

UNIVERZITA KARLOVA  
Fakulta tělesné výchovy a sportu

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**2024**

**Matěj Kubíček**

UNIVERZITA KARLOVA  
Fakulta tělesné výchovy a sportu  
Katedra vojenské tělovýchovy

**Využití plyometrické metody pro zvýšení bojeschopnosti  
vojenského personálu: systematická řešení**

Bakalářská práce

Vedoucí bakalářské práce:

**npor. PhDr. Jan Maleček Ph.D.**

Vypracoval:

**čt. Matěj Kubíček**

Praha, červen 2024

### **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem 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 diplomanta

### Evidenční list

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

Jméno a příjmení:

Fakulta / katedra:

Datum vypůjčení:

Podpis:

---

## Poděkování

Především bych chtěl poděkovat npor. PhDr. Janu Malečkovi, Ph.D. za nasměrování a odborné vedení při tvorbě této práce. Zároveň děkuji za velkou dávku trpělivosti a cenných rad, který mi poskytnul. V neposlední řadě patří poděkování mojí rodině za jejich velkou podporu.

## **Abstrakt**

**Název:** Využití plyometrické metody pro zvýšení bojeschopnosti vojenského personálu: systematická rešerše

**Cíle:** Cílem této práce je provést systematickou rešerši vědeckých studií zaměřených na využití plyometrické metody tréninku u vojenského personálu a analyzovat, jak může přispět k zvýšení jeho bojeschopnosti.

**Metody:** Tato bakalářská práce byla zpracována formou systematické rešerše literatury. Jako metodický postup byl zvolen mezinárodní soubor pokynů PRISMA. Pro počáteční výběr relevantních studií byl sestaven skript, pomocí kterého jsme vyhledávali v internetových databázích Web of Science, Scopus a Pubmed. Pro následné doplnění proběhlo nesystematické vyhledávání databáze Google Scholar. U vyhledaných studií byla posouzena jejich relevance podle zvolených kritérií a u vyselektovaných studií proběhla extrakce a interpretace dat.

**Výsledky:** V rámci systematické rešerše byly analyzovány 4 články. Na základě výsledků studií bylo zjištěno, že plyometrická metoda má velmi pozitivní dopad na zlepšení bojeschopnosti vojáka. Hlavními oblastmi zlepšení byla výbušná síla, maximální síla, obratnost, rychlost při sprintování a vertikální výskok. Jako nevhodné využití plyometrie se objevilo v protokolu PAPE (zlepšení výkonu po aktivaci), pro jednorázové zlepšení výsledku z ACFT (Army Combat Fitness Test). Plyometrie byla nejčastěji kombinována se silovým tréninkem a nejvyskytovanější cviky byly různé formy vertikálních skoků nebo jednonožných odpichů.

**Závěr:** Plyometrie je velmi populární metodou, ale vzhledem k výsledkům je tato tematika ve vojenském prostředí velmi málo prozkoumaná. Přitom její využití by mohlo být velmi prospěšné pro výcvik vojenského personálu. Proto doporučujeme provést další výzkumy zmíněnou populaci.

**Klíčová slova:** plyometrie, cyklus protažení-zkracování, armáda, vojenský personál

## **Abstract**

**Title:** Utilization of Plyometric Methods to Enhance the Combat Readiness of Military Personnel: A Systematic Review

**Objectives:** The aim of this work is to conduct a systematic review of scientific studies focused on the utilization of plyometric training methods in military personnel and to analyze how it can contribute to enhancing their combat readiness.

**Methods:** This bachelor's thesis was conducted in the form of a systematic literature review. The PRISMA international guidelines were chosen as the methodological approach. For the initial selection of relevant studies, a script was created to search the online databases Web of Science, Scopus, and PubMed. For further addition an unsystematic search was conducted in the Google Scholar database. The relevance of the retrieved studies was assessed based on selected criteria, and the chosen studies were subjected for synthesis.

**Results:** In the systematic review 4 articles were analyzed. Based on the study results, it was found that the plyometric method has a very positive impact on improving soldiers' combat readiness. The main areas of improvement included explosive strength, maximal strength, agility, sprint speed, and vertical jump. The use of plyometrics in PAPE (Post-Activation Performance Enhancement) protocol for single-time improvement in the ACFT (Army Combat Fitness Test) results was found to be unsuitable. Plyometrics were most frequently combined with strength training, and the most common exercises included various forms of vertical jumps and single-leg hops.

**Conclusion:** Plyometrics is a very popular method, but based on the results, this topic is very under-researched in the military environment. However, its use could be very beneficial for the training of military personnel. Therefore, we recommend conducting further research on the mentioned population.

**Keywords:** plyometric, stretch-shortening cycle, army, military personnel

## Seznam použitých symbolů a značek

Symbol	Význam
AČR	Armáda České republiky
MO	Ministerstvo obrany
NV	Normativní výnos
STP	Speciální tělesná příprava
např.	například
a kol.	„a jiní“
F	Force (síla)
m	Mass (hmotnost)
a	Acceleration (zrychlení)
N	Newton
kg	kilogram
s	sekunda
ms	milisekunda
1RM	One rep maximum
%	procento
SO	Slow oxidative
FOG	Fast oxidative glycolitic
FG	Fast glycolitic
MJ	Motorická jednotka
CNS	Centrální nervová soustava
atd.	„a tak dále“
SSC	Stretch-shortening cycle
CMJ	Countermovement jump
ACFT	Army Combat Fitness Test



## OBSAH

1	ÚVOD.....	12
2	TEORETICKÁ ČÁST .....	13
2.1	Fyzická příprava vojáka.....	13
2.2	Služební tělesná výchova.....	13
2.2.1	Základní tělesná příprava.....	14
2.2.2	Speciální tělesná příprava .....	14
2.3	Výběrová tělesná výchova.....	15
2.4	Motorické schopnosti.....	15
2.5	Silové schopnosti.....	16
2.5.1	Taxonomie silových schopností .....	17
2.6	Druhy svalové činnosti .....	19
2.6.1	Druhy svalů podle typu kontrakce.....	19
2.6.2	Druhy svalů podle funkce .....	20
2.7	Pohybová soustava.....	20
2.7.1	Stavba svalů .....	21
2.7.2	Typy svalových vláken .....	21
2.7.3	Nervosvalový systém.....	22
2.7.4	Motorické jednotky (MJ).....	23
2.7.5	Parametry zatížení.....	23
2.7.6	Metody stimulace silových schopností.....	23
2.8	Plyometrie.....	25
2.8.1	Původ plyometrie.....	25
2.8.2	Charakteristika plyometrie.....	26
2.8.3	Fáze cyklu protažení-zkrácení .....	27
2.8.4	Druhy SSC .....	28
2.8.5	Tělesné požadavky pro trénování plyometrie.....	29
2.9	Plyometrická tréninková jednotka .....	29
2.9.1	Intenzita cviků.....	29
2.9.2	Objem .....	30
2.9.3	Odpočinek.....	30

2.9.4	Progresivní zatížení.....	30
2.9.5	Příklady plyometrických cviků.....	30
2.9.6	Účinky plyometrie .....	31
2.10	Rešerše a její druhy.....	32
2.11	Systematická rešerše .....	33
2.12	Hodnocení rizika zkreslení (Risk of Bias).....	35
3	METODIKA PRÁCE .....	36
3.1	Cíle.....	36
3.2	Úkoly .....	36
3.3	Výzkumná otázka .....	36
3.4	Metody identifikace studií .....	36
3.5	Sestavení vyhledávacího skriptu.....	37
3.6	Výběr studií.....	38
3.7	Proces zpracování dat .....	38
4	VÝSLEDKY .....	39
4.1	Charakteristika probandů.....	40
4.2	Využití plyometrické cviky.....	45
4.3	Měřené parametry .....	46
4.4	Výsledky studií .....	47
5	DISKUSE .....	48
5.1	Efekt plyometrie na motorické schopnosti .....	48
5.2	Odpověď na výzkumnou otázku.....	48
5.3	Charakter probandů.....	49
5.4	Porovnání s existující literaturou .....	50
5.5	Doporučení pro budoucí výzkumyp .....	50
5.6	Limity bakalářské práce.....	51
6	ZÁVĚR .....	52
7	SEZNAM LITERATURY .....	53

8	SEZNAM GRAFICKÉ DOKUMENTACE .....	58
	Obrázky.....	58
	Tabulky .....	58
	Grafy .....	59
9	SEZNAM PŘÍLOH .....	59

# 1 ÚVOD

Fyzická připravenost vojenského personálu je klíčovým faktorem pro úspěšné plnění náročných úkolů, které zahrnují vysokou míru fyzické zátěže a vytrvalosti. Vojáci musí být schopni rychle a efektivně reagovat na různé situace, které vyžadují kombinaci síly, výbušnosti, rychlosti a obratnosti. Tréninkové programy zaměřené na zlepšení těchto schopností jsou proto nezbytné pro udržení vysoké úrovně bojeschopnosti.

Jedním z moderních přístupů k fyzickému tréninku, který se ukazuje jako velmi efektivní, je plyometrický trénink. Plyometrie, známá také jako "skákačí trénink", zahrnuje rychlé a výbušné pohyby, které zvyšují svalovou sílu a výkon prostřednictvím využití cyklu protažení-zkrácení. Tento typ tréninku může být zvláště vhodný pro vojenský personál, protože simuluje reálné fyzické situace, se kterými se mohou setkat v terénu, jako jsou rychlé změny směru, skoky a přenášení těžkých břemen.

Cílem této bakalářské práce je provést systematickou rešerši vědeckých studií zaměřených na využití plyometrické metody tréninku u vojenského personálu a analyzovat, jak tento trénink může přispět k zvýšení jejich bojeschopnosti.

V rámci této práce budou analyzovány studie, které se zaměřují na různé aspekty plyometrického tréninku, včetně jeho vlivu na sílu, výbušnost, rychlost a obratnost vojenského personálu. Budou zkoumány různé tréninkové protokoly, délky trvání tréninku a specifické cviky, které jsou nejvíce efektivní pro zlepšení fyzické připravenosti vojáků (bojeschopnosti).

Dále bude práce diskutovat o praktické aplikaci zjištěných poznatků v kontextu vojenského tréninku a doporučení pro implementaci plyometrického tréninku do standardních tréninkových programů. Závěry této práce by měly poskytnout cenné informace pro trenéry a instruktory, kteří hledají efektivní způsoby, jak zlepšit fyzickou výkonnost vojenského personálu a tím i jejich schopnost efektivně plnit náročné úkoly v různých situacích, do kterých se může voják dostat..

Věříme, že výsledky této systematické rešerše přispějí k lepšímu porozumění významu plyometrického tréninku a podpoří jeho širší využití v rámci vojenského výcviku.

## **2 TEORETICKÁ ČÁST**

Předmětem této kapitoly je vymezení teoretických východisek výcviku vojáků v AČR, který vychází z Normativního výnosu Ministerstva obrany. Dále determinací motorických schopností (podrobněji silových schopností), podrobný popis plyometrické metody a popis systematické rešerše.

### **2.1 Fyzická příprava vojáka**

Výcvik ozbrojených složek musí být z mnoha důvodů velmi náročný jak fyzicky, tak psychicky. Voják musí být připraven se vypořádat s jakoukoliv situací, do které se může na bojišti dostat: od překonání několikametrové stěny pod působením různých druhů stresorů až po dlouhé běhy po nerovném terénu s přidanou zátěží v podobě až třiceti kilového batohu, zbraně v ruce a další výbavy co musí každý voják nést. Proto udržování výborné kondice je pro vojáka z povolání nutnost a vyžaduje velkou variabilitu schopností a dovedností, které vedou k maximální bojeschopnosti a připravenosti pro plnění jeho povinností (Přívětivý 2004).

Jako první ukotvení tělesné výchovy do legislativy sloužil Předpis pro tělesnou přípravu Československé branné moci (Těl-I-1) z roku 1950 (Konrád 2003).

Pro stanovení aktuálních požadavků a způsobů jakým v AČR budou kontrolovat a udržovat fyzickou kondici vojáků byl vystaven roku 2011 Normativní výnos Ministerstva obrany pro Služební tělesnou výchovu. Obsahuje hlavní úkoly, rozdělení, zabezpečení a právní zakotvení tělesné výchovy v rezortu ministerstva obrany.

### **2.2 Služební tělesná výchova**

Povinná tělesná příprava vojáků se koná během jejich výcviku nebo výuky a je nedílnou součástí služební tělesné výchovy. Jejím hlavním cílem je fyzicky připravit vojáky na plnění úkolů, které vyplývají z jejich konkrétního služebního zařazení. (Ministerstvo obrany 2011)



Obrázek 1 Rozdělení služební tělovýchovy (zdroj: Ministerstvo obrany 2011)

### 2.2.1 Základní tělesná příprava

Základní tělesná příprava se zaměřuje na všeobecný rozvoj a přípravu pro plnění základních výkonnostních norem jednotlivce z čehož vyplývá i její samotná definice: „Základní tělesná příprava se zaměřuje na cílevědomé utváření všeobecného pohybového a výkonnostního minima pro další rozvoj tělesné připravenosti vojáků. Navazuje na úroveň jejich tělesné výkonnosti a pohybových dovedností, které získali před povoláním do služebního poměru.“ (Ministerstvo obrany 2011, odst. 59)

Do přípravy zařazujeme pohybové aktivity obecného základu tělovýchovných činností, zejména (Ministerstvo obrany 2011):

- gymnastika a její obměny
- atletika
- plavání
- kolektivní sporty
- individuální sporty
- kontrolní cvičení a testy

### 2.2.2 Speciální tělesná příprava

Speciální tělesná příprava slouží k tvorbě specifické tělesné a psychické připravenosti pro potřeby druhu služebního zařazení vojáka. Oproti základní tělesné přípravě se již nejedná o všeobecný rozvoj, nýbrž o naučení specifických dovedností v oblasti témat speciální tělesné přípravy (např.: překonávání překážek, vojenské lezení atd.). Tyto témata jsou vybírána a zařazována do výcviku podle potřeb pro splnění požadovaného finálního profilu vojáka pro danou odbornost (Ministerstvo obrany 2011).

Výcvik ve speciální tělesné přípravě se uskutečňuje zpravidla v terénu a v polním stejnokroji a jejím obsahem je zvládnutí techniky pohybů, získávání dovedností a návyků, rozvíjení pohybových schopností a všestranné odolnosti. Dále navazuje na využití získaných schopností a dovedností za nepříznivých podmínek, nebo získávání odolnosti vůči hraničním tělesným a psychickým zátěžím, jako je např. teplo, chlad, únava a nedostatek spánku (Ministerstvo obrany 2011).

Témata STP dělíme na:

- přesuny;
- překonávání překážek;
- házení;
- základy přežití;
- boj zblízka;
- vojenské plavání;
- vojenské lezení;
- vojenské víceboje (Ministerstvo obrany 2011).

