulární charakteristiky rychlosti běhu a výbušné síly, ale nenastaly žádné změny v technice běhu.
10	EFFECTS OF PLYOMETRIC TRAINING ON ENDURANCE AND EXPLOSIVE STRENGTH PERFORMANCE IN COMPETITIVE MIDDLE- AND LONG-DISTANCE RUNNERS	Ramírez-Campillo, R. Alvarez, C. Henríquez-Olguín, C. Baez, E. B. Martínez, C. Andrade, D. C. Izquierdo, M.	2014	n=36 (22 mužů, 14 žen) závodní běžci na střední a dlouhé tratě	6,94 ± 1,8 (TG=64,7 ± 18,8 km; CG=70,0 ± 19,3 km)	6 týdnů	Plyometrický tréninkový program 2x/týden. Cviky: DJ 60x, (DJ20 cm: 2x10; DJ40 cm: 2x10; skok z bedny 60 cm: 2x10)	CON (n=18, 12 mužů) Kontrolní skupina; TG (n=18, 10 mužů) Skupina explozivního silového tréninku	Po 6 týdnech PLY bylo zjištěno snížení času při testu na 2,4 km a 20m sprint, signifikantní zvýšení při skokanských testech a významný nárůst CSP.
11	RELATIONSHIP BETWEEN JUMPING ABILITY AND RUNNING PERFORMANCE IN EVENTS OF VARYING DISTANCE	Hudgins, B. Scharfenberg, J. Triplett, N. T. McBride, J. M.	2013	n=33 (19 mužů, 14 žen) závodní běžci NCAA divize, kteří se účastní závodů od 60 m do 5000 m				Sprinteři n=10 (5 mužů a 5 žen); běžci na střední tratě n=11 (6 mužů a 5 žen); běžci na dlouhé tratě n=12 (8 mužů a 4 ženy)	V této studii bylo zjištěno, že výkon ve skocích je do jisté míry spojen s výkonností při běhu na krátké a delší vzdálenosti.

12	CONCURRENT TRAINING IN ELITE MALE RUNNERS THE INFLUENCE OF STRENGTH VERSUS MUSCULAR ENDURANCE TRAINING ON PERFORMACE OUTCOMES	Sedano, Silvia; Marín, Pedro J.; Cuadrado, Gonzalo; Redondo, Juan C	2013	n=18 mužů, dobře trénovaní běžci na (3000-5000 m) soutěžící na španělské národní úrovni	6x týdně běh (1 běh=0.5-1.5 h)	12 týdnů	Trénink 2x/týden. ETG: Squat with band, Lying leg curl with band, Calf raises with band, Leg extension with band. (3 série po 25 opakováních). STG: Barbell squat, 2x Vertical jumps over hurdles (40cm), Lying leg curl, 2x Horizontal jumps, Seated calf raises, Leg extension. (3x7 se 70% maximální zátěže). ESG: Barbell squat, Lying leg curl, Seated calf raises, Leg extension. (3x20 se 40% maximální zátěže).	ETG (n=6) Skupina vytrvalostního tréninku (Prováděla obecný silový trénink, který v tomto období obvykle provádí.); STG (n=6) Skupina silového a vytrvalostního tréninku	Výbušný a vytrvalostně silový trénink vedl ke zlepšení maximální síly, RE a PV. Navíc výbušný silový trénink vedl ke zlepšení v časovce.
13	EFFECT OF STRENGTH TRAINING ON RUNNING ECONOMY	L.G.A. Guglielmo; C.C. Greco; B.S. Denada	2009	n=16, vytrvalostní běžci na střední a dlouhé vzdálenosti, kteří soutěží na regionálních a celostátních závodech	4x týdně submaximální běh	4 týdny	Silový trénink 2x/týden. Cviky: Leg press, Parallel squat, Leg tension, Leg flexion, 2 exercises of calf raise. HWT: 1 a 2 týden/ 3 série po 6 opakování, 3 a 4 týden/ 4-5 sérií po 6 opakování; EST: 1 a 2 týden/ 3 série po 12 opakování, 3 a 4 týden/ 4-5 sérií po 12 opakování. U obou skupin se cvičilo do selhání, postupně se zvyšoval odpor a interval odpočinku byl tři minuty.	EST (n=9) Výbušný silový trénink; HWT (n=7) Těžký silový trénink	U skupiny HWT došlo ke zlepšení RE. Dále bylo zjištěno, že protokol se středním odporem a vysokou rychlostí pohybu v koncentrické fázi zlepšuje maximální a výbušnou sílu bez jakýchkoliv modifikací v RE. U obou skupin nastalo zlepšení (1RM) a u skupiny EST dále nastalo zlepšení CMJ.

13	EFFECT OF STRENGTH TRAINING ON RUNNING ECONOMY	L.G.A. Guglielmo; C.C. Greco; B.S. Denada	2009	n=16, vytrvalostní běžci na střední a dlouhé vzdálenosti, kteří soutěží na regionálních a celostátních závodech	4x týdně submaximální běh	4 týdny	Silový trénink 2x/týden. Cviky: Leg press, Parallel squat, Leg tension, Leg flexion, 2 exercises of calf raise. HWT: 1 a 2 týden/ 3 série po 6 opakování, 3 a 4 týden/ 4-5 sérií po 6 opakování; EST: 1 a 2 týden/ 3 série po 12 opakování, 3 a 4 týden/ 4-5 sérií po 12 opakování. U obou skupin se cvičilo do selhání, postupně se zvyšoval odpor a interval odpočinku byl tři minuty.	EST (n=9) Výbušný silový trénink; HWT (n=7) Těžký silový trénink	U skupiny HWT došlo k zlepšení RE. Dále bylo zjištěno, že protokol se středním odporem a vysokou rychlostí pohybu v končetrické fázi zlepšuje maximální a výbušnou sílu bez jakýchkoliv modifikací v RE. U obou skupin nastalo zlepšení (1RM) a u skupiny EST dále nastalo zlepšení CMJ.
14	THE EFFECT OF STRENGTH TRAINING ON THREE-KILOMETER PERFORMANCE IN RECREATIONAL WOMEN ENDURANCE RUNNERS	Kelly, Cherina M; Burnett, Angus F; Newton, Michael J	2008	n=16 žen, fyzicky zdatné studentky, které se rekreačně věnují běhu	3x týdně běh (pomalý, tempový a intervalový běh)	10 týdnů	Silový trénink 3x/týden. Cviky: Squats, Calf raises, Hip extension, Hip flexion, Hamstring curl, Seated row, Bench press. Každý cvik 3 série po 5 opakováních. Intenzita cvičení: 1 týden 60-70% 1RM, 2 týden 70-80% 1RM, od 3 do 10 týdne 85+% 1RM.	CON (n=9) Kontrolní skupina; STG (n=7) Skupina silového tréninku	U skupiny STG došlo po 10 týdnech k zvýšení svalové síly a k nepatrnému zlepšení při běhu na 3 km. Studie dále nezjistila žádné negativní interakce mezi vytrvalostním a silovým tréninkem.