### **2.3 Výběrová tělesná výchova**

Poslední složkou služební tělesné výchovy je výběrová tělesná výchova a jak z její definice vyplývá jde o složku čistě dobrovolnou: „*nepovinná forma organizované tělovýchovně sportovní činnosti, která se uskutečňuje nad rámec času určeného pro výcvik v tělesné přípravě.*“ (Ministerstvo obrany 2011, odst. 9) Jedná se tedy především o formu organizovaných her a soutěží a způsob přípravy se liší podle potřeb disciplíny, na kterou vojáky/a připravujeme.

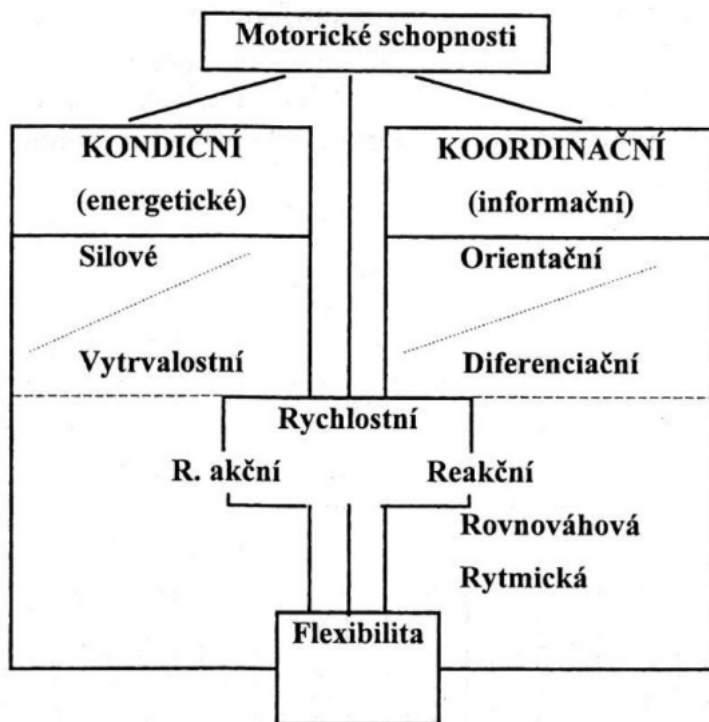
### **2.4 Motorické schopnosti**

Motorická schopnost (ability) je specifický předpoklad pro výkon a efektivní vykonání činnosti. Jedná se o částečně geneticky podmíněný aspekt, který rozvíjíme na rozdíl od motorických dovedností, které se získávají nácvikem/výcvikem, tréninkem a je relativně stabilní a trvalý v čase. Proces rozvoje motorických schopností je vždy dlouhodobý a pozvolný v porovnání s osvojením motorických dovedností, který je mnohem rychlejší a rozvíjíme hlavně kapacitu dané schopnosti, jelikož jejich počet u jednotlivce je omezený (Měkota a Novosad 2005).

Znalost těchto jednotlivých schopností je pro účely armádního výcviku potřebná, abychom prvně správně rozlišili, na kterou oblast se zaměříme a dál jakými metodami a formou ji budeme dál rozvíjet pro dosažení lepší bojeschopnosti.

Jedná se tedy o generalizovaný předpoklad pro různé specifické činnosti a dovednosti, proto při totožném tréninkovém procesu se stejným objemem u dvou jedinců, přičemž jeden disponuje rozvinutějšími motorickými schopnostmi související s pohybovými vzorci v dané pohybové aktivitě, má daleko lepší předpoklad pro dosažení vyšších úrovní výkonnosti (Magill a Anderson 2017).

Dále dělíme motorické schopnosti do dvou hlavních kategorií. První z nich jsou kondičně-energetické, které jsou determinanty schopností energeticky náročných a jejichmi podkategoriemi jsou vytrvalostní, silové a zčásti rychlostní. Druhou skupinou jsou koordinačně-informační pod kterou spadají procesy související s řízením a regulací pohybové činnosti jako jsou schopnosti orientační, diferenční, reakční, rovnovážné a rytmické (Měkota a Novosad 2005).



Obrázek 1: Taxonomie motorických schopností (zdroj: Měkota & Novosad, 2005)

## 2.5 Silové schopnosti

Silové schopnosti jsou brány jako jedna ze základních motorických schopností, jelikož při její úplné absenci nejsme schopni rozvíjet ani realizovat ostatní schopnosti.



Jako první je nutné z důvodu častého označení silových schopností jako *síly*, rozlišit sílu jako fyzikální veličinu a jako silovou schopnost (Kvapil a Čelikovský 1990).

Fyzikální veličina síla označuje míru vzájemného působení těles nebo polí a její příčinou dochází ke změně pohybové stavu tělesa. Jednotkou síly je Newton (N) a je vyjádřena rovnicí  $F = m \times a$  (síla = hmota  $\times$  zrychlení) (Měkota a Novosad 2005).

Zatímco síla člověka je definována jako schopnost překonat, brzdit, nebo odolávat vnějšímu odporu pomocí svalového úsilí (Zatsiorsky a kol. 2021). Jedná se tedy o svalovou sílu, která se projevuje formou maximální rychlosti svalové kontrakce, nebo maximálního napětí svalu (Měkota a Novosad 2005).

### 2.5.1 Taxonomie silových schopností

Základní rozdělení silových schopností můžeme shrnout do dvou kategorií na statickou a dynamickou (Měkota a Novosad 2005). Toto rozdělení můžeme ještě rozšířit o ústupnou sílu (yielding strength) (Zatsiorsky a kol. 2021).

Statická síla je definována schopností udržet tělo nebo jeho jednotlivé segmenty v neměnné poloze, či odolávat vnějšímu odporu (vyprodukovaná síla zapojeného segmentu  $F_1 =$  Síle vnějšímu odporu  $F_2$ ), to znamená, že délka zapojovaných svalů se nemění a sval využívá především izometrického režimu kontrakce (Kvapil a Čelikovský 1990).

Zatímco dynamická síla je charakterizována překonáním vnějšího odporu ( $F_1 > F_2$ ). Její podstatou fungování je kombinace různých svalových činností, jmenovitě izotonické, koncentrické a excentrické. Tuto schopnost můžeme rozdělit do několika podkategorií na maximální, rychlou, výbušnou a vytrvalostní (Perič a Dovalil 2010). Další kategorií je startovní, akcelerační, relativní a absolutní síla (Stoppani 2024). Zároveň je důležité nastolit hierarchické pořadí schopností podle tohoto rozdělení, kdy maximální síla je všem dynamickým schopnostem nadřazená kvůli závislosti na silovém potenciálu ostatních schopností (Bompa a Buzzichelli 2015).

a) Maximální síla – charakterizována nízkou rychlostí pohybu při překonávání vysokého až hraničního odporu (Perič a Dovalil 2010). Nebo je také označována jako základní silový potenciál a jedná se o schopnost překonat hraniční odpor při jednom opakování (1RM) (Měkota a Novosad 2005).

b) Rychlá síla – „*spočívá v nemaximálním zrychlení a nízkém odporu.*“ (Perič a Dovalil 2010) Tento druh schopnosti je klíčový hlavně pro atletické disciplíny jako hod

oštěpem, nebo skok daleký a oproti explozivní síle je limitován časovým intervalem, ve kterém je nutné pohyb provést (Měkota a Novosad 2005).

c) Vytrvalostní síla – schopnost udržet dostatečnou produkci síly po delší časový interval, nebo množství opakování (Stoppani 2024). Je vysoce závislá na úrovni maximální síly, a hlavně na schopnosti organismu energeticky zásobovat svaly a odolávat tak únavě (Bompa a Buzzichelli 2015).

d) Výbušná (explozivní) síla - schopnost „*vyprodukovat maximální sílu v co nejkratším čase.*“ (Zatsiorsky a kol. 2021) Mluvíme tedy o tempu konání práce a je založena na kombinaci rychlosti a síly. Čím kratší je výkon, tím větší podstatu má úroveň této schopnosti. Projevuje se přesto skoro ve všech sportech (např. úder v boxu, fotbalová střela, přemístění ve vzpírání) i běžných pohybových projevech (např. výskok na bednu, sprint) (Sharkey a kol. 2019).

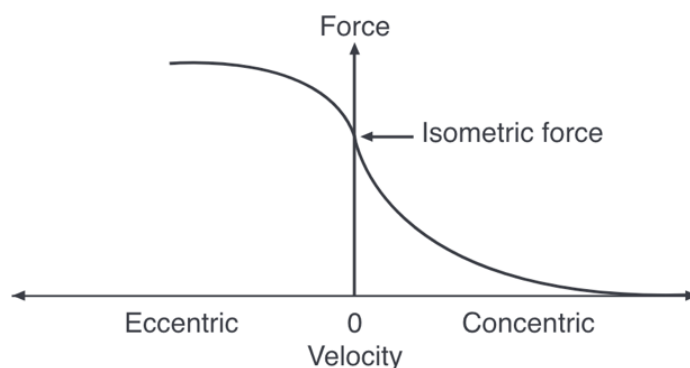
e) Startovní síla – schopnost vyprodukovat ostrý nárůst síly v počáteční fázi pohybu (Stoppani 2024). Interval této kontrakce této fáze je do 50 ms (Měkota a Novosad 2005).

f) Akcelerační síla – navazuje na startovní sílu a jejím cílem je pokračovat v ostrém nárůstu síly a udržet ho v průběhu celého pohybu (Stoppani 2024).

g) Relativní síla – jedná se o hodnotu, díky které můžeme posuzovat úroveň síly dvou jedinců s výrazně rozdílnou tělesnou velikostí, kdy vydělíme jejich maximální sílu a tělesnou hmotnost. Takže atlet, který zvedne 200 kg a váží 100 kg ( $200 \div 100 = 2$ ), má stejnou úroveň relativní síly jako atlet, který zvedne 90 kg a váží 45 kg ( $90 \div 45 = 2$ ) (Stoppani 2024).

h) Absolutní síla – je maximální síla vyprodukována svalem, který člověk není schopný dosáhnout pouze pomocí volního úsilí, ale pouze při extrémních podmínkách (např. hypnóza, elektrická stimulace svalů) (Stoppani 2024).

i) Ústupná síla (yielding strength) je schopnost brzdění pohybu/břemene pomocí excentrické svalové aktivity. Síla, kterou svaly brzdí, může být i několikanásobně vyšší než, kterou by byly schopny udržet v izometrické kontrakci (Zatsiorsky a kol. 2021).



Obrázek 2: Křivka síly-rychlosti pro koncentrickou a excentrickou svalovou aktivitu (zdroj: Zatsiorsky a kol. 2021)

## 2.6 Druhy svalové činnosti

Svaly můžeme rozdělit podle dvou kritérií. Prvním je podle typu svalové kontrakce. Svalové vlákna mohou provádět jednu ze tří činností ze své původní délky – Při neměnění délce se jedná o činnost izometrickou, pokud se délka mění hovoříme o činnosti izotonické. Sval se tedy buď zkracuje (koncentrická činnost), nebo prodlužuje (excentrická činnost) (Měkota a Novosad 2005).

### 2.6.1 Druhy svalů podle typu kontrakce

- Izometrická činnost – aktivita svalu, při kterém jsou svalová vlákna v kontrakci a generují sílu, ale délka samotného svalu je beze změny. Tuto činnost můžeme pozorovat „při snaze pohnutí nepohnutelného předmětu, nebo předmětu, který je příliš těžký na to, abychom ho zvedli.“ (Stoppani 2024) Další definicí může také být, když nedochází k rotaci v kloubu, ale mechanická práce je svaly vytvářena, přesto nedochází ke změnám v kinetické, či potencionální energii. Například při provádění kliku, kdy v průběhu opakování zastavíme ve statické pozici a tu držíme. V tuto chvíli využíváme izometrické činnosti svalů (McGinnis 2005).

- Koncentrická činnost – jinak definována jako síla pozitivně dynamická, nebo překonávající. Sval se při této aktivitě zkracuje volní kontrakcí (Měkota a Novosad 2005). Na kloubním spojení je aktivovaným svalem vytvářen krouživý moment ve směru pohybu a kosti, na kterých je sval uchycen, jsou přitahovány k sobě (McGinnis 2005).

- Excentrická činnost – vnější odpor při této činnosti působí ve stejném směru jako prodlužující se sval, který pracuje pod napětím. Funguje tedy jako „brzda“, nebo se snaží pohyb zpomalit (Current 2021). Jelikož při trénování této svalové činnosti

je možné sval více přetížit než při koncentrické. Dosáhneme tedy většího podráždění svalových vláken (Stoppani 2024).

## 2.6.2 Druhy svalů podle funkce

Druhým dělením je samotná funkce svalu, a jak je schopný pohybovat s tělesným segmentem v kloubních spojích. Podle směru, kterým sval pohybuje kosti, determinujeme skupiny svalů na flexory, extenzory, abduktory, adduktory, vnitřní a vnější rotátory (McGinnis 2005). Samotný sval je schopný pouze jedné činnosti a tou je kontrakce (stažení svalu) a tím produkuje tah, tlačit nedokáže. Proto svaly musí pracovat v antagonistických (protilehlých) párech (Current 2021). Pro některé pohyby pak využívají podpůrné systémy svalů (stabilizátory, neutralizátory, synergisty).

- Agonista – hlavní hybatel. Vytváří točivý moment v kloubu ve směru prováděného pohybu. Například při flexi lokte je agonistou biceps brachii.
- Antagonista – tyto svaly působí proti agonistům a pomáhají při regulaci a kontrolu pohybu. Například při flexi lokte je antagonistou triceps brachii.
- Stabilizátor – fungují v isometrické kontrakci a stabilizují končetinu, zatímco jiná skupina svalů hýbe částí končetiny. Například při pohybu v ramenním kloubu serratus anterior stabilizuje lopatku, aby se ramenu neproběhla addukce.
- Neutralizátor – působí proti nežádoucím směrům pohybu vytvořeným agonisty a synergisty.
- Synergista – svaly, které spolupracují s agonisty k podpoře a stabilizaci pohybu. Například při přímém ohýbání ruky jsou svaly brachioradialis synergisty bicepsu (McGinnis 2005).

## 2.7 Pohybová soustava

Jedná se o souhrn anatomických struktur, které společně umožňují pohyb a udržují stabilitu těla. Tento systém se skládá z interakcí tří struktur – kostí, které jsou propojeny klouby, a ty se pohybují aktivitou svalů (Calais-Germain 2007). Všechny pohyby této soustavy jsou produkovány volní kontrakcí, takže člověk musí o daném pohybu přemýšlet, aby ho mozek a centrální nervová soustava mohla uskutečnit (Rose 2020).

U pohybové soustavy se jedná a příčně pruhovanou (kosterní) svalovinu a je tedy hlavní funkční jednotkou této soustavy. Starší zdroje tvrdí že tělo tvoří přibližně 450 svalů a může reprezentovat až 45 % tělesné hmotnosti. To samé můžeme říct i o metabolické náročnosti, kdy svalové tkáně představuje až 45 % celkové látkové výměny těla

(Dylevský 1996). Aktuálnější zdroje uvádí, že se tělo skládá z asi 600 svalů a na místo 45% hmotnosti tvoří u dospělého člověka spíše 32 – 36 %. Hlavní účel této soustavy zůstává ale stejný – lokomoce. Tedy pohyb v kosterních spojích (Grim a Druga 2019).

### **2.7.1 Stavba svalů**

Základní anatomickou jednotkou jsou svalová vlákna. Dále obsahují pojivovou tkáň, nervová zakončení, cévy a vnitrosvalový tuk (Sharkey a kol. 2019). Vlákno tvoří myofibrily, což jsou vlákénka obsahující kontraktilní bílkoviny, příčně se pak dělí na sarkomery – funkční jednotka svalového vlákna. Obsahují aktinová a myozinová vlákna, které se nervovým impulzem k sobě přiblíží a přitáhnou = svalová kontrakce (Current 2021).

### **2.7.2 Typy svalových vláken**

Procentuální zastoupení jednotlivých typů vláken je z velké části geneticky dané. Přesto pomocí tréninku je možné ovlivnit jejich poměr ve svalu. Ku příkladu vytrvalostní sportovci mají vyšší podíl pomalých vláken, zatímco sprinteři, či skokani do dálky mají vyšší podíl rychlých vláken (Sharkey a kol. 2019). Po anatomické stránce se svalová vlákna moc neliší, ale jsou rozdílná svými mikroskopickými, histochemickými a fyziologickými vlastnostmi. Dělíme je tedy na (Čapek a kol. 2018):

#### **a) Typ I SO (slow-oxidative)**

Pomalá červená vlákna mají svoji typickou červenou barvu díky vysokému obsahu myoglobinu, který skladuje kyslík a umožňuje lepší vstřebávání kyslíku do svalových vláken. Tento typ vláken velmi dobře odolává únavě (Jarmey a Sharkey 2019). Kontrakce těchto typu vláken je ze všech druhů nejpomalejší a zároveň nejslabší. Nervovým systémem jsou přes to aktivována jako první, pokud je pro pohyb vyžadována větší síla nebo rychlost, než jsou schopny pomalá vlákna vyprodukovat, přidávají se jednotky FOG (fast oxidative glycolitic), a nakonec FG (fast glycolitic) (Sharkey a kol. 2019). Největší využití těchto vláken je u činností trvajících déle jak 2 minuty (Vágner 2016).

#### **b) Typ IIa FOG**

Rychlá bílá vlákna s větším objemem než SO, obsahují více myofibril a jsou využívány k rychlým kontrakcím s velkou silou, ale jsou schopny pracovat pouze krátkou dobu. Jsou velmi odolné proti únavě (méně jak SO) (Čapek a kol. 2018). Při

submaximálním zatížení dokáží provádět opakování maximálně 2 minuty, tento čas se zkracuje podle velikosti odporu (Vágner 2016).

c) Typ IIb FG

Rychlá červená vlákna mají největší anaerobní kapacitu, takže jejich síla rychlost kontrakce je ze všech typů nejvyšší. Objem těchto svalů je také největší, ale průměrně procentuální zastoupení je nejnižší ze všech vláken (Sharkey a kol. 2019). Můžeme si tedy odvodit, že energetická náročnost těchto vláken je velmi vysoká. Proto je sval schopen tyto vlákna využívat pouhých 15 vteřin. Po vyčerpání energetických zásob se začne tvořit laktát a potřebují delší dobu pro regeneraci (Vágner 2016).

d) Přechodná vlákna

Tato vlákna jsou nediferencovaná a představují potencionálního předchůdce zmíněných 3 typů (Čapek a kol. 2018).

### 2.7.3 Nervosvalový systém

Řídící jednotkou všech motorických pohybů je centrální nervová soustava (CNS). Tvorba signálu pro aktivaci svalů začíná v primární a sekundární mozkové kůře, z které se kortikospinální drahou (pyramidovou) dostává do prodloužené míchy (Ambler 2006). Dále k samotnému svalu pokračuje motoneuron, který je napojen na svalová vlákna předává signál ke kontrakci. V opačném směru vzruchu potom fungují dostředivé nervy. Jedná se o proprioreceptivní nervy, které informují CNS o napětí svalu. Patří zde svalové vřetenko a Golgiho šlachové tělísko (Grim a Druga 2019).

Svalové vřetenko je modifikované svalové vlákno. Vede paralelně s ostatními svalovými vlákny a je receptorem protažení a zkrácením svalu. Jeho prací je udržovat konstantní délku svalu. Při natažení svalu se natahují i vřetenka a spouští se mechanismus napínacího reflexu. Vřetenko zaregistruje protažení a aktivuje motoneurony daného svalu pro reflexní kontrakci. Díky tomuto reflexu je možné urychlit nábor svalových vláken nebo nabrat více svalových vláken (Brown a kol. 2007).

Jako bezpečnostní prvek šlach funguje Golgiho šlachové tělísko. Jedná se o proprioreceptor, který je umístěn ve šlachách a reaguje na nadměrné přepětí šlachy. V takové situaci vysílá signál do míchy a nadměrně protahující se sval se rychle kontrahuje, aby nedošlo k jeho poškození (Hansen a Kennelly 2019).

## 2.7.4 Motorické jednotky (MJ)

*„Funkční a biomechanickou jednotkou svalu je motorická jednotka, tj. skupina svalových vláken inervovaných jedním motoneuronem.“ (Dylevský 1996)*

Kosterní svaly pracují na principu „všechno, nebo nic“, jinými slovy při inervaci MJ dochází buď ke kontrakci, nebo relaxaci. Pokud tedy potřebujeme vyvinout maximální sílu, aktivuje se většina MJ v požadovaném svalu. Naopak při nízkém úsilí se kontrahují pouze některé MJ a ostatní relaxují (Jarmey a Sharkey 2019).

Jednotlivé MJ se aktivují podle velikostního principu. Menší MJ potřebují nižší úroveň stimulu, takže se aktivují jako první. Pokud je potřeba vyprodukovat větší sílu, tak se aktivují větší jednotky. Nejčastěji se jedná o MJ, které ovládají rychlá svalová vlákna. Díky tomuto principu si organismus šetří vlákna, které vyžadují více energie pro svou práci a jsou citlivější na únavu (Hoffman 2014).

## 2.7.5 Parametry zatížení

Silový trénink je komplexní proces, který vyžaduje pečlivé plánování a řízení zatížení, aby byl dosažen optimální výkon a minimalizováno riziko zranění. Parametry zatížení v silovém tréninku zahrnují několik klíčových komponent, které je třeba zohlednit při sestavování tréninkového programu. Těmito parametry jsou (Perič a Dovalil 2010):

- doba trvání cvičení;
- počet opakování cvičení;
- intenzita cvičení;
- interval odpočinku;
- způsob odpočinku

## 2.7.6 Metody stimulace silových schopností

Rozvoj silových schopností je komplexní proces, který zahrnuje různé tréninkové metody. Každá metoda má své specifické účinky a využití v závislosti na cílech sportovce. Níže jsou uvedeny některé z hlavních metod rozvoje silových schopností s příslušnými charakteristikami a výhodami.

- Metoda maximálního úsilí – Jedinec pracuje velmi vysokou intenzitou, typicky mezi 90 % a 100 % (1 RM = maximální váha pro jedno opakování). Tato úroveň zatížení umožňuje maximalizaci síly a aktivaci motorických jednotek. Pro

maximalizaci neuromuskulární stimulace provádí 1-3 opakování. A odpočinek se pohybuje mezi 3 – 5 minutami, aby byl schopný v další sérii pracovat v maximální intenzitě. Správná technika je zásadní pro prevenci zranění a optimalizaci výkonu (Petr a Šťastný 2012).

- Metoda opakovaného úsilí – jedna z klíčových metod používaných v silovém tréninku k rozvoji svalové hypertrofie (růst svalové hmoty), vytrvalosti a síly. Tréninková zátěž se pohybuje mezi 60 – 80 % 1RM. Cvičení provádíme do svalového selhání, nebo blízko k němu. Proto se počet opakování pohybuje kolem 8 – 12 opakování a odpočinek mezi sériemi je zkrácen na 1 – 2 minuty (Campos a kol. 2002).
- Metoda rychlostní – Zaměřená na rozvoj rychlosti a výbušné síly svalových kontrakcí prostřednictvím cvičení s vysokou rychlostí a nízkou až střední intenzitou zatížen (Zatsiorsky a kol. 2021).
- Metoda kontrastní – Využívá kombinaci nízké a vysoké intenzity. Střídáním lehké série s krátkým odpočinkem a těžké série s delším odpočinkem měníme i rychlost provedení jednotlivých sérií. Zaměřujeme se tak na maximální sílu i výbušnou, zlepšuje se koordinace a schopnost rychle rekrutovat svalová vlákna (Petr a Šťastný 2012).
- Metoda izometrická – Většinou se zařazuje s kombinací i dalších metod z důvodu absence svalové koordinace. Atlet působí kontrakcí proti nepřekonatelnému odporu. Délka kontrakce asi 5 – 15 s, 3-5 opakování a délkou odpočinku asi 3 minuty (Perič a Dovalil 2010).
- Metoda intermediální – Velmi podobné parametry zatížení jako u opakovaného úsilí. Princip spočívá v kombinaci dynamické a statické fáze cviku. Cvik začíná dynamickou fází, kdy jedinec překonává odpor a v průběhu pohybu se zastavuje a přechází do výdrže (statická fáze), kde vydrží asi 5 sekund (Perič a Dovalil 2010).
- Metoda brzdivá – V této metodě jde o maximalizaci svalové práce při excentrické činnosti. Takže lze využít i odpor přesahující 1RM (udává se až 120 % 1RM). Díky tomuto principu lze dosáhnout vyšší stimulaci svalových vláken a následnému lepšímu růstu, jelikož sval v excentrické činnosti dokáže vyprodukovat větší sílu. Doba, po kterou sval pracuje v excentrické fázi, by měla trvat 3 – 6 s (Zatsiorsky a kol. 2021).



- Metoda plyometrická – Velmi účinná metoda pro aktivity vyžadující vysokou úroveň výbušné síly. Využívá rychlé excentrické činnosti (přednapnutí) následované silnou koncentrickou činností svalu. Umožňuje využití elastické energie uložené během excentrické fáze k maximalizaci síly produkované během koncentrické fáze (Grasgruber a Cacek 2008). Blíže bude tato metoda specifikována v kapitole o plyometrii.
- Metoda silově-vytrvalostní – Zaměřuje se na rozvoj nervosvalové soustavy i kardiovaskulární. Počet opakování se zde může pohybovat od 20 - 50 opakování, ale lze pracovat i do úplného selhání. Oproti ostatním metodám zde intenzita nesleduje rychlostí, ale tepovou frekvencí (160 a více tepů za minutu), aby se projevil rozvoj vytrvalosti. Maximální odpor je 40 % 1RM (Perič a Dovalil 2010).

## 2.8 Plyometrie

Dnešní doba fitness tréninku je přehlcena různými typy strojů a přístrojů pro trénink rychlosti. Přesto se ukazuje, že k dosažení největší efektivity tréninku na zlepšení síly, výkony, rychlosti stačí využít žádné nebo minimální vybavení. Příklad takového tréninku je právě plyometrie, která využívá přirozenou reakci lidského těla na rychlé prodloužení svalu. Kontrakce, která následuje po takovémto prodloužení, je totiž jak silnější, tak i rychlejší, v porovnání s jednoduchou volní kontrakcí (Hansen a Kennelly 2019).

### 2.8.1 Původ plyometrie

Slovo plyometrie je převzatý spojením dvou slov z řeckého jazyka. Prvním je *plyo* („pohybovat se“) a druhým je *metrie* („měření“ nebo „délka“). O samotné tréninkové metodě pochází první zmínky ze Sovětského svazu z roku 1966 od trenéra a sportovního vědce Yurije Verkhoshanského, který je považován za otce plyometrie, ale metodu nazýval *shock training*, nebo *jump training* (Davies a kol. 2015). Samotný termín plyometrie stanovil roku 1975 americký trenér atletiky Fred Wilt. Můžeme se setkat i s dalšími pojmenováními této metody jako například: *speed strength*, *bounce training*, *elastic reactivity*, *stretch-shortening method* (Radcliffe a Farentinos 2015).

## 2.8.2 Charakteristika plyometrie

*"Plyometrie je forma cvičení, která využívá rychlé a výbušné pohyby k rozvoji svalové síly a rychlosti prostřednictvím cyklu protažení a zkrácení svalů."* (Malisoux a kol. 2006)

Plyometrická metoda je založena na využití cyklu protažení-zkrácení (*Stretch-shortening cycle* = SSC). Tento cyklus spočívá ve využití elasticity svalu. Má tři hlavní fáze: excentrickou fázi, amortizační fázi a koncentrickou fázi. Každá z těchto fází hraje klíčovou roli v celkovém efektu plyometrického tréninku a má své specifické charakteristiky a účinky (Sáez-Sáez De Villarreal a kol. 2010).

Svalové kontraktilní složky, konkrétně aktinové a myosinové křížové můstky v sarkomeře, hrají důležitou roli při motorické kontrole a vývoji síly během plyometrických cvičení. Plyometrické pohyby využívají předpětí svalově-šlachové jednotky a její fyziologickou délkově-napětíovou křivku k zvýšení schopnosti svalových vláken generovat více napětí a tím i větší produkci síly (Davies a kol. 2015).

Při porovnání výsledků ze skoku s výskokem a výsledků ze skoku s výskokem s předchozím přednapnutím svalu, se ukázalo zlepšení až o 18 – 20 % při využití přednapnutí (Hoffman 2014).

Je nutné brát v potaz, že plyometrie je jen částí tréninkového programu atleta. Velké množství sportů totiž využívá více energetických systémů nebo vyžaduje různé formy cvičení k řádné přípravě sportovců na soutěže. Každý energetický systém a specifické sportovní požadavky musí být zahrnuty do dobře navrženého tréninkového programu (Davies a kol. 2015).

- Trénink plyometrie spolu s odporovým tréninkem

Při tréninku celého těla je například doporučováno trénovat jednu část těla plyometrickou metodou a druhou část odporovým tréninkem (viz. Obrázek 3). Naopak není vhodné kombinovat v rámci jedné tréninkové jednotky těžký silový trénink a plyometrii. V případě použití této kombinace je nutný dostatečný odpočinek mezi sériemi odporových a plyometrických cviků (Haff a Triplett 2021).