15	RUNNING-SPECIFIC, PERIODIZED STRENGTH TRAINING ATTENUATES LOSS OF STRIDE LENGTH DURING INTENSE ENDURANCE RUNNING	Esteve-Lanao, Jonathan; Rhea, Matthew R.; Fleck, Steven J.; Lucia, Alejandro	2008	n=18 mužů, trénování běžci na střední tratě	50-80 km	16 týdnů	V přípravném období všechny skupiny absolvovaly 9 silových tréninků (3x izometrie, 2x cviky s vlastní vahou, 4x odporový trénink: cviky: Leg press, Hamstring curl, Calf raise, Squat, Power cleans, snatches, 2-4 série do sehlání). Ve specifickém období prováděla periodická skupina 2-3x/týden: kruhový trénink:, plyometrická cvičení a běh s nošením 2-3 kg zátěžových pásů. Skupina neperiodického silového tréninku prováděla stejné tréninky, ale bez mezitýdenních nebo sekvencí mezicyklických variací. V soutěžním období neprováděla žádná skupina žádný specifický silový trénink.	Skupina periodického silového tréninku (n=6); Skupina neperiodického silového tréninku (n=6), Kontrolní skupina (n=6)	Bylo zjištěno, že periodický silový trénink specifický pro běh minimalizuje ztrátu délky kroku.
16	SHORT-TERM PLYOMETRIC TRAINING IMPROVES RUNNING ECONOMY IN HIGHLY TRAINED MIDDLE AND LONG DISTANCE RUNNERS	Saunders, P. U. Telford, R. D. Pyne, D. B. Peltola, E. M. Cunningham, R. B. Gore, C. J. Hawley, J. A.	2006	n=15, vysoce trénování běžci	PLY=100,2 ± 48,1 km; CON=114,1 ± 34,8 km	9 týdnů	1 týden/ 2x trénink; 2- 9 týden/ 3x trénink. Cviky: Back extension 1-2x15, Leg press 2-5x6-8, Countermovement jumps 1-3x6, Knee lifts 1-3x20, Ankle jumps a Hamstring curls 1-3x10, Alternate-leg bounds 1-6x 10m, Skip for height 1-5x20-30m , Single-leg ankle jumps 1-4x20m, Continuous hurdle jumps 5x5, Scissor jumps for height 5x8	CON (n=8) Kontrolní skupina; PLY (n=7) Skupina plyometrického tréninku	Po přidání PLY tréninku nastalo zlepšení RE při rychlosti 18 km/h, zlepšení maximální dynamické síly a posun sklonu rychlosti Vo2max.

17	EFFECT OF INTRA-SESSION CONCURRENT ENDURANCE AND STRENGTH TRAINING SEQUENCE ON AEROBIC PERFORMANCE AND CAPACITY	M Chtara, K Chamari, M Chaouachi, A Chaouachi, D Koubaa, Y Feki, G P Millet, M Amri	2005	n=48 mužů, studenti		12 týdnů	Silový trénink 3x/týden. Období 1-2 rozvoj silové vytrvalosti. Cviky: Abdominal strengthening, Hip extension with 15kg, Back extensors, Half squats with 20kg, Forward alternated arm flexions with 5-10kg, Forward walking slits with 20kg. Období 3-4 rozvoj výbušnosti. Cviky: Drop jumps from a plinth 30-60cm, Hops, Jumps over hurdles 50-70cm, Single leg hops, Single leg bonds, Multi-jumps. (4 série po 30-40 sekundách)	ETG (n=10) Skupina vytrvalostního tréninku; STG (n=9) Skupina silového kruhového tréninku; E+S (n=10) Skupina kombinovaného tréninku; S+E (n=10) Skupina kombinovaného tréninku; CON (n=9) Kontrolní skupina	Kruhový trénink bezprostředně po individualizovaném vytrvalostním tréninku ve stejné relaci dosáhl většího zlepšení v časovce na 4 km a aerobní kapacitě než ostatní skupiny.
18	EFFECTS OF RESISTANCE, ENDURANCE, AND CONCURRENT EXERCISE ON TRAINING OUTCOMES IN MEN	Glowacki, Shawn P.; Martin, Steven E.; Maurer, Ann; Baek, Wooyeul; Green, John S.; Crouse, Stephen F.	2004	n=41 mužů, netrénovaní dobrovolníci	Skupiny ETG a CTG= 2-3x týdně běh (20-40 min)	12 týdnů	Skupina RT 2-3x/týden silový trénink (8 cviků, 3 série po 6-10 opakováních). Cviky: Cílem cviků bylo zacílit všechny hlavní svalové skupiny. Skupina ETG 2-3x/týden běh. Skupina CTG 5x/týden trénink (2-3x/týden běh, 2-3x/týden silový trénink).	ETG (n=12) Skupina vytrvalostního tréninku; RT (n=13) Skupina odporového tréninku; CTG (n=16) Skupina kombinovaného tréninku	Kombinovaný silový a vytrvalostní trénink nenarušuje rozvoj síly, ale může bránit v rozvoji maximální aerobní kapacity.
19	IMPROVEMENT IN RUNNING ECONOMY AFTER 6 WEEKS OF PLYOMETRIC TRAINING	Turner, Amanda M.; Owings, Matt; Schwane, James A.	2003	n=18 (10 žen, 8 mužů) rekreační běžci s nízkou výkonností	3x týdně (minimálně 16 km/ týden)	6 týdnů	PLY trénink 3x/týden, trénink obsahoval 6 cviků. Cviky: Warm-up vertical jumps 10x, Vertical jumps 5-15x, One-legged vertical jumps 5-10x (na každou nohu), Vertical springing jumps 15-30x, Split-squat jumps 5-20x, Incline jumps 20-25x.	PLY (n=10); CON (n=8) Kontrolní skupina	Po 6 týdnech PLY tréninku došlo k malému zlepšení RE.

20	EFFECTS OF CURRENT DURATION AND STRENGTH TRAINING ON RUNNING ECONOMY AND VO2 KINETICS	Gregoire P. Millet; Bernard Jaouen; Fabio Borrani; Robin Candau	2002	n=15, dobře trénovaní triatlonisté	ESG=48 ± 7 km; ETG=44 ± 5 km	14 týdnů	Silový trénink svalů dolních končetin 2x/týden. Cviky: Hamstring curl, Leg press, Seated press, Parallel squat, Leg extension, Hell raise. 2 zahřívací série, následně 3-5 sérií do selhání po 3-5 opakováních.	ESG (n=7) Skupina silového a vytrvalostního tréninku; ETG (n=8) Skupina vytrvalostního tréninku	Přidání silového tréninku má pozitivní vliv na maximální sílu a RE. Silový trénink navíc nezměnil kinematiku VO2 při těžkém cvičení s konstantní frekvencí.
----	---	---	------	------------------------------------	------------------------------	----------	---	---	---

*n - počet; m – metr; ETG – skupina vytrvalostního tréninku; STG – skupina silového tréninku; CTG – kombinovaná tréninková skupina/skupina kruhového tréninku; MAS – maximální aerobní rychlost; min – minuta; VO2max – maximální spotřeba kyslíku; km – kilometr; CON – kontrolní skupina; IRM – jedno opakovací maximum; cm – centimetr; PLY – plyometrie/skupina plyometrického tréninku; IST – skupina izometrického tréninku; RE – ekonomika běhu; RSSTG – skupina silového tréninku zaměřená na běh; AnT – anaerobní práh; RTG – skupina vysokorychlostního odporového tréninku; ECR – energetické náklady běhu; TG – skupina explozivního silového tréninku; CSP – kombinovaný standardizovaný výkon; NCAA – National Collegiate Athletic Association – Národní studentská atletická asociace; h – hodina; ESG – skupina silového a vytrvalostního tréninku; PV – maximální rychlost; EST – výbušný silový trénink; HWT – těžký silový trénink; kg – kilogram; E + S a S + E – skupina kombinovaného tréninku; RT – skupina odporového tréninku; CMJ – countermovement jump; DJ – Drop jump; x – krát; s – sekunda; ± - směrodatná odchylka

4.1 Charakteristika skupin

Charakteristika skupin by měla čtenářům poskytnout informace o sportovní úrovni účastníků před zahájením intervence a také o genderovém zastoupení ve studiích. Tato informace je klíčová, protože zlepšení se může lišit podle pohlaví a také podle úrovně sportovního výkonu, například vrcholoví běžci by mohli mít odlišné reakce na intervenci než rekreační běžci nebo jedinci, kteří nejsou sportovně aktivní. Do rešerše bylo zahrnuto 460 účastníků, kteří dokončili celou tréninkovou intervenci v jednotlivých studiích, z toho bylo 238 mužů a 82 žen. Mezi studie, které nevedly, jestli se jedná o muže či ženy, patří (Glowacki et al. 2004; Millet et al. 2002; Saunders et al. 2006; Guglielmo et al. 2009; Weng et al. 2022; Bahir Dar University, Department of Sport Science, Sports Academy, Bahir Dar, Ethiopia et al. 2023), tudíž u zbylého počtu účastníků se můžeme pouze domnívat, jestli to byli muži či ženy.

Co se týká úrovně sportovního výkonu, tak většina z vybraných studií se zaměřila na běžce, kteří mají dobrou úroveň trénovanosti a závodí na regionálních, národních, či dokonce mezinárodních závodech (13). Mezi dalšími účastníky studií byli rekreační běžci (4), (Lum et al. 2023; Prieto-González a Sedlacek 2022; Kelly et al. 2008; Turner et al. 2003). Byla zde i studie, konkrétně (Chtara 2005), která neuvádí přesnou úroveň sportovního výkonu svých účastníků, pouze zmínili, že se jedná o studenty. Do výběru byla dále zahrnuta jedna studie (Millet et al. 2002), která byla provedena na trénovaných triatlonistech. Na závěr lze říct, že se zde nachází pouze jedna studie (Glowacki et al. 2004), která byla provedena na netrénovaných jedincích.