Day	Resistance training	Plyometrics
Monday	High-intensity upper body	Low-intensity lower body
Tuesday	Low-intensity lower body	High-intensity upper body
Thursday	Low-intensity upper body	High-intensity lower body
Friday	High-intensity lower body	Low-intensity upper body

Obrázek 3 Příklad kombinace plyometrie s odporovým tréninkem (Baechle a kol. 2008)

- Kombinace s aerobním tréninkem

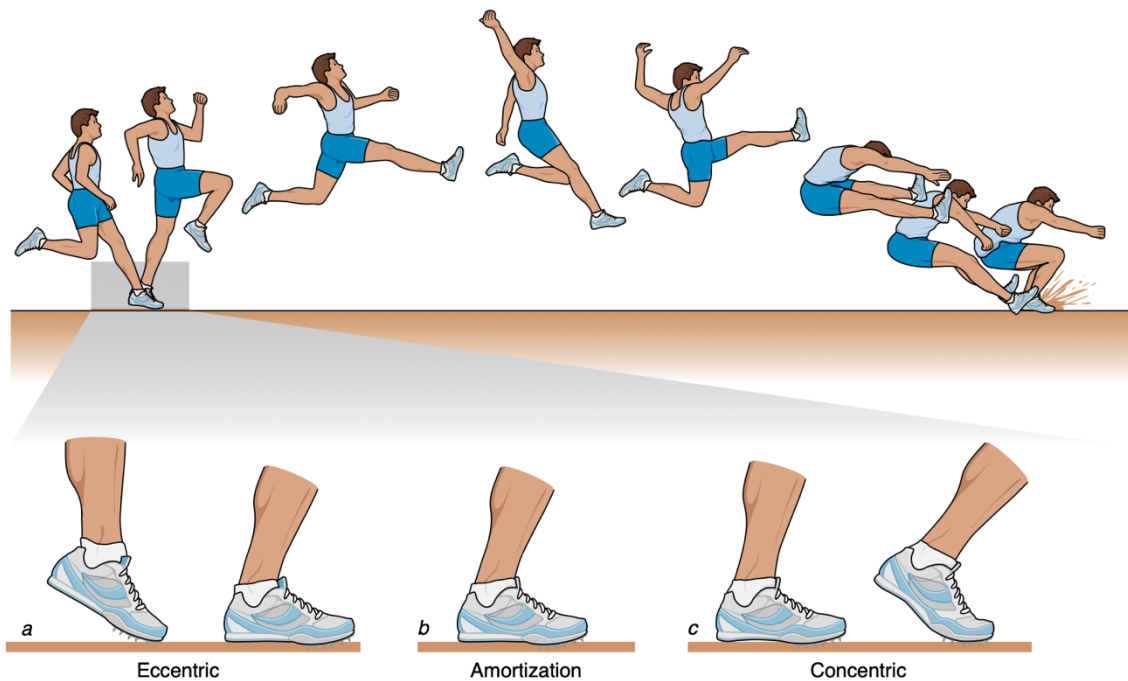
Mnoho sportů, jako je basketbal a fotbal, zahrnuje jak anaerobní (tj. sílovou), tak aerobní složku. Aerobní trénink může mít negativní dopad na produkci síly, proto je plyometrie využívána před tímto tréninkem pro maximalizaci výkonnostního zisku (Radcliffe a Farentinos 2015).

### 2.8.3 Fáze cyklu protažení-zkrácení

SSC probíhá v následném pořadí:

- 1) Excentrická fáze (přednatažení) - Tato fáze je charakterizována svalovou kontrakcí při natahování svalů. Dochází k ukládání elastické energie ve svalech a šlachách, což je kritické pro následný výkon. Během této fáze je důležité, aby sportovec kontroloval pohyb a správně absorboval náraz, což snižuje riziko zranění. Typickým příkladem je dopad po seskoku, kdy atlet brzdí získanou rychlost pádem (Zatsiorsky a kol. 2021).
- 2) Amortizační fáze (přechodná) – Krátká doba mezi koncentrickou a excentrickou aktivitou svalu. Dochází tedy ke změně směru pohybu. Sval se přestává natahovat a začíná se zkracovat. Přenáší se elastická energie, kterou jsme získali excentrickou činností do koncentrické. Cílem plyometrického tréninku je tuto fázi co nejvíce zkrátit, aby byla elastická síla co nejvíce využita (Hansen a Kennelly 2019).

- 3) Koncentrická fáze (zkracování) – Charakterizována zkrácením svalů, což vede k produkci síly a výkonu. Zde se využívá nastřádaná elastická energie svalu a díky napínacímu reflexu zapojíme více svalových vláken pro kontrakci. V plyometrickém tréninku je koncentrická fáze klíčová pro maximalizaci výbušné síly, kterou sportovci potřebují pro skoky, sprinty a jiné dynamické pohyby (Komi a Gollhofer 1997).



Obrázek 4 Fáze SSC při skoku dalekém (Baechle a kol. 2008)

## 2.8.4 Druhy SSC

Tento cyklus se poté dělí na dva druhy:

- Rychlý SSC – Přechod z excentrické do koncentrické fáze se obvykle pohybuje pod 250 milisekund, proto je nejčastěji využíván sprintery. Mechanismus spočívá ve využití elasticity svalu a šlachového komplexu pro reflexní a rapidní reakci nervové soustavy a vede tak k silné kontrakci. Tímto způsobem zvyšujeme výbušnou sílu a rychlost (Markovic a Mikulic 2010). Rozvoj tohoto druhu SSC je klíčový například pro sprintování, skoku dalekém či skoku vysokém, jelikož se doba kontaktu se zemí v těchto činnostech pohybuje pod 250 milisekund.
- Pomalý SSC – Přechod fází trvá nad 250 milisekund. Díky pomalejšímu přechodu mezi fázemi je sval schopen vygenerovat větší sílu během excentrické fáze, kdy je sval pod napětím, než u rychlého SSC. Je tak více závislé na svalové síle, než na elastických vlastnostech svalu. Zlepšuje se tak schopnost udržet výkon po delší

dobu a je tak ideální pro sporty vyžadující kombinaci síly a vytrvalosti (např. vzpírání, gymnastika) (Komi 2000).

Aktivita	Doba kontaktu se zemí (ms)	Druh SSC
Sprint	80 - 90	Rychlý
Rychlochůze	270 - 300	Pomalý
Countermovement jump (CMJ)	500	Pomalý
Skok do hloubky (20 - 60 cm)	130 - 300	Rychlý / Pomalý
Skok daleký	140 - 170	Rychlý
Skoky přes překážky	150	Rychlý

*Tabulka 1 Příklady klasifikace aktivit podle využitého druhu SSC (Azide performance 2023)*

### 2.8.5 Tělesné požadavky pro trénování plyometrie

Metoda plyometrie je charakteristická intenzivním zatěžováním hybného systému, takže je potřeba klást velký důraz na dobrý zdravotní a funkční stav kloubního a osového systému. Nejrizikovější skupinou jsou jedinci s předchozím zraněním využívaného pohybového aparátu (Radcliffe a Farentinos 2015).

Tedy před implementací této tréninkové metody je nutné, aby atlet disponoval dostatečnou úrovní silových schopností, stabilitou pohybového aparátu a cviky prováděl správnou technikou. U síly dolních končetin je doporučováno, aby jedinec byl schopen zvednout 150 % své tělesné hmotnosti na zádový dřep. Zároveň je velmi důležitá i správná volba obuvi. Měla by poskytovat kvalitní podporu chodidla a kotníku, laterální stabilitu a podrážka by měla být dostatečně široká a neklouzavá (Baechle a kol. 2008).

## 2.9 Plyometrická tréninková jednotka

Pro co nejbezpečnější implementaci metody by měl jedinec disponovat dostatečnou silovou úrovní a připraveností pohybového aparátu jedince (viz předchozí kapitola). Následná stavba tréninku a úroveň jeho náročnosti se odvíjí z kombinace těchto proměnných: intenzita, objem, odpočinek a progresivní zatěžování.

### 2.9.1 Intenzita cviků

Intenzita se týká množství zátěže, kterou jsou vystaveny zapojené svaly, pojivové tkáně a klouby, a je primárně určena typem zvoleného cviku. Intenzita plyometrických cvičení se pohybuje v širokém rozsahu; například přeskokování je relativně nízko intenzivní, zatímco skoky z výšky kladou vysokou zátěž na svaly a klouby. Obecně platí,

že s rostoucí intenzitou by se měl snižovat objem cvičení. Vzhledem k tomu, že intenzita plyometrických cvičení může značně variovat, je třeba pečlivě zvážit výběr vhodných cviků během konkrétního tréninkového cyklu (Baechle a kol. 2008).

## 2.9.2 Objem

V plyometrickém tréninku se objem měří počtem kontaktů nohou s podložkou. Každý kontakt je zaznamenán při dotyku nohy s podložkou, což znamená, že při dopadu na obě nohy se počítají dva kontakty. Doporučený objem závisí také na intenzitě cvičení a úrovni cvičence. Proto se doporučuje v praxi následné počty dotyků za trénink vzhledem k úrovni cvičence (viz Tabulka 2) (McNeely a Sandler 2009).

Úroveň cvičence	Nízká intenzita	Střední intenzita	Vysoká intenzita
Začátečník	80	60	40
Pokročilý	100	80	60
Velmi pokročilý	140	120	100

*Tabulka 2 Počet kontaktů vzhledem k intenzitě cviku a úrovni cvičence  
(McNeely Sandler 2009)*

## 2.9.3 Odpočinek

Jelikož plyometrická cvičení vyžadují maximální úsilí pro zlepšení anaerobní síly, je nezbytné zajistit úplnou a dostatečnou regeneraci mezi jednotlivými opakováními, sériemi a tréninky. U skoků z výšky by měla regenerace zahrnovat 5 až 10 sekund odpočinku mezi opakováními a 2 až 3 minuty mezi sériemi. Délka odpočinku mezi sériemi je stanovena správným poměrem práce k odpočinku (např. 1:5 až 1:10) a závisí na objemu a typu prováděného cvičení. Plyometrická cvičení by měla být vnímána jako trénink na sílu, nikoli jako kardiorespirační kondiční cvičení (Baechle a kol. 2008).

## 2.9.4 Progresivní zatížení

*„Zkušenost ukazuje, že všechny explozivní trénink výskoků by měl být postupný od jednoduchých, málo zatěžujících aktivit k více komplikovaným a namáhavým činnostem.“*  
(Jacoby a Fraley 1995) Díky tomuto přístupu jsme schopni rychle identifikovat chyby a deficity před tím, než by mohly vytvořit nějaké riziko (Gambetta 2007).

## 2.9.5 Příklady plyometrických cviků

1. Skoky na bednu (*box jumps*) – Skoky na vyvýšenou plochu z pozice na zemi a zpět.

2. Skoky z výšky (*depth jumps*) – Skoky z vyvýšené plochy dolů a následný rychlý skok zpět nahoru
3. Jednonožné skoky (*single-leg hops*) – Skoky na jedné noze po určité trase nebo vzdálenosti
4. Boční skoky na bednu (*lateral bog jumps*) – Skoky z jedné strany na druhou přes bednu nebo překážku.
5. Skoky s přitažením kolen k hrudníku (*tuck jumps*) – Výskoky z místa s přitažením kolen k hrudníku ve vzduchu (Radcliffe a Farentinos 2015).
6. Dřepové skoky (*squat jumps*) – Výskoky z dřepu do maximální výšky.
7. Plyometrické výpady (*plyometric lunges*) – Výpady s výskokem a přepínáním nohou ve vzduchu.
8. Cvičení s bednou (*box drill*) – Rychlé přeskoky přes bednu v různých směrech.
9. Skoky z výšky na zem (*depth drops*) – Skoky z vyvýšené plochy dolů a následný rychlý přistávací pohyb (Bompa a Buzzichelli 2015).
10. Výskok z protipohybem (*countermovement jump* – CMJ) – Maximální výskok s předcházejícím podřepem (Markovic a kol. 2004).

## 2.9.6 Účinky plyometrie

Tato metoda se nejčastěji využívá pro rozvoj výbušné síly a výkonu sportovců, což je důsledkem zvýšené schopnosti svalů generovat rychlé a silné kontrakce. Nejběžnější užití je pro zlepšení výkonu při vertikálním výskoku a sprintování. Zároveň je potvrzeno, že tímto tréninkem zároveň zvyšujeme i maximální sílu dolních končetin (Markovic a Mikulic 2010). U sprintu je možné zlepšit akceleraci, celkovou rychlost běhu, reakční dobu a případné rychlé změny směru (agilita) (Miller a kol. 2006). Přispívá k lepší koordinaci (časování a synchronizace svalů) a neuromuskulární kontrole, což vede k celkovému zlepšení sportovní výkonnosti (Myer a kol. 2004). Důsledkem opakované excentrické a koncentrické kontrakce je ve svalu vyvolána hypertrofie (Fatouros a kol. 2000). Zásadním příspěvkem plyometrie je i snižování rizik zranění pohybového aparátu. Zlepšení koordinace a síly stabilizačních svalů, spojené s lepší pevností a pružností šlach a vazů, přispívá k prevenci před zraněními (Hewett a kol. 1996).

## 2.9.7 Plyometrie v armádním prostředí

NV MO č. 12 z roku 2011 obsahuje široký seznam fyzických aktivit, se kterými se voják v rámci služby může setkat. Zde je tedy ze seznamu z NV vybrány ty aktivity,

pro které může být plyometrie přínosnou metodou v rámci tréninku (Ministerstvo obrany 2011):

Témata STP:

- Překonávání překážek (skoky přes zdi, příkopy, ploty a další bariéry);
- přesuny (běh terénem / po zpevněném povrchu, sprintování);
- výcvik na překážkových drahách (rychlé změny směru, překonávání vertikálních a horizontálních překážek pohyb po úzké opoře);
- boj z blízka (kopy, pohyb při kontaktu s nepřítelem).

Témata ZTP:

- Atletika (běžecké a skokanské disciplíny);
- kolektivní sporty (fotbal, volejbal, basketbal atd.);
- individuální sporty (tenis);
- testování (krátké / dlouhé běhy, překážkové dráhy, obratnostní testy) (Ministerstvo obrany 2011).