4.2 Vytrvalostní trénink

Vytrvalostní trénink byl nedílnou součástí výzkumů. Prováděli ho účastníci rozdělení do kontrolních a vytrvalostních skupin, stejně tak i ti, co byli v experimentálních skupinách, kde se zaměřovali na nějakou formu silového tréninku. Šest autorů (Bachero-Mena et al. 2021; Beattie et al. 2017; Pellegrino et al. 2016; Maćkała et al. 2015; Hudgins et al. 2013; Chtara 2005) však nevedlo počet vytrvalostních tréninků týdně ani naběhanou týdenní vzdálenost, tudíž to není uvedeno ani v tabulce. Naopak někteří přesně popsali vytrvalostní trénink, který byl během intervence prováděn, jako to udělali (Bahir Dar University, Department of Sport Science, Sports Academy, Bahir Dar, Ethiopia et al. 2023), kteří popisují, že vytrvalostní trénink byl prováděn 3x týdně v celkové délce jednoho tréninku 40-60 minut a skládal se ze souvislého běhu, fartleku a intervalových

tréninků. Další, kdo takhle přesně vytrvalostní trénink během intervence popsali, byli (Prieto-González a Sedlacek 2022). Jiní uvádí přesnou vzdálenost, kterou účastníci intervence naběhali za týden, konkrétně se jedná o (Millet et al. 2002; Turner et al. 2003; Saunders et al. 2006; Esteve-Lanao et al. 2008; Ramírez-Campillo et al. 2014; Weng et al. 2022; Trowell et al. 2022; Lum et al. 2023). Zbylí čtyři autoři (Sedano et al. 2013; Guglielmo et al. 2009; Kelly et al. 2008; Glowacki et al. 2004) pouze uvedli, kolikrát týdně byl vytrvalostní trénink prováděn, popřípadě zmínili jeho délku.

4.3 Silový trénink

Ve studiích, které jsou v této práci zmíněny, se objevují různé typy silových tréninků, které účastníci studie prováděli. Mezi silové tréninky, které prováděli, patří izometrický silový trénink (2), odporový trénink na flywheelu (1), vysokorychlostní objemový silový trénink (1), odporový silový trénink (6), těžký silový trénink (1), periodický či neperiodický silový trénink (1), kruhový silový trénink (3), výbušný silový trénink (2). U většiny studií byl silový trénink primárně zaměřen na svaly dolních končetin. Nejvíce využívaným silovým tréninkem byla plyometrie (14). Někdy také docházelo ke kombinaci více druhů silového tréninku pro jednu skupinu, jako tomu bylo u (Esteve-Lanao et al. 2008), nebo bylo ve studii více skupin a každá prováděla jinou formu silového tréninku. Příkladem je (Lum et al. 2023), který ve své studii rozdělil 26 vytrvalostních běžců do tří skupin, kde jedna skupina prováděla izometrický silový trénink v kombinaci s během, druhá skupina prováděla plyometrický trénink v kombinaci s během a třetí skupina byla kontrolní a prováděla pouze běžecské tréninky.

5 Diskuze

Hlavním tématem této diskuze je prezentovat a popsat zjištěné poznatky z narativní rešerše a odpovědět na výzkumnou otázku. Diskuze tedy reflektuje dosažené poznatky a jejich relevanci pro stanovený cíl práce, zároveň také zkoumá, jakým způsobem tyto poznatky přispívají k rozšíření poznání v dané oblasti a jaké jsou jejich praktické důsledky.

Pro přehlednost získaných dat byla vytvořena tabulka s 20 vybranými studii, která se nachází ve výsledkové části práce. Ve výsledkové části práce a diskuzi jsme se na jednotlivé části výzkumů zaměřili podrobněji a popsali jsme získané informace.

Cílem této bakalářské práce bylo vytvořit přehled silových cvičení, která mohou pomoci vojákům či sportovcům v přípravě na vytrvalostní test, konkrétně běh na 12 minut. Jak už bylo uvedeno, informace byly získány z 20 vybraných studií, které nějakým způsobem řeší vliv silového tréninku na běh na střední vzdálenost. Jelikož nebyla nalezena žádná literatura, která by se konkrétně věnovala vlivu silového tréninku na běh na 12 minut, byla zvolena střední vzdálenost, která odpovídá výkonům při běhu na 12 minut u vojáků z povolání.

Na stanovenou výzkumnou otázku, která zní: „Lze na základě silového tréninku či silových cvičení zaměřených na svaly dolních končetin zlepšit výkon při běhu na střední vzdálenosti?“ je možné na základě provedené narativní rešerše odpovědět ano, jelikož většina studií prováděla právě silové cviky na svaly dolních končetin a dosáhli pozitivních výsledků.

Pro pochopení problematiky, která se v této práci řeší, byla v teoretické části práce popsána teoretická východiska, která souvisí s tématem práce. Důraz byl kladen na vytrvalostní a silové schopnosti. Část teoretické části práce je také věnována běhu a Cooperskému testu. A protože by práce měla poskytnout rady vojákům z povolání při přípravě na výroční přezkoušení, je zde popsána kapitola o vojenské tělovýchově a služební tělesné výchově v Armádě České republiky. V závěru teoretické části práce byla ještě vysvětlena rešerše literatury, a to jak systematická, tak i narativní.

5.1 Cviky silového tréninku

Aby došlo k naplnění cíle, který byl pro tuto bakalářskou práci stanoven, je v tomto odstavci seznam nejčastěji používaných silových cvičení, která se vyskytují ve vybraných studiích. Nejčastěji byla využívána plyometrická cvičení (14), konkrétně nejčastěji používanými plyometrickými cviky bylo skákání přes překážky (5), Countermovement jump-

skok po odrazu (4), drop jump-seskok a následný výskok (3), ale byla použita i celá řada jiných skokanských cvičení, příkladem jsou třeba: vertikální a horizontální skoky, skoky z jedné nohy na bednu nebo depth jump-seskok s okamžitým odrazem. Často se ve studiích dále objevovaly dřepy (12), které měly různé podoby (poloviční dřep, paralelní dřep, dřep na jedné noze, dřep s odporovou gumou, dřep s činkou na zádech, dřep s výskokem). Dalším cvikem na svaly dolních končetin, který se častěji vyskytoval, byly calf raise-výpony lýtek (7), které byly prováděny vestoje, s odporovou gumou nebo na stroji. Jedním z řady typických cviků byl i leg press, jeho zastoupení bylo ve čtyřech studiích. Posledními častěji se objevujícími cviky byly mrtvé tahy (2) a cviky zaměřené na přední a zadní stranu stehna, mezi které patří: leg curl leg extension. Z 20 studií, které byly vybrány pro tuto rešerši, pouze 5 (Glowacki et al. 2004; Chtara 2005; Kelly et al. 2008; Esteve-Lanao et al. 2008; Bahir Dar University, Department of Sport Science, Sports Academy, Bahir Dar, Ethiopia et al. 2023) uvádí, že do silového tréninku zařadili kromě cviků na dolní končetiny a svaly zad i jiné cviky, jako je třeba bench press, power clean a snatch. Z toho vyplývá, že na základě výše uvedených studií by zlepšení v běhu na střední vzdálenosti mohlo nastat, pokud se využijí silové cviky na dolní končetiny, které budou podpořeny skokanskými a plyometrickými cviky.