## 2.10 Rešerše a její druhy

*„Rešerše je systematické vyhledávání a analýza informací z různých zdrojů, které je prováděno za účelem získání přehledu o určitém tématu nebo výzkumné otázce.“* (Booth a kol. 2012) Jedná se tedy o systematické vyhledávání, shromažďování, hodnocení a syntézy informací z různých zdrojů za účelem získání přehledu o určitém tématu nebo výzkumné otázce. Tento proces může zahrnovat různé metodologické přístupy a slouží k zajištění důkladného a objektivního přehledu dostupné literatury (Fink 2020). Můžeme je dále rozdělit následovně:

- Systematická rešerše – používá přísné a reprodukovatelné metody pro identifikaci, hodnocení a syntézu všech relevantních studií na dané téma (Higgins a Green 2012). Více bude rozebrána v kapitole o systematické rešerši.
- Metaanalýza – Kvantitativní metoda, která kombinuje výsledky z několika nezávislých studií se stejnou otázkou a pomocí statistických analýz umožňuje odhadnout celkový efekt a identifikaci vzorců mezi studii (Borenstein 2013).
- Narativní (tradiční) rešerše – Nesystematická metoda přehledu literatury. Oproti systematické rešerši nejsou pevně definovány metody pro získávání a hodnocení dat a velkou roli hraje subjektivní výběr autora. Z tohoto důvodu je metodologie více flexibilní a může zahrnovat různé perspektivy na zvolené téma. Subjektivní



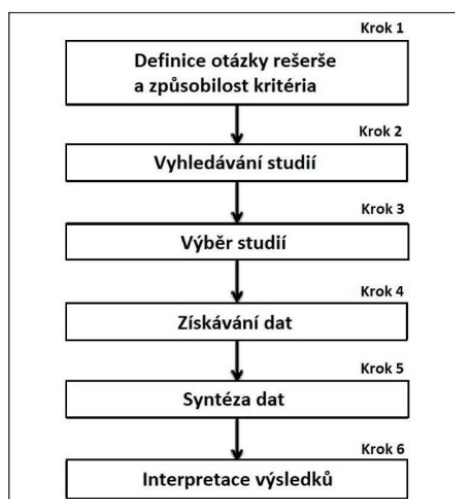
výběr dat a interpretace však může zkreslovat konečný pohled na tematiku (Green a kol. 2006).

- Scoping review (zjišťovací rešerše) – Mapuje hlavní koncepty, důkazy a mezery ve výzkumech. Výběr metodologie je více flexibilní jak u systematické rešerše a díky využití kvantitativních i kvalitativních druhů analýzy poskytuje komplexní pohled na řešené téma (Arksey a O'Malley 2005).
- Rapid review (rychlá rešerše) – Zrychlená a zjednodušená forma klasické systematické rešerše, která se využívá pro včasné zodpovězení na naléhavé otázky. Mají však omezený rozsah v počtu zdrojů a studií, pro je větší riziko zkreslení (Ganann a kol. 2010).
- Kritická rešerše – Analyzuje teoretické koncepty a metody přístupu studií a jejím cílem je identifikovat jejich silné a slabé stránky, potencionální mezery ve výzkumu a navrhnout budoucí směr studií. Může se objevit zkreslení výsledků kvůli interpretaci a subjektivnímu hodnocení autora. Vyžaduje značné množství času z nutnosti důkladného prostudování velkého množství dat (Grant a Booth 2009).
- Integrovaná rešerše – Umožňuje vytvořit rešerši kombinací obou typů studií (kvantitativních i kvalitativních). Využívá různých metodických perspektiv a poskytuje komplexní pohled na vybrané téma. Pro eliminaci rizik zkreslení je však klíčové zvolit vhodnou kombinaci metod (Whittemore a Knafl 2005).

## 2.11 Systematická rešerše

Systematický přehled je metodologický přístup k identifikaci, hodnocení a syntéze všech relevantních studií na konkrétní výzkumnou otázku nebo téma pomocí přísných a reprodukovatelných postupů. Tento typ přehledu se liší od tradičních narativních přehledů svou strukturou a důrazem na objektivitu a systematický přístup k vyhledávání a hodnocení literatury (Higgins a Green 2012).

Pro správně strukturovaný proces pro vytvoření důkladného a nestranného přehledu literatury je nutné si stanovit. Proto tvoření systematické rešerše musí probíhat v předem stanovených krocích (viz obr. 4) (Impellizzeri a Bizzini 2012).



Obrázek 5: Kroky systematické rešerše (upraveno podle: Impellizzery a Bizzini, 2012)

- Krok 1 – Stanovení přesné výzkumné otázky, což znamená jasně definovat cíle rešerše a specifikovat otázku, kterou chtějí řešit. Pokud je to nutné, může být široká výzkumná otázka rozdělena na konkrétnější otázky. Dále se určí, které kritéria budou zahrnuta a které se vyloučí. Pokud se naskytnou kritéria, které by mohli být různě interpretovány, je nutné upřesnění daného termínu.
- Krok 2 – Definování vyhledávací strategie. Měla by být stanovena tak, aby umožnila identifikaci všech relevantních studií. Nejčastěji se provádí pomocí elektronických databází (Scopus, Web of science, PubMed, Embase atd.), prohledáváním seznamů literatury relevantních studií, ručním prohledáváním časopisů a konferenčních sborníků, kontaktováním autorů, odborníků v oboru a výrobců. V případě využití elektronických databází je nutnost využití více než jen jedné databáze pro dohledání všech relevantních studií.
- Krok 3 – V této fázi sloučíme studie ze všech použitých databází a odstraníme všechny duplikáty (identické práce z různých databází). Provádí se počáteční screening titulů a abstraktů – vyloučení zjevně nerelevantních studií. U studií, které splňují zvolená kritéria, se uvede jejich plný text.
- Krok 4 – Vytvoření standardizovaného formuláře. Měl by být navržen tak, aby odpovídal výzkumné otázce a plánovaným analýzám. Dále uvádíme informace o studiích – obecné informace (autor, název, typ publikace,

země původu atd.), charakteristiky studie (cíle, design, randomizační techniky atd.), charakteristika účastníků (věk, pohlaví atd.), intervence a její nastavení.

- Krok 5 – Při syntéze dat zahrnujeme do souboru hodnocení kvality a rizika zkreslení jednotlivých studií a také velikosti řešených efektů a jejich výsledky.
- Krok 6 – Závěrečným krokem je připravit dokument k publikaci. Všechny kroky a rozhodnutí v průběhu práce musí být transparentně zdokumentovány, aby bylo možné ji reprodukovat. Interpretace výsledků a diskuze o kvalitě důkazů, specifická rizika zkreslení zahrnutých studií a také možné celkové zkreslení (Impellizzeri a Bizzini 2012).

Pro zlepšení kvality a důvěryhodnosti se často při tvorbě systematických rešerší a metaanalýz integruje soubor pokynů PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses). Důležitým aspektem je kvalitní a důkladná syntéza dostupných důkazů, bez ohledu na jejich počet. Tento postup zajišťuje transparentnost a reprodukovatelnost práce (Moher a kol. 2009).

## **2.12 Hodnocení rizika zkreslení (Risk of Bias)**

Zaměřuje na metodologické aspekty studií, které mohou způsobit systematické chyby ve výsledcích. Klíčovými aspekty pro hodnocení jsou: randomizace (rozdělení účastníku do experimentálních/kontrolních skupin), blinding (účastníci, výzkumníci i účastníci by neměli vědět v jaké skupině jsou), neúplná data výsledků, selektivní reportování (tendence publikovat pouze pozitivní výsledky), jiné zdroje zkreslení (jiné faktory, které mohli ovlivnit výsledek studie) (Higgins a kol. 2011).

### **3 METODIKA PRÁCE**

V této části bakalářské práce budeme popisovat cíl práce, její úkoly a definovat výzkumnou otázku. Dále bude obsahovat druh zvolených výzkumných metod, způsoby sběru dat a následné jejich vyhodnocení.

#### **3.1 Cíle**

Cílem této práce je provést systematickou rešerši vědeckých studií zaměřených na využití plyometrické metody tréninku u vojenského personálu a analyzovat, jak může přispět ke zvýšení jeho bojeschopnosti.

#### **3.2 Úkoly**

1. Určit cíl práce.
2. Formulovat výzkumnou otázku.
3. Vymezit teoretický rámec práce (plyometrie využitelná v armádním prostředí).
4. Zvolit databáze ve kterých budeme studie hledat (Web of Science, Scopus, PubMed).
5. Sestavit skript pro vyhledání relevantních studií v elektronických databázích.
6. Selektce vybraných studií (posouzení kritérií způsobilosti).
7. Vytvořit tabulku výsledných studií a extrahovat klíčová data.
8. Interpretovat výsledky.
9. Odpovědět na výzkumnou otázku.
10. Úspěšně obhájit svou práci.

#### **3.3 Výzkumná otázka**

Jakým způsobem lze využít metod plyometrického tréninku pro zvýšení bojeschopnosti vojenského personálu?“

#### **3.4 Metody identifikace studií**

Pro vytvoření této bakalářské práce byl použit přístup systematické rešerše. K výběru vhodných studií byla aplikována metodologie PRISMA. Po definování cíle práce a formulování výzkumné otázky byl sestaven vyhledávací skript, který byl následně implementován do elektronických databází Web of Science, Scopus a PubMed. Pro

databázi Scopus bylo vyhledávání provedeno na základě názvu, abstraktu a klíčových slov, zatímco v databázích Web of Science a PubMed bylo vyhledávání omezeno na názvy a abstrakty. Dále byly analyzovány referenční seznamy vyhledaných článků a následně dohledány využitím vyhledávače Google Scholar (od roku 2015). Získané seznamy studií byly importovány do tabulkového procesoru Microsoft Excel (verze 16.86), kde byly na základě předem stanovených kritérií vybrány nejvhodnější studie pro následnou extrakci dat. Pro správu a vložení citací byl využit software Zotero (verze 6.0.37).

### 3.5 Sestavení vyhledávacího skriptu

Pro vyhledávání v elektronických databázích byl vytvořen skript složený z klíčových slov pro co nejpřesnější výsledek hledání. Pro specifikaci byla nutnost skript rozvrstvit a využít logických operátorů (AND, OR a NOT). Skript byl rozvrstven do tří částí, kdy účel první části byl generovat studie o plyometrii. Pro možnou absenci tohoto klíčového slova byli přidány další možné variace názvu této metody nebo pojmy ji charakterizující. Druhá část specifikovala vojenství a třetí část eliminovala nežádoucí pojmy. Pro správné fungování musel být formát skriptu pro každou databázi přizpůsoben z důvodu odlišného způsobu vyhledávání, ale klíčová slova zůstala stejná. Vyhledávání proběhlo 9. června 2024.

- První část:
  - Plyometric\* OR Jump Train\* OR Plyometric Train\* OR Stretch-shortening Cycle\* OR Reactive Strength\* OR Fast Stretch-Shortening Cycle\* OR Depth Jump\*
- Druhá část:
  - AND Military\* OR Soldier\* OR Armed Force\* OR Military Personnel OR Army\* OR Navy OR Airforce\* OR Marines\*
- Třetí část:
  - NOT Animal\* OR Animal Model\* OR Animal Stud\*

Přesná definice skriptu byla klíčová pro efektivní a cílené vyhledání relevantních studií napříč všemi využitými databázemi (Scopus, Web of Science, PubMed). Dále proběhla analýza referenčních seznamů literatury a vybrané články byly dohledány za pomoci vyhledávače Google Scholar a zhodnoceny, jestli jsou pro systematickou řešerši vhodné.

### 3.6 Výběr studií

Všechny získaná data pomocí skriptu byly vloženy do tabulky v programu Microsoft Excel. Prvním krokem bylo zapotřebí, z důvodu čerpání z různých databází, odstranit duplicitní data a zároveň sloučit se seznamem studií získaného nesystematickým vyhledáváním. Dalším krokem bylo vyřadit studie, které neměly kompletní přístup k obsahu celé práce. Následuje nastolení kritérií, které jednotlivé studie musí pro zahrnutí splňovat (inclusion criteria). Pro další selekci jsou nastavena vyřazovací kritéria (exclusion criteria). Díky kterým eliminujeme nerelevantní studie. Jednotlivé kroky selekce jsou graficky zpracovány do grafu (viz Graf 1), který byl vytvořen podle pokynů PRISMA.

#### Zařazovací kritéria (inclusion criteria)

- jedná se o studii zkoumající využití plyometrického tréninku nebo využívá cviků spojené s touto metodou pro rozvoj silových schopností;
- plyometrické metody rozvíjejí silové schopnosti dolních končetin;
- články se zaměřují na zlepšení v disciplínách, nebo aktivitách, které se objevují v armádním prostředí
- studie zahrnuje účastníky bez závažných zdravotních problémů;

#### Vyřazovací kritéria (exclusion criteria)

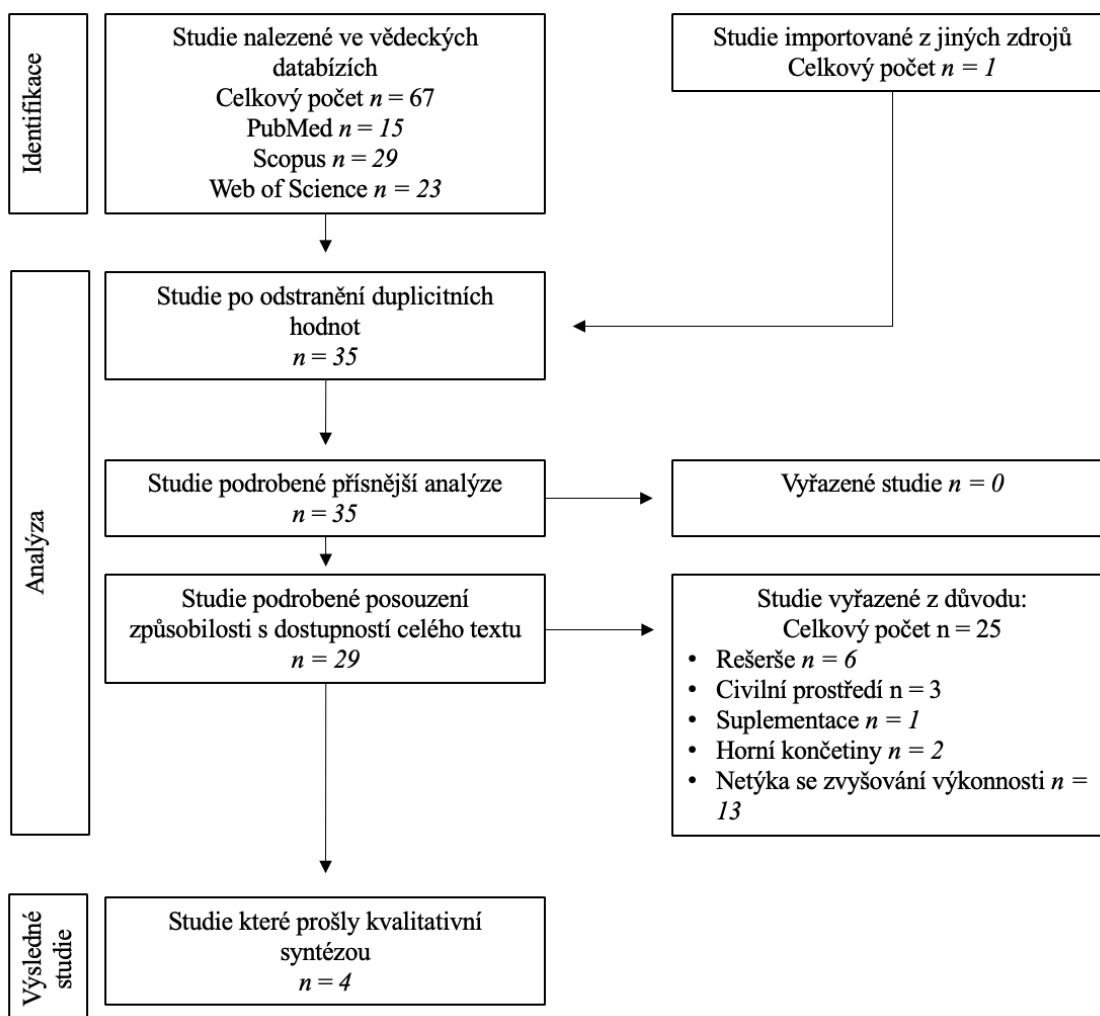
- nesmí se jednat o typ rešerše;
- studie neřeší účinek diet nebo exténní suplementace, která by mohla ovlivnit výkon probandů

### 3.7 Proces zpracování dat

Pro lepší orientaci a přehlednost získaných studií byla vytvořena přehledová tabulka (viz Tabulka 3), do které byly zaneseny data z originálních textů jednotlivých prací. Tabulka je seřazena podle roku publikace pro lepší přehled. Dále je uveden autor / autoři, název práce, počet probandů, délka a cíl studie. Tento seznam slouží jako přehled získaných studií a charakteristika probandů a obsahuje cíle jednotlivých studií. Pro podrobný přehled průběhu studií, seznam cviků, které podstupovaly skupiny využívající plyometrické metody a výsledků byla druhá tabulka (viz Tabulka 4) (pořadí studií je zde stejné jako v tabulce 3).