5.2 Vlivy silového tréninku na běh

Na základě provedené narativní rešerše literatury lze konstatovat, že silový trénink má pozitivní dopad na výkonnost při běhu na střední vzdálenosti, stejně jako na další klíčové faktory.

Je důležité zmínit, že samotný vytrvalostní trénink nestačí k dosažení optimálního vylepšení běžeckého výkonu, jak ukázala studie provedená na (Bahir Dar University, Department of Sport Science, Sports Academy, Bahir Dar, Ethiopia et al. 2023). Výsledky této studie naznačují, že účastníci, kteří kombinovali vytrvalostní a silový trénink, dosáhli většího zlepšení než ti, kteří se věnovali pouze jednomu typu tréninku.

Další výzkum, který se zaměřil na kombinovaný vytrvalostní a silový trénink, (Prieto-González a Sedlacek 2022) toto tvrzení potvrdil a zaznamenal na základě kombinovaného tréninku pozitivní změny v tělesném složení, maximální a výbušné síle, stejně jako v ekonomice běhu. Zejména zlepšení ekonomiky se jeví jako klíčový faktor ovlivňující celkový běžecký výkon, který lze díky silovému tréninku efektivně zdokonalit. Dalším pozitivním vlivem je zlepšení výbušné síly. To ve své studii popisují (Ramírez-

Campillo et al. 2014), kteří využili pro svůj výzkum 6 týdnů plyometrického tréninku kombinovaného s vytrvalostním tréninkem a popisují, že zvýšený výkon ve výbušné síle vyžadující rychlou reakci na podněty a generování silné kontrakce svalů může zkrátit dobu, kterou stráví noha sportovce v kontaktu se zemí během běhu, což příznivě ovlivňuje výkon. (Glowacki et al. 2004) se ale na základě provedené intervence domnívá, že kombinovaný tréninkový program nemusí mít jen pozitivní vlivy. Dokonce tvrdí, že kombinovaný trénink může bránit v rozvoji maximální aerobní kapacity.

Mezi další faktory, které mohou být ovlivněny silovým tréninkem, patří ztráta délky kroku, která je typická pro vytrvalostní běh. (Esteve-Lanao et al. 2008) naznačují, že periodizovaný silový trénink může minimalizovat tuto ztrátu délky kroku a přispět k celkovému zlepšení techniky běhu.

Tyto faktory se dají zlepšit na základě různých silových tréninků, ať už se jedná o plyometrický trénink, který byl hojně využíván, konkrétně tito autoři (Lum et al. 2023; Ramírez-Campillo et al. 2014; Beattie et al. 2017; Pellegrino et al. 2016; Sedano et al. 2013; Saunders et al. 2006; Turner et al. 2003) se na něj primárně zaměřili a zjistili řadu benefitů, které tento silový trénink poskytuje. Jako první by bylo vhodné zmínit, že plyometrický trénink zlepšuje energetické náklady na běh, neuromuskulární charakteristiky, maximální aerobní rychlost, a tím i celkový výkon při běhu. Dalším pozitivem toho tréninku je zlepšení reaktivní síly či skokanských výkonů. Ač to může být zvláštní, tak výkon ve skocích do jisté míry souvisí s výkonem při běhu, což potvrzuje (Hudgins et al. 2013). (Beattie et al. 2017), dokonce uvádí, že na základě plyometrického tréninku došlo ke zlepšení VO₂max. Ti autoři, kteří neměli studii zaměřenou na plyometrický trénink, ho alespoň ve formě několika plyometrických cvičení do svého tréninku zařadili, což potvrzuje teorii, že plyometrický trénink v kombinaci s obecným silovým tréninkem zaměřeným na svaly dolních končetin je nejúčinnější formou silového tréninku, který byl v této narativní rešerši používán. Z toho vyplývá, že je ho vhodné zařadit pro zlepšení běhu na střední vzdálenosti, potažmo při běhu na 12 minut.

Ovšem je možné využít i jiné silové tréninky, jejichž účinky na výkon při běhu jsou také pozitivní, například těžký silový trénink, jenž použil (Guglielmo et al. 2009) ,dokazuje, že lze díky tomuto tréninku efektivně zlepšit ekonomiku běhu. Další formou silového tréninku, kterou lze použít pro zlepšení, popsali ve své studii (Bachero-Mena et al. 2021) a jedná se vysokorychlostní odporový trénink v kombinaci s plyometrií a sprinty, nebo

třeba (Weng et al. 2022), který prováděl dřepy na flywheelu, a zjistil, že trénink na flywheelu poskytuje lepší tréninkové výhody než tradiční odporový trénink.

V závěru by bylo vhodné uvést, že je důležité i to, kdy se trénink provádí, jestli před vytrvalostním tréninkem anebo po něm, nebo v odpočinkové dny. Pokud se jedná o rekreační běžce či sportovce, tak většina preferovala provádět silový trénink v odpočinkové dny, kdy neměla žádný vytrvalostní trénink. Ale pokud se jednalo o sportovce, kteří jsou dobře trénovaní a závodí na národní a mezinárodní úrovni a jejich objem vytrvalostních byl velký, tak prováděli silový trénink před vytrvalostním tréninkem. Našla se však studie od (Chtara 2005), která prováděla kruhový silový trénink před individualizovaným vytrvalostním tréninkem a po něm, a ti účastníci, kteří prováděli silový trénink po vytrvalostním tréninku, dosáhli většího zlepšení v časovce na 4 km a aerobní kapacitě.

5.3 Limitace práce

V této práci se setkáváme s několika omezeními. První z nich je nedostatek relevantních studií zaměřených na dané téma. I když někteří autoři zkoumali vliv silového tréninku na běh, málo z nich se zaměřilo specificky na běh na střední vzdálenosti. Dokonce se nepodařilo najít žádnou studii, která by zkoumala vliv silového tréninku na výkon v Cooperově testu. Na základě tohoto nedostatku se v tabulce ve výsledkové části práce nachází také jedna studie od (Maćkała et al. 2015), která má pouze jednoho účastníka, což může zpochybňovat její věrohodnost.

Dále jsou zde zahrnuty výzkumy provedené na různých populacích, včetně lidí, kteří nesportují, na studentech, rekreačních běžcích a běžcích na vysoké úrovni, kteří soutěží na národní a mezinárodní úrovni. Toto rozmanité spektrum zkoumaných skupin může vést ke značné variabilitě výsledků a může být obtížné aplikovat nalezené poznatky na vojáky z povolání.

Také je třeba brát v úvahu, že výběr studií probíhal pouze ze čtyř vědeckých databází, konkrétně Web of Science, PubMed, Scopus a Google Scholar. Je tedy možné, že některé relevantní články se nacházely v jiných vědeckých databázích.

A jelikož se jedná o narativní rešerši literatury, existuje zde riziko subjektivní interpretace a selektivního filtrování informací ze zdrojů. To může vést ke zkreslení výsledků.

6 Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo na základě vybrané literatury vytvořit přehled silových cvičení, která mohou pomoci vojákům či sportovcům v přípravě na vytrvalostní test, konkrétně běh na 12 minut.

Do narativní rešerše literatury bylo zahrnuto 20 studií, které prováděly některé z výše uvedených silových tréninků a zjišťovaly jeho vliv na výkon při běhu na střední vzdálenosti. Studií se účastnilo 460 účastníků, z toho bylo 238 mužů a 82 žen, u zbylého počtu probandů nevíme, o jaké pohlaví se jednalo, jelikož někteří autoři neuvádí, jestli se jedná o muže či ženy.

Mezi nejčastěji využívané silové tréninky a cviky patřila plyometrie v kombinaci s obecným silovým tréninkem na svaly dolních končetin. Pouze malá část studií ve svém výzkumu použila silové cviky na jiné svalové skupiny.

Je tedy patrné, že silový trénink zaměřený na svaly dolních končetin má významný potenciál pro posílení výkonu při běhu na střední vzdálenost. Zjištění naznačují, že kombinace tohoto tréninku s plyometrií může být zejména účinná. Tato zjištění odpovídají na výzkumnou otázku, která byla položena, a zároveň jsou tyto poznatky důležité pro vojáky a sportovce, kteří podléhají pravidelným fyzickým testům, jako je právě běh na 12 minut.

Žádná z vybraných studií neprováděla výzkum v armádním prostředí a ani se nezaměřovala na vliv silového tréninku na běh na 12 minut. Proto by bylo vhodné provést následující studii právě na vojácích z povolání, kteří slouží v Armádě České republiky. Tímto bychom získali konkrétní data a poznatky relevantní pro tuto specifickou skupinu lidí, což by mohlo poskytnout cenné informace pro armádní tréninkové programy a zlepšení výkonnosti vojáků z povolání nejen při výročním přezkoušení.

Seznam literatury

1. ANDERSON, Owen, 2013. *Running science*. Champaign, IL: Human Kinetics. ISBN 978-0-7360-7418-6.
2. Anon., 2010. *Úvod do sportovního tréninku*. 1. vyd. Prostějov: Sport a Věda. ISBN 978-80-254-9254-3.
3. BAHENSKÝ, Petr, 2018. *Trénink mládeže v bězích na střední a dlouhé tratě*. B.m.: Charles University in Prague, Karolinum Press.
4. BAHIR DAR UNIVERSITY, DEPARTMENT OF SPORT SCIENCE, SPORTS ACADEMY, BAHIR DAR, ETHIOPIA, Demeku AKALU WONDEM, Zelalem MELKAMU TEGEGNE, a BAHIR DAR UNIVERSITY, DEPARTMENT OF SPORT SCIENCE, SPORTS ACADEMY, BAHIR DAR, ETHIOPIA, 2023. Effect of Concurrent Strength and Endurance Training on Distance Running Performances in Well-Trained Athletes. *Sport Mont* [online]. **21**(3), 101–107. ISSN 14517485, 23370351. Dostupné z: doi:10.26773/smj.231016
5. BACHERO-MENA, Beatriz, Fernando PAREJA-BLANCO a Juan José GONZÁLEZ-BADILLO, 2021. Effects of Resistance Training on Physical Performance in High-Level 800-Meter Athletes: A Comparison Between High-Speed Resistance Training and Circuit Training. *Journal of Strength and Conditioning Research* [online]. **35**(7), 1905–1915. ISSN 1064-8011. Dostupné z: doi:10.1519/JSC.0000000000003066
6. BANDYOPADHYAY, Amit, 2014. Validity of Cooper's 12-minute run test for estimation of maximum oxygen uptake in male university students. *Biology of Sport* [online]. **32**(1), 59–63. ISSN 0860-021X, 2083-1862. Dostupné z: doi:10.5604/20831862.1127283
7. BEATTIE, Kris, Brian P. CARSON, Mark LYONS, Antonia ROSSITER a Ian C. KENNY, 2017. The Effect of Strength Training on Performance Indicators in Distance Runners. *Journal of Strength and Conditioning Research* [online]. **31**(1), 9–23. ISSN 1064-8011. Dostupné z: doi:10.1519/JSC.0000000000001464
8. COULSON, Morc, 2018. *The complete guide to personal training*. 2nd edition. London, UK: Bloomsbury Sport, Bloomsbury Publishing Plc. ISBN 978-1-4729-5360-5.
9. ESTEVE-LANAO, Jonathan, Matthew R RHEA, Steven J FLECK a Alejandro