## 4 VÝSLEDKY

Prvotní vyhledávání identifikovalo 67 potencionálně relevantních studií (PubMed - 15, Scopus – 29, Web of Science – 23). Po odstranění duplicit zůstalo 34 článků, ke kterým byl přidán 1 nesystematicky vyhledaný článek. Studie byly dál zkoumány s ohledem na kompletní přístup k jejich datům. Po této selekci zbylo 29 článků. Následně byly všechny studie posuzovány na základě jejich názvu, abstraktu a metodiky. Každá studie byla porovnána s předem stanovenými kritérii způsobilosti a relevance k tématu. Tento proces zahrnoval důkladné hodnocení, zda studie splňují požadavky na obsah a metodologickou kvalitu. Po aplikaci těchto selekčních kritérií bylo do konečné analýzy zahrnuto 4 studie, které nejlépe vyhovovaly zadaným podmínkám a byly považovány za nejrelevantnější pro dané téma.



Graf 1 Schéma výběru studií do systematické rešerše (Vytvořeno podle předlohy PRISMA)

	<b>NÁZEV STUDIE</b>	<b>AUTOR /AUTOŘI STUDIE</b>	<b>ROK VYDÁNÍ</b>	<b>PROBANDI</b>	<b>DÉLKA STUDIE</b>	<b>CÍL STUDIE</b>
<b>1</b>	ACUTE EFFECTS OF POST-ACTIVATION PERFORMANCE ENHANCEMENT EXERCISES ON ARMY COMBAT FITNESS TEST PERFORMANCE IN MALE ROTC CADETS	Bonilla, CP; Ryan, GA; Casey, JC; Spradley, BD; Herron RL	2024	<b>Muži</b> z Rezervního důstojnického výcvikového sboru (USA), minimálně 1 rok služby ( <b>n = 19</b> , věk $20 \pm 2$ )	3 dny (72 hodin)	Vyhodnotit účinnost implementace specifických úkolů zaměřených na zlepšení výkonu po aktivaci (PAPE) pro akutní zlepšení výsledků ACTF
<b>2</b>	THE EFFECTS OF 6 WEEKS PLYOMETRIC TRAINING ON ISOKINETIC LEG STRENGTH, AGILITY AND VERTICAL JUMP IN KOREA ROTC CADETS	Sang-Gook, S; Young-Suk, J; Do-Young, W; Jin-Hwan, Y	2016	<b>Muži</b> z Rezervního důstojnického výcvikového sboru (Korea), ( <b>n = 24</b> , věk $22,6 \pm 0,7$ )	6 týdnů	Zjistit vliv šestitýdenního plyometrického tréninku (PT) na obratnost, vertikální skok a izokinetickou sílu nohou u kadetů korejského ROTC (Rezervní důstojnický výcvikový sbor).



3	DISTINCT TEMPORAL ORGANIZATIONS OF THE STRENGTH- AND POWER-TRAINING LOADS PRODUCE SIMILAR PERFORMANCE IMPROVEMENTS	Loturco, I; 2013 Ugrinowitsch, C; Roschel, H; Mellinger, AL; Gomes, F; Tricoli, V; González-Badillo, JJ	Vojáci brazilské brigády speciálních operací ( <b>muži</b> ), minimálně 1 rok služby ( <b>n = 60</b> , věk $20,27 \pm 0,75$ )	9 týdnů	Porovnat účinky různých časových uspořádání zátěží v tréninku síly a výbušnosti na zlepšení síly, výbušnosti a rychlosti.
4	EFFECT OF RESISTANCE TRAINING ON WOMEN'S STRENGTH/POWER AND OCCUPATIONAL PERFORMANCES	Kraemer, W. J., S. A. 2001 Mazzetti, B. C. Nindl, L. A. Gotshalk, J. S. Volek, J. A. Bush, J. O. Marx, K. Dohi, A. L. Gómez, M. Miles, S. J. Fleck, R. U. Newton, and K. Häkinnen	Netrénované <b>ženy</b> ( <b>n = 87</b> , věk $23 \pm 4$ ) + <b>muži</b> ( <b>n = 100</b> , věk $22,1 \pm 2,7$ ) pouze jako prostředek pro porovnání výsledků	6 měsíců	Zkoumat účinky programů silového tréninku na sílu, výbušnost a výkonnost při vojenských pracovních úkolech u žen.

Tabulka 3 Přehled vyhledaných studií

Zkratky použité v Tabulce 3: ROTC = Výcvikový sbor záložních důstojníků, USA = Spojené státy americké, n = počet, PAPE = zlepšení výkonu po aktivaci (Post-activation performance enhancement), ACTF = Army Combat Fitness Test

<b>SKUPINY</b>	<b>PRŮBĚH STUDIE</b>	<b>TRÉNINKOVÝ PROTOKOL PRO SKUPINY VYUŽÍVAJÍCÍ METOD PLYOMETRIE</b>	<b>VÝSLEDKY</b>	
<b>1</b>	CON G1(n = 10) žádné dodatečné rozvičení; G2 (n = 9) provedení PAPE protokolu	Dvě testovací sezení ACFT separované 72 hodin. V prvním sezení G1 podstoupilo ACFT se standardním PD; G2 podstoupila ACFT s PD a PAPE protokolem. V druhém sezení si skupiny vyměnily protokoly.	PAPE protokol využíval před každou disciplínou ACFT specifický cvik. MDL - 10 % více než 3RM; SPT - 5 x vertikální výskok; HRP - 5 x plyometrický klik; SDC - 5 BJ; LTK - 5 x úder medicinbalem; 2MR - 4 x 20m sprint.	Implementace PAPE protokolu před hodnoceným ACFT se ukázala jako neúčinná, ale familirizační, či diagnostické sezení 72 hodin před hodnoceným ACFT může přinést lepší konečné výsledky.
<b>2</b>	CON (n = 12) kontrolní skupina; PTG (n = 12) skupina trénující plyometrii	Využíval se progresivní plyometrický trénink spolu s průpravným pohybovým tréninkem (klíčový pro probandy bez zkušeností s plyometrií).	Využívala se velká variabilita plyometrických cviků. Náročnost tréninků stoupala každé dva týdny, ale první týden nové úrovně tréninku byla prováděna vždy jen jedna série každého cviku, u které se kladl velký důraz na správnou techniku. (podrobně popsáno v Příloze 1)	Po šesti týdenním tréninku bylo u PTG měřeno výrazné zlepšení v testu obratnosti i vertikálním výskoku. Zároveň došlo i k velkému zlepšení u maximálního isokinetického momentu síly dolních končetin.
<b>3</b>	CON (n = 15) kontrolní skupina; SMG (n = 15) skupina po sobě jdoucích mezocyklů; SWG (n = 15) skupina po sobě jdoucích týdnů; SDG (n = 15) simultánní denní skupina	9 týdnů rozdělených na 3 mezocykly (u všech skupin víkendy odpočinkové); CON bez tréninku; SMG - trénovalo ve tří týdenních mezocyklech; SWG - trénovalo v týdenních blocích po dobu tří mezocyklů, SDG -	Všechny skupiny až na CON trénovaly HRT, JS a CMJ v různé intenzitě a časovém intervalu tréninků (podrobně popsáno v Příloze 2)	Všechny tréninkové skupiny (SMG, SWG, SDG) vykázaly významné zlepšení ve všech měřených disciplínách (BS 1RM, výška CMJ, rychlost 20m sprint, MP a MPP u BS a JS). U BS a 20 sprintu byl nárůst výkonnosti

		denně během všech tří mezocyklů.		velmi podobný; u CMJ nebyl nárůst konstantní.
4	TP (n = 17) silový trénink celého těla; TH (n = 18) trénink hypertrofie celého těla; UP (n = 18) silový trénink horních končetin; UH (n = 15) trénink hypertrofie horních končetin; FLD (n = 14) skupina trénující plyometrii; AER (n = 11) aerobní trénink	Dva 12-ti týdenní mezocykly rozdělené na 4 týdenní mikrocyklus, kde se definovala zátěž se kterou budou jednotlivci pracovat a 8-mi týdenní tréninkový mikrocyklus; TP a UP se zaměřují na explozivní provedení cviků; TH a UH se zaměřují na pomalejší provedení cviků; FLD trénuje plyometrii a cviky s partnerem. Testováno bylo tělesné složení, síla, výbušnost, vytrvalost, maximální a opakované zvedání boxu, běh na 2 míle s nákladem a fyzické testy americké armády. Testování probíhalo před začátkem studie, po třech a šesti měsících. Muži absolvovali pouze úvodní měření.	Protokol FLD využíval posilovacích cviků na celé tělo. Z plyometrických metod zde byly zahrnuty Odpichy na jedné noze a plyometrické skoky. (podrobně popsáno v Příloze 3)	U všech trénovaných skupiny (až na menší výjimky u AER) došlo ke výraznému zlepšení fyzické výkonnosti. Navíc při porovnání výsledků s muži se snížily genderové rozdíly, což zdůrazňuje důležitost tohoto typu tréninku pro fyzicky náročná povolání.

Tabulka 4 Další extrahovaná data z výsledných studií

Zkratky použité v Tabulce 4: n = počet, CON = kontrolní skupina, G1 = skupina 1, G2 = skupina 2, PAPE = zlepšení výkonu po aktivaci (Post-activation performance enhancement), ACTF = Army Combat Fitness Test, PD = Preparation drill, MDL = 3 - Repetition maximum deadlift; 3RM

= Three repetition maximum; SPT = Standing power throw; HRP = Hand-Release-Pushup; SDC = Sprint-Drag-Carry; LTK = Leg tuck; 2MR = 2- mile run; PD = Preparation drill; HRT - Heavy resistance training; JS = Jump squat; CMJ = Countermovement jump; BS = Back squat; 1RM = One repetition maximum; MP = Mean power; MPP = Mean propulsive power; TP = Total power resistance; TH = Total hypertrophy resistance; UP = Upper power resistance; UH = Upper hypertrophy resistance; FLD = Field ballistic plyometric group ; AER = aerobní tréninková skupina

Pro další odkazování na jednotlivé studie při rozboru extrahovaných dat využijeme jejich pořadí v Tabulce 3 a 4 nacházející se na levé straně tabulek (číslování je identické).

#### 4.1 Charakteristika probandů

Charakterizováním probandů jsou poskytnuty informace o sportovní úrovni účastníku před zahájením intervence a jejich pohlaví. Zohlednit musíme i věk probandů, v tabulce je uveden průměrný věk probandů jednotlivých studií s maximální odchylkou. Průměr všech vyhledaných studií přibližně 21,6 let s maximální odchylkou 4 roky. Součet ze všech studií činil 290 probandů, přičemž všichni dokončili zadanou intervenci, které tvořilo 203 mužů a 87 žen.

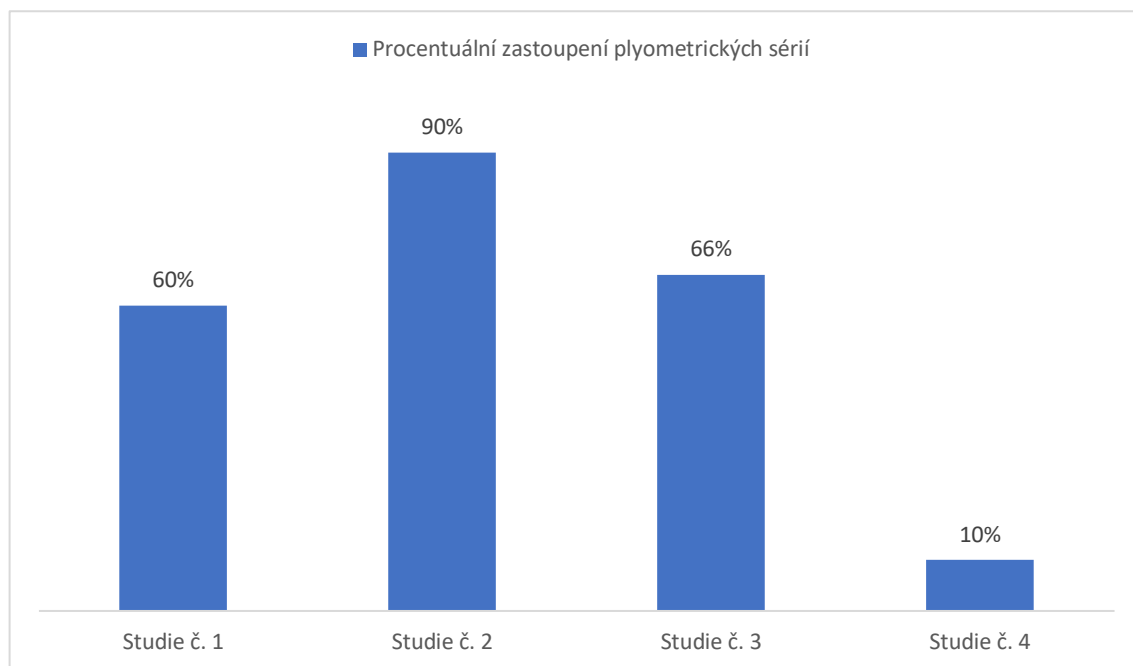
Co se týká trénovanosti probandů, tak se jednalo o 103 příslušníků vojenského personálu. Z toho 60 vojáků brazilské brigády speciálních operací ([Loturco a kol. 2013](#)) a 43 příslušníků rezervního důstojnického výcvikového sboru. U těchto jedinců předpokládáme dobrou fyzickou kondici na bázi jejich příslušnosti k vojenskému personálu ([Bonilla a kol. 2024](#); [Seo a kol. 2016](#)). Dále se účastnilo měření 187 netrénovaných probandů (100 mužů a 87 žen) ([Kraemer a kol. 2001](#)).

#### 4.2 Využití plyometrické cviky

V tabulce 4 jsou uvedeny protokoly intervence pro skupiny, které využívaly plyometrické metody pro rozvoj výkonnosti nebo jednorázového výkonu. Můžeme pozorovat, že žádná studie nevyužívala čistě plyometrických cviků. Nejčastěji byla plyometrie kombinovaná se silovými cviky jako například dřepy, které se vyskytly ve dvou studiích ([Kraemer a kol. 2001](#); [Loturco a kol. 2013](#)). Zatímco nejčastějšími plyometrickými cviky byly formy vertikálního výskoku obsažený ve všech studiích, nebo jednonožné odpichy, které byly zapojeny do dvou studií ([Kraemer a kol. 2001](#); [Seo a kol. 2016](#)).

Procentuální využití sérií plyometrických cviků oproti sériím jiného typu cviků v průběhu celé intervence bylo asi 95 % ([Seo a kol. 2016](#)). Zatímco nejmenším podílem

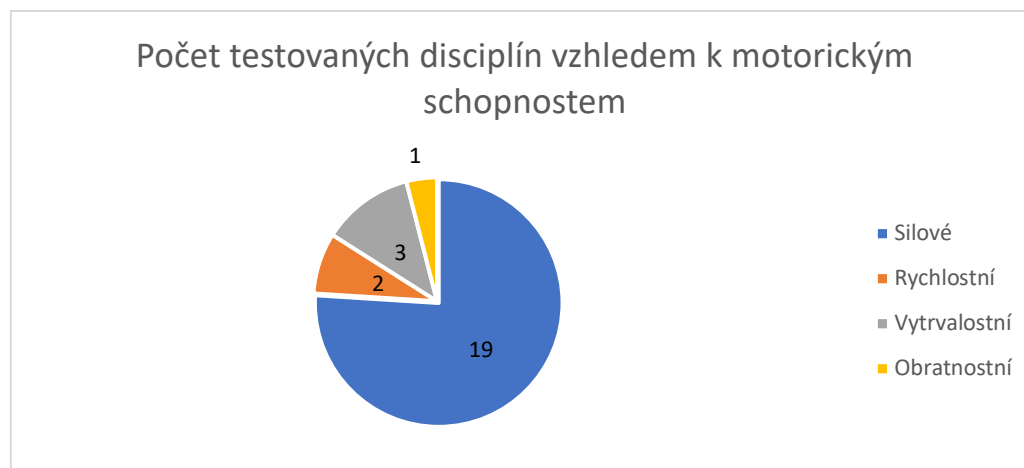
bylo pouhých 10 % sérií plyometrie (Kraemer a kol. 2001). Přehled procentuálního zastoupení u studií můžete vidět na Grafu 2.



*Graf 2 Procentuální zastoupení plyometrických sérií u jednotlivých studií*

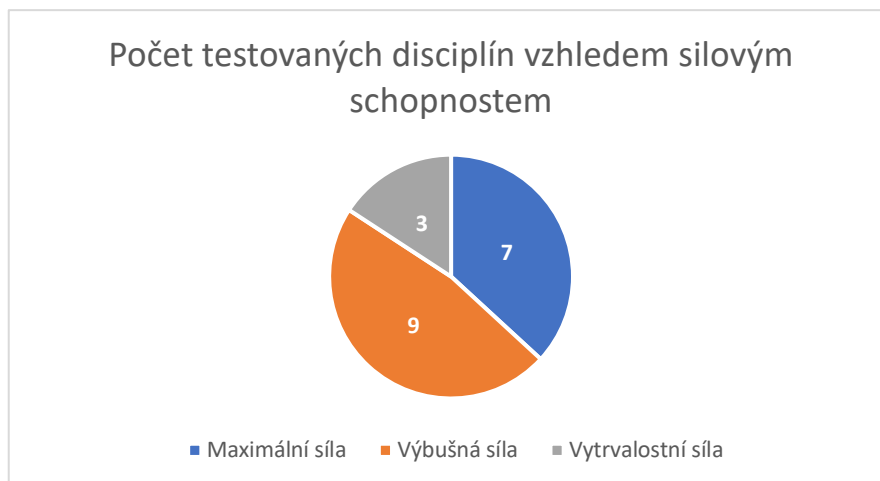
### 4.3 Měření parametry

Pro přehled testovaných motorických schopností byl vytvořen Graf 3, který obsahuje počet cviků a jaké motorické schopnosti jsou pro ně determinanty.



*Graf 3 Testované motorické schopnosti*

Podrobněji je pak rozděleno 19 testovaných disciplín, které vyžadují silové schopnosti (viz Graf 4). Kde jsou dále disciplíny rozděleny podle typu síly, kterou primárně využívají.



Graf 4 Testované silové schopnosti

#### 4.4 Výsledky studií

Studie s procentuálním zastoupením 90 % (Seo a kol. 2016) a 66 % (Loturco a kol. 2013) plyometrických sérií zaznamenaly výrazné pozitivní účinky ve všech měřených aspektech. Konkrétně bylo identifikováno markantní zlepšení obratnosti (test agility se zlepšil o 9 %) a vertikálního výskoku (zlepšení o 7 %), navíc i zlepšení maximálního izokinetického momentu síly dolních končetin (u flexe kolene 5% zlepšení, u extenze kolene 11% zlepšení) (Seo a kol. 2016). U Studie č. 3 bylo pozorováno průměrné zlepšení v maximálním dřepu o 25,3 %, výšky CMJ o 37 %, maximální rychlosti při 20 m sprintu o 13,5 %, vyprodukovaného průměrného výkonu a průměrného propulzního výkonu dřepu a dřep s výskokem. Zároveň se ukázalo, že časová organizace tréninkové zátěže není pro zlepšení výkonu v měřené populaci zásadní (Loturco a kol. 2013).

U studie č. 4, která testovala ženskou populaci, bylo pozorováno kromě zlepšení v testech na tradiční a výbušnou sílu také k významnému zlepšení při vojenských specifických úkolech, jako je zvedání těžkých břemen a běh na 2 míle (zlepšení o 7 %). Zároveň došlo ke snížení rozdílů ve fyzické výkonnosti mezi ženami a muži, což zdůrazňuje význam takového tréninku pro fyzicky náročná povolání, kde se od žen očekávají stejné výkony jak od mužů (Kraemer a kol. 2001).

Neefektivním zapojením plyometrie bylo její využití ve studii č. 1 do protokolu PAPE (post-activation performance enhancement), který měl za účel pomoci krátkodobé intenzivní fyzické aktivity (zde byla zahrnuty cviky plyometrie) jednorázově zvýšit výkon v jednotlivých disciplínách ACFT (viz Tabulka 4) (Bonilla a kol. 2024).

## 5 DISKUSE

Předmětem této kapitoly bakalářské práce bude diskuse o zjištěných poznatcích získaných praktickou částí a odpovědět na výzkumnou otázku.

### 5.1 Efekt plyometrie na motorické schopnosti

Přestože je plyometrická metoda primárně zahrnována do silové přípravy v oblasti výbušnosti, její efekt můžeme pozorovat i v ostatních motorických či silových schopnostech. Účinek se projevoval ve výsledcích vytrvalostních disciplínách (běh na 2 míle), obratnostních disciplín (*agility test*), rychlostních disciplínách (20 m sprint) a v neposlední řadě i ostatních silových schopnostech jako je maximální či vytrvalostní síla. Tento poznatek velmi dobře koresponduje i s ostatními autory, kteří sledovali stejný jev (Miller a kol. 2006; Markovic a Mikulic 2010).

### 5.2 Odpověď na výzkumnou otázku

Přímou odpověď na výzkumnou otázku, která zní: „Jakým způsobem lze využít metod plyometrického tréninku pro zvýšení bojeschopnosti vojenského personálu?“, poskytují tři studie pozitivní možné způsoby využití (Seo a kol. 2016; Loturco a kol. 2013; Kraemer a kol. 2001) a jedna studie i neefektivní využití této metody (Bonilla a kol. 2024).

Přesná míra účinku, které bylo docíleno plyometrickou metodou se napříč jednotlivými studii může lišit z důvodu obsáhnutí i jiných metod pro rozvoj motorických schopností (viz Graf 2). Při přítomnosti těchto odlišných metod v intervenci mohlo dojít k ovlivnění finálního účinku plyometrického tréninku příspěvkem zlepšení výkonnosti docíleným jinými metodami tréninku. Zároveň nám ale tyto výsledky podávají informaci, že kombinace plyometrie s dalšími metodami (metoda opakovaného úsilí, vytrvalostní, či izometrická, viz přílohy 1 - 3), může být efektivní volba pro vytvoření tréninkového protokolu pro zlepšení daných motorických schopností.

Jako míru relevantnosti využijeme procentuální podíl využitých plyometrických cvičení v jednotlivých studiích, takže za nejvýznamnější studii považujeme tu, která využívala největší procento plyometrických cviků (viz Graf 2). Zvolená intervence se prokázala jako velmi účinná pro zlepšení dynamických schopností, jako je obratnost



a vertikální výskok a zároveň byl pozorován signifikantní posun v maximálním izokinetickém momentu síly dolních končetin. (Loturco a kol. 2013).

U studie č. 3 bylo pozorováno zlepšení v maximální síle (konkrétně 1RM dřepu, výkon v excentrické i koncentrické fázi pohybu dolních končetin), rychlostních schopnostech (20 sprint) a výbušné síle (výška CMJ). U této studie můžeme diskutovat o míře zlepšení způsobené neplyometrickou metodou (série dřepů s různou zátěží), které obsahovaly 30 % z celkového počtu sérií.

Jako neefektivní zapojení plyometrie se ukázala u studie, která tuto metodu využívala pro akutní zlepšení výsledků v Army Combat Fitness Testu (Bonilla a kol. 2024). Cviky zde byly prováděny bezprostředně před provedením testované disciplíny. Konkrétní využití plyometrických cviků vypadalo následovně. Před hodem medicinbalem bylo prováděno 5 vertikálních výskoků; pro zlepšení výkonu v klicích předcházelo 5 plyometrických kliků; před tažením zátěže bylo provedeno 5 výskoků na bednu a před přitahy kolen 5 úderů medicinbalem. I když se projevila zvolená intervence jako neúčinná, tak pro tuto rešerši slouží jako příklad špatného využití aplikace plyometrie do výcviku. Tento negativní výsledek mohl být způsoben několika faktory. Zlepšení bylo pozorováno pouze mezi prvním a druhým testováním což naznačuje spíše tréninkovému efektu než pozitivnímu vlivu PAPE protokolu. U mrtvého tahu byl nastaven horní limit, který mnoho účastníků splnilo, takže tento výsledek mohl maskovat zlepšení způsobené protokolem. Výsledky zároveň naznačují, že 72 hodin je dostatečná doba na regeneraci vojáků provádějících ACFT během stejného týdne, aby se vrátili k výchozímu výkonu, i když subjektivní pocit regenerace ještě nedosáhl výchozí úrovně.

### 5.3 Charakter probandů

Tyto faktory mohou být klíčové pro účinnost intervence na jednotlivé skupiny, kdy efektivita dané intervence může mít jiný účinek na trénované sportovce, kteří disponují vyšší základní úrovní kondice. Tím pádem se efektivita intervence u nich snižuje (Haff a Triplett 2021). U netrénovaných jedinců často vyskytuje rychlejší a výraznější zlepšení díky nižší úrovni základní kondice a většímu prostoru pro adaptaci (Kraemer a Häkkinen 2002).

Rozdílná efektivita může nastat i při aplikaci tréninkové intervence na odlišné pohlaví. Muži mají tendenci získat více svalové hmoty a vykazují rychlejší nárůst síly díky vyšší hladině testosteronu, zatímco ženy mají lepší výsledky ve svalové vytrvalosti a získávají méně svalové hmoty ve srovnání s muži. Trend je připisován nižší hladině

anabolických hormonů (Kraemer a Ratamess 2005). V našem případě se ani v jedné studii neobjevili heterogenní skupiny. Pouze jedna studie využívala obou pohlaví, ale mužská složka sloužila pouze ke komparaci jejich výsledků ze vstupních testů bez absolvování intervence k výsledkům žen, které podstupovali intervenci.

Věkový rozptyl trénované populace napříč všemi studii je relativně velmi nízký, takže v tomto ohledu nemusíme řešit potenciaální ovlivnění studií. V případě aplikace na jiné věkové kategorie bychom však měli počítat s určitou odchylkou v porovnání s výsledky studie.

#### **5.4 Porovnání s existující literaturou**

Všechna vyhledaná studie obsahovaly v intervencích kromě plyometrie i jiné metody tréninku (většinou s využitím silového tréninku), tyto kombinace můžeme vnímat vzhledem k jejich výsledkům jako pozitivní. Pokud ale chceme řešit přesné porovnání účinku samotné plyometrické metody a samotného silového tréninku. Tak nám studie, která se zaměřovala na hráčky fotbalu, indikuje, že plyometrická metoda poskytuje lepší benefity než silový trénink pro zlepšení vertikálního výskoku, sprintování a rychlých změn směru (Pardos-Mainer a kol. 2021).

Při zohlednění délky jednotlivých studií, tak dvě studie spadaly do krátkodobého plyometrického tréninku (tj. 2 – 3 tréninky za týden po dobu 6 – 15 týdnů). Při takovéto délce intervence se může změnit tuhost různých elastických složek svalově-šlachového komplexu plantárních flexorů jak u sportovců, tak i u nesportovců. V případě delší intervence (tj. 3 – 5 tréninků za týden po dobu 5 – 12 měsíců) může dojít ke zvyšování kostní hmoty u prepubertálních/dospívajících dětí, mladých žen a premenopauzálních žen (Markovic a Mikulic 2010)

#### **5.5 Doporučení pro budoucí výzkumy**

Vzhledem k velmi nízkému počtu výsledných studií je zřetelné, že v armádním prostředí je plyometrie, i přes velkou popularitu v civilním sektoru, stále velmi málo prozkoumanou metodou. Proto bychom chtěli dostat do povědomí vojáků i tělovýchovných pracovníků armády velké benefity, které tato metoda je schopna poskytnout. A zároveň doporučit vytvoření dalších výzkumů na tuto tematiku, pro rozšíření jejího možného využití pro vojenský personál.