- LUCIA, 2008. Running-Specific, Periodized Strength Training Attenuates Loss of Stride Length During Intense Endurance Running. *Journal of Strength and Conditioning Research* [online]. **22**(4), 1176–1183. ISSN 1064-8011. Dostupné z: doi:10.1519/JSC.0b013e31816a861f
10. FERRARI, Rossella, 2015. Writing narrative style literature reviews. *Medical Writing* [online]. **24**(4), 230–235. ISSN 2047-4806, 2047-4814. Dostupné z: doi:10.1179/2047480615Z.000000000329
11. GLOWACKI, Shawn P., Steven E. MARTIN, Ann MAURER, Wooyeul BAEK, John S. GREEN a Stephen F. CROUSE, 2004. Effects of Resistance, Endurance, and Concurrent Exercise on Training Outcomes in Men: *Medicine & Science in Sports & Exercise* [online]. 2119–2127. ISSN 0195-9131. Dostupné z: doi:10.1249/01.MSS.0000147629.74832.52
12. GUGLIELMO, L., C. GRECO a B. DENADAI, 2009. Effects of Strength Training on Running Economy. *International Journal of Sports Medicine* [online]. **30**(01), 27–32. ISSN 0172-4622, 1439-3964. Dostupné z: doi:10.1055/s-2008-1038792
13. HUDGINS, Brandon, Jessica SCHARFENBERG, N. Travis TRIPLETT a Jeffrey M. MCBRIDE, 2013. Relationship Between Jumping Ability and Running Performance in Events of Varying Distance. *Journal of Strength and Conditioning Research* [online]. **27**(3), 563–567. ISSN 1064-8011. Dostupné z: doi:10.1519/JSC.0b013e31827e136f
14. CHTARA, M, 2005. Effects of intra-session concurrent endurance and strength training sequence on aerobic performance and capacity. *British Journal of Sports Medicine* [online]. **39**(8), 555–560. ISSN 0306-3674. Dostupné z: doi:10.1136/bjism.2004.015248
15. IMPELLIZZERI, Franco M. a Mario BIZZINI, 2012. Systematic review and meta-analysis: a primer. *International Journal of Sports Physical Therapy*. **7**(5), 493–503. ISSN 2159-2896.
16. JEFFREYS, Ian, Jeremy MOODY a Frogg MOODY, ed., 2016. *Strength and conditioning for sports performance*. London New York: Routledge. ISBN 978-0-203-85228-6.
17. KELLY, Cherina M, Angus F BURNETT a Michael J NEWTON, 2008. The Effect of Strength Training on Three-Kilometer Performance in Recreational

- Women Endurance Runners. *Journal of Strength and Conditioning Research* [online]. **22**(2), 396–403. ISSN 1064-8011. Dostupné z: doi:10.1519/JSC.0b013e318163534a
18. KENNEY, W. Larry, Jack H. WILMORE, David L. COSTILL a Jack H. WILMORE, 2012. *Physiology of sport and exercise*. 5th ed. Champaign, IL: Human Kinetics. ISBN 978-0-7360-9409-2.
 19. KUHN, Katja, 2005. *Výtrvalostní trénink*. České Budějovice: Kopp. ISBN 978-80-7232-252-7.
 20. LEHNERT, Michal, 2010. *Trénink kondice ve sportu*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-80-244-2614-3.
 21. LIBLIKH, 'Amiyah, Rivka TUVAL-MASHIACH a Tamar ZILBER, 1998. *Narrative research: reading, analysis and interpretation*. Thousand Oaks, Calif.: Sage Publications. Applied social research methods series, 47. ISBN 978-0-7619-1042-8.
 22. LUM, Danny, Tiago M. BARBOSA, Abdul Rashid AZIZ a Govindasamy BALASEKARAN, 2023. Effects of Isometric Strength and Plyometric Training on Running Performance: A Randomized Controlled Study. *Research Quarterly for Exercise and Sport* [online]. **94**(1), 263–271. ISSN 0270-1367, 2168-3824. Dostupné z: doi:10.1080/02701367.2021.1969330
 23. MAĆKAŁA, Krzysztof, Łukasz JÓŹWIAK a Jacek STODÓŁKA, 2015. Effects of Explosive Type Strength Training on Selected Physical and Technical Performance Characteristics in Middle Distance Running - a Case Report. *Polish Journal of Sport and Tourism* [online]. **21**(4), 228–233. ISSN 2082-8799. Dostupné z: doi:10.1515/pjst-2015-0003
 24. MAGNESS, Steve, 2014. *The science of running: how to find your limit and train to maximize your performance*. United States? Origin Press. ISBN 978-0-615-94294-0.
 25. MĚKOTA, Karel a Jiří NOVOSAD, 2005. *Motorické schopnosti*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého. ISBN 978-80-244-0981-8.
 26. MILLET, Gregoire P., Bernard JAOUEN, Fabio BORRANI a Robin CANDAU, 2002. Effects of concurrent endurance and strength training on running economy and &OV0312;O2 kinetics: *Medicine & Science in Sports & Exercise* [online]. **34**(8), 1351–1359. ISSN 0195-9131. Dostupné z: doi:10.1097/00005768-

200208000-00018

27. MINISTERSTVO OBRANY, 2011. *NORMATIVNÍ VÝNOS MINISTERSTVA OBRANY č.12. Služební tělesná výchova v rezortu Ministerstva obrany*. 2011.
28. PANUŠKA, Přemysl, 2014. *Rozvoj vytrvalostních schopností*. 1. vyd. Praha: Mladá fronta. ISBN 978-80-204-3391-6.
29. PATOLE, Sanjay, ed., 2021. *Principles and practice of systematic reviews and meta-analysis*. Cham, Switzerland: Springer. ISBN 978-3-030-71920-3.
30. PELLEGRINO, Joseph, Brent C. RUBY a Charles L. DUMKE, 2016. Effect of Plyometrics on the Energy Cost of Running and MHC and Titin Isoforms. *Medicine & Science in Sports & Exercise* [online]. **48**(1), 49–56. ISSN 0195-9131. Dostupné z: doi:10.1249/MSS.0000000000000747
31. PERIČ, Tomáš a Josef DOVALIL, 2010. *Sportovní trénink*. 1. vyd. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-2118-7.
32. PIRE, Neal, 2006. *Plyometrics for athletes at all levels: exercises for explosive speed and power*. Berkeley, CA: Ulysses Press. ISBN 978-1-56975-559-4.
33. PIXOVÁ, Lenka, 2016. *Rozvoj silových schopností dětí mladšího školního věku* [online]. Praha. Diplomová práce. Karlova univerzita. Dostupné z: https://dspace.cuni.cz/bitstream/handle/20.500.11956/83920/DPTX_2014_1_11410_0_320687_0_162560.pdf?sequence=1&isAllowed=y
34. PRIETO-GONZÁLEZ, Pablo a Jaromir SEDLACEK, 2022. Effects of Running-Specific Strength Training, Endurance Training, and Concurrent Training on Recreational Endurance Athletes' Performance and Selected Anthropometric Parameters. *International Journal of Environmental Research and Public Health* [online]. **19**(17), 10773. ISSN 1660-4601. Dostupné z: doi:10.3390/ijerph191710773
35. PŘÍVĚTIVÝ, Lubomír, 2004. *Vojenská tělovýchova*. 1. vyd. Praha: Karolinum. ISBN 978-80-246-0805-1.
36. RAMÍREZ-CAMPILLO, Rodrigo, Cristian ÁLVAREZ, Carlos HENRÍQUEZ-OLGUÍN, Eduardo B. BAEZ, Cristian MARTÍNEZ, David C. ANDRADE a Mikel IZQUIERDO, 2014. Effects of Plyometric Training on Endurance and Explosive Strength Performance in Competitive Middle- and Long-Distance Runners. *Journal of Strength and Conditioning Research* [online]. **28**(1), 97–104. ISSN 1064-8011. Dostupné z: doi:10.1519/JSC.0b013e3182a1f44c

37. ROKYTA, Richard, 2016. *Fyziologie*. Třetí, přepracované vydání (první vydání v nakladatelství Galén). Praha: Galén. ISBN 978-80-7492-238-1.
38. SAUNDERS, Philo U., Richard D. TELFORD, David B. PYNE, Esa M. PELTOLA, Ross B. CUNNINGHAM, Chris J. GORE a John A. HAWLEY, 2006. Short-Term Plyometric Training Improves Running Economy in Highly Trained Middle and Long Distance Runners. *The Journal of Strength and Conditioning Research* [online]. **20**(4), 947. ISSN 1064-8011, 1533-4287. Dostupné z: doi:10.1519/R-18235.1
39. SEDANO, Silvia, Pedro J. MARÍN, Gonzalo CUADRADO a Juan C. REDONDO, 2013. Concurrent Training in Elite Male Runners: The Influence of Strength Versus Muscular Endurance Training on Performance Outcomes. *Journal of Strength and Conditioning Research* [online]. **27**(9), 2433–2443. ISSN 1064-8011. Dostupné z: doi:10.1519/JSC.0b013e318280cc26
40. SEMERÁD, Miroslav a Václav BUNC, 2021. *Střední a dlouhé tratě: možnosti ovlivnění sportovní výkonnosti*. První vydání. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum. ISBN 978-80-246-4618-3.
41. STOPPANI, James, 2008. *Velká kniha posilování: tréninkové metody a plány : 255 posilovacích cviků*. 1. vyd. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-2204-7.
42. STOPPANI, James a Libor SOUMAR, 2016. *Velká kniha posilování: tréninkové metody a plány : 381 posilovacích cviků*. Druhé, přepracované a rozšíření vydání. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-247-5643-1.
43. TROWELL, Danielle, Aaron FOX, Natalie SAUNDERS, Bill VICENZINO a Jason BONACCI, 2022. Effect of concurrent strength and endurance training on run performance and biomechanics: A randomized controlled trial. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* [online]. **32**(3), 543–558. ISSN 0905-7188, 1600-0838. Dostupné z: doi:10.1111/sms.14092
44. TURNER, Amanda M., Matt OWINGS a James A. SCHWANE, 2003. Improvement in Running Economy After 6 Weeks of Plyometric Training. *The Journal of Strength and Conditioning Research* [online]. **17**(1), 60. ISSN 1064-8011, 1533-4287. Dostupné z: doi:10.1519/1533-4287(2003)017<0060:IIREAW>2.0.CO;2
45. WENG, Yingying, Haochong LIU, Tingting RUAN, Wenpu YANG, Hongwen WEI, Yixiong CUI, Indy Man Kit HO a Qian LI, 2022. Effects of flywheel

resistance training on the running economy of young male well-trained distance runners. *Frontiers in Physiology* [online]. **13**, 1060640. ISSN 1664-042X. Dostupné z: [doi:10.3389/fphys.2022.1060640](https://doi.org/10.3389/fphys.2022.1060640)

Obrázky

Obrázek 1: Dělení motorických schopností (Měkota a Novosad 2005)15

Obrázek 2: Křivka znázorňující průběh získávání energie v čase (Perič a Dovalil 2010)19

Obrázek 3: Typy svalové kontrakce (Pixová 2016)26

Obrázek 4: Členění služební tělesné výchovy (Ministerstvo obrany 2011)31

Tabulky

Tabulka 1: Průzkum jednotlivých studií (zdroj: Autor) 42