## 5.6 Limity bakalářské práce

V této práci se setkáváme s několika omezeními. Jednoznačně nejvýznamnějším omezením je nedostatek relevantních studií, a to i přes snahu obsáhnout co nejvíce hesel, pod kterými bychom mohli najít studie týkající se zvoleného tématu. Častým případem bylo vyřazení studií z důvodu využití plyometrického cviku pouze jako testu, ale ne v intervenci. Kvůli tomuto nedostatku jsme museli vyhledávat zdroje i nesystematickou cestou. Zároveň zahrnout i studii, která testovala nevojenskou populaci, ale na druhou stranu se zaměřovala na zlepšení výkonnosti ve vojenských pracovních úkolech.

Tato práce využívala pro vyhledávání pouze tři hlavní vědecké databáze (Web of Science, Scopus, PubMed) a jednu doplňkovou (Google Scholar), takže mohlo dojít k vynechání významných relevantních studií, které se nachází v jiných databázích.

Některé výsledné studie využívaly kromě plyometrické metody i jiné formy silového tréninku, což mohlo způsobit zkreslení efektu plyometrie na konečný výsledek.

Některé studie neobsahovali přesnou definici provedení jednotlivých cviků.

## 6 ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo zjistit jakým způsobem lze využít metod plyometrického tréninku pro zvýšení bojeschopnosti vojenského personálu.

Do systematické rešerše byly zahrnuty 4 studie, které využívaly v různé míře plyometrické metody pro zvýšení jednorázového výkonu, nebo výkonnosti v disciplínách vyžadující různorodé motorické schopnosti. Studií se zúčastnilo 290 probandů, z toho bylo 210 mužů a 80 žen.

Analýzou těchto studií jsme došli k závěru, že pravidelný plyometrický trénink má pro potřeby vojenského personálu velký přínos. Při prozkoumání tréninkových protokolů můžeme vyčíst velkou variaci cviků pro rozvoj požadovaných disciplín jako například test obratnosti, CMJ, 20 m sprint atd.

Plyometrická metoda se nejčastěji využívala pro rozvoj silových schopností (konkrétně výbušné, maximální i vytrvalostní síly), dále rychlostních, vytrvalostních a obratnostních schopností. Jako nevhodné využití této metody se ukázalo v protokolu PAPE pro jednorázové zlepšení v ACFT.

Častým případem bylo kombinování plyometrie s jinými formami silového tréninku, což se ukázalo ve všech případech kromě PAPE protokolu jako prospěšné.

Počet nalezených studií, i přes použití rozsáhlého vyhledávacího skriptu, bylo velmi nízké pro tuto tematiku. Proto by bylo vhodné v armádním prostředí provést více studií tohoto typu. Zároveň by další studie mohly zahrnout čistě plyometrickou intervenci pro docílení nezkreslených výsledků využití plyometrické metody.

## 7 SEZNAM LITERATURY

1. AMBLER, Zdeněk, 2006. *Základy neurologie: [učebnice pro lékařské fakulty]*. 6., přeprac. a dopl. vyd. Praha: Galén : Karolinum. ISBN 978-80-7262-433-1.
2. ARKSEY, Hilary a Lisa O'MALLEY, 2005. Scoping studies: towards a methodological framework. *International Journal of Social Research Methodology* [online]. **8**(1), 19–32. ISSN 1364-5579, 1464-5300. Dostupné z: doi:10.1080/1364557032000119616
3. BAECHLE, Thomas R., Roger W. EARLE, a NATIONAL STRENGTH & CONDITIONING ASSOCIATION, ed., 2008. *Essentials of strength training and conditioning*. 3. ed. Champaign, Ill.: Human Kinetics. ISBN 978-0-7360-5803-2.
4. BOMPA, Tudor O. a Carlo BUZZICHELLI, 2015. *Periodization training for sports*. Third Edition. Champaign: Human Kinetics. ISBN 978-1-4504-6943-2.
5. BONILLA, Christopher P., Greg A. RYAN, Jason C. CASEY, Brandon D. SPRADLEY a Robert L. HERRON, 2024. Acute Effects of Post-activation Performance Enhancement Exercises on Army Combat Fitness Test Performance in Male ROTC Cadets. *International journal of exercise science*. **17**(4), 154–171. ISSN 1939-795X.
6. BOOTH, Andrew, Diana PAPAIOANNOU a Anthea SUTTON, 2012. *Systematic approaches to a successful literature review*. Los Angeles ; Thousand Oaks, Calif: Sage. ISBN 978-0-85702-134-2.
7. BORENSTEIN, Michael, ed., 2013. *Introduction to meta-analysis*. Nachdr. Chichester: Wiley. ISBN 978-0-470-05724-7.
8. BROWN, Lee E. a NATIONAL STRENGTH & CONDITIONING ASSOCIATION (U.S.), ed., 2007. *Strength training*. Champaign, IL: Human Kinetics. ISBN 978-0-7360-6059-2.
9. CALAIS-GERMAIN, Blandine, 2007. *Anatomy of movement*. English language ed., Rev. ed. Seattle: Eastland Press. ISBN 978-0-939616-57-2.
10. CAMPOS, Gerson E. R., Thomas J. LUECKE, Heather K. WENDELN, Kumika TOMA, Fredrick C. HAGERMAN, Thomas F. MURRAY, Kerry E. RAGG, Nicholas A. RATAMESS, William J. KRAEMER a Robert S. STARON, 2002. Muscular adaptations in response to three different resistance-training regimens: specificity of repetition maximum training zones. *European Journal of Applied Physiology* [online]. **88**(1–2), 50–60. ISSN 1439-6319. Dostupné z: doi:10.1007/s00421-002-0681-6
11. CURRENT, Austin, 2021. *Silový trénink z pohledu anatomie: pochopte fungování těla pro lepší a účinnější cvičení*. Vydání první. Přel. Markéta SCHUBERTOVÁ. Praha: Euromedia Group. ISBN 978-80-242-7569-7.
12. ČAPEK, Lukáš, Petr HÁJEK a Petr HENYŠ, 2018. *Biomechanika člověka*. 1. vydání. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-271-0367-6.

13. DAVIES, George, Bryan L. RIEMANN a Robert MANSKE, 2015. CURRENT CONCEPTS OF PLYOMETRIC EXERCISE. *International Journal of Sports Physical Therapy*. **10**(6), 760–786. ISSN 2159-2896.
14. DYLEVSKÝ, Ivan, 1996. *Funkční anatomie pohybového systému: obecná anatomie*. 1. vyd. Praha: Karolinum. ISBN 978-80-7184-223-1.
15. FATOUROS, Ioannis G., Athanasios Z. JAMURTAS, D. LEONTSINI, Kyriakos TAXILDARIS, N. AGGELOUSIS, N. KOSTOPOULOS a Philip BUCKENMEYER, 2000. Evaluation of Plyometric Exercise Training, Weight Training, and Their Combination on Vertical Jumping Performance and Leg Strength: *Journal of Strength and Conditioning Research* [online]. **14**(4), 470–476. ISSN 1064-8011. Dostupné z: doi:10.1519/00124278-200011000-00016
16. FINK, Arlene, 2020. *Conducting research literature reviews: from the internet to paper*. Fifth edition. Los Angeles: Sage. ISBN 978-1-5443-1847-9.
17. GAMBETTA, Vern, 2007. *Athletic development: the art & science of functional sports conditioning*. Leeds: Human Kinetics. ISBN 978-0-7360-5100-2.
18. GANANN, Rebecca, Donna CILISKA a Helen THOMAS, 2010. Expediting systematic reviews: methods and implications of rapid reviews. *Implementation Science* [online]. **5**(1), 56. ISSN 1748-5908. Dostupné z: doi:10.1186/1748-5908-5-56
19. GRANT, Maria J. a Andrew BOOTH, 2009. A typology of reviews: an analysis of 14 review types and associated methodologies. *Health Information & Libraries Journal* [online]. **26**(2), 91–108. ISSN 1471-1834, 1471-1842. Dostupné z: doi:10.1111/j.1471-1842.2009.00848.x
20. GRASGRUBER, Pavel a Jan CACEK, 2008. *Sportovní geny*. Vyd. 1. Brno: Computer Press. ISBN 978-80-251-1873-3.
21. GREEN, Bart N., Claire D. JOHNSON a Alan ADAMS, 2006. Writing narrative literature reviews for peer-reviewed journals: secrets of the trade. *Journal of Chiropractic Medicine* [online]. **5**(3), 101–117. ISSN 15563707. Dostupné z: doi:10.1016/S0899-3467(07)60142-6
22. GRIM, Miloš a Rastislav DRUGA, 2019. *Základy anatomie. 1., Obecná anatomie a pohybový systém*. Druhé, přepracované a rozšířené vydání. Praha: Galén. ISBN 978-80-7492-418-7.
23. HAFF, Greg a N. Travis TRIPLETT, ed., 2021. *Essentials of strength training and conditioning*. Fourth edition. Champaign, IL: Human Kinetics. ISBN 978-1-71821-086-8.
24. HANSEN, Derek a Steve KENNELLY, 2019. *Trénink výbušné síly: anatomie : váš ilustrovaný průvodce plyometrickým tréninkem*. 1. vydání. Přel. Kateřina TRENZOVÁ. Brno: CPress. ISBN 978-80-264-2793-3.
25. HEWETT, Timothy E., Amanda L. STROUPE, Thomas A. NANCE a Frank R. NOYES, 1996. Plyometric Training in Female Athletes: Decreased Impact Forces

- and Increased Hamstring Torques. *The American Journal of Sports Medicine* [online]. **24**(6), 765–773. ISSN 0363-5465, 1552-3365. Dostupné z: doi:10.1177/036354659602400611
26. HIGGINS, J. P. T., D. G. ALTMAN, P. C. GOTZSCHE, P. JUNI, D. MOHER, A. D. OXMAN, J. SAVOVIC, K. F. SCHULZ, L. WEEKS, J. A. C. STERNE, COCHRANE BIAS METHODS GROUP, a COCHRANE STATISTICAL METHODS GROUP, 2011. The Cochrane Collaboration's tool for assessing risk of bias in randomised trials. *BMJ* [online]. **343**(oct18 2), d5928–d5928. ISSN 0959-8138, 1468-5833. Dostupné z: doi:10.1136/bmj.d5928
  27. HIGGINS, Julian P. T. a Sally GREEN, ed., 2012. *Cochrane handbook for systematic reviews of interventions*. Repr. Chichester: Wiley-Blackwell. Cochrane book series. ISBN 978-0-470-69951-5.
  28. HOFFMAN, Jay, 2014. *Physiological aspects of sport training and performance*. Second edition. Champaign, IL Windsor, ON Leeds, UK: Human Kinetics. ISBN 978-1-4504-4224-4.
  29. 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.
  30. JACOBY, Ed a Bob FRALEY, 1995. *Complete book of jumps*. Champaign, IL: Human Kinetics. ISBN 978-0-87322-673-8.
  31. JARMEY, Chris a John SHARKEY, 2019. *Atlas svalů - anatomie*. 3. vydání. Přel. Kateřina BRADÁČOVÁ. Brno: CPRESS. ISBN 978-80-264-2503-8.
  32. KOMI, Paavo V, 2000. Stretch-shortening cycle: a powerful model to study normal and fatigued muscle. *Journal of Biomechanics* [online]. **33**(10), 1197–1206. ISSN 00219290. Dostupné z: doi:10.1016/S0021-9290(00)00064-6
  33. KOMI, Paavo V. a Albert GOLLHOFER, 1997. Stretch Reflexes Can Have an Important Role in Force Enhancement during SSC Exercise. *Journal of Applied Biomechanics* [online]. **13**(4), 451–460. ISSN 1065-8483, 1543-2688. Dostupné z: doi:10.1123/jab.13.4.451
  34. KONRÁD, Antonín, 2003. *Vojenská tělovýchova a právní souvislosti*. 1. vyd. Praha: Karolinum. ISBN 978-80-246-0662-0.
  35. KRAEMER, William J. a Keijo HÄKKINEN, ed., 2002. *Strength training for sport*. Oxford ; Malden, MA: Blackwell Science. Handbook of sports medicine and science. ISBN 978-0-632-05568-5.
  36. KRAEMER, William J., Scott A. MAZZETTI, Bradley C. NINDL, Lincoln A. GOTSHALK, Jeff S. VOLEK, Jill A. BUSH, Jim O. MARX, Kei DOHI, Ana L. G??MEZ, Mary MILES, Steven J. FLECK, Robert U. NEWTON a Keijo H??KKINEN, 2001. Effect of resistance training on women's strength/power and occupational performances: *Medicine and Science in Sports and Exercise* [online]. **33**(6), 1011–1025. ISSN 0195-9131. Dostupné z: doi:10.1097/00005768-200106000-00022

37. KRAEMER, William J a Nicholas A RATAMESS, 2005. Hormonal Responses and Adaptations to Resistance Exercise and Training: *Sports Medicine* [online]. **35**(4), 339–361. ISSN 0112-1642. Dostupné z: doi:10.2165/00007256-200535040-00004
38. KRAEMER, William J. a Tunde K. SZIVAK, 2012. Strength Training for the Warfighter. *Journal of Strength and Conditioning Research* [online]. **26**(Supplement 2), S107–S118. ISSN 1064-8011. Dostupné z: doi:10.1519/JSC.0b013e31825d8263
39. KVAPIL, Jaroslav a Stanislav ČELIKOVSKÝ, 1990. *Antropomotorika: pro studující tělesnou výchovu*. 3., přeprac. vyd. Praha: SPN. ISBN 978-80-04-23248-1.
40. LOTURCO, Irineu, Carlos UGRINOWITSCH, Hamilton ROSCHEL, Alan LOPES MELLINGER, Filipe GOMES, Valmor TRICOLI a Juan José GONZÁLES-BADILLO, 2013. Distinct Temporal Organizations of the Strength- and Power-Training Loads Produce Similar Performance Improvements. *Journal of Strength and Conditioning Research* [online]. **27**(1), 188–194. ISSN 1064-8011. Dostupné z: doi:10.1519/JSC.0b013e3182503807
41. MAGILL, Richard A. a David ANDERSON, 2017. *Motor learning and control: concepts and applications*. Eleventh edition. New York, NY: McGraw-Hill Education. ISBN 978-1-259-82399-2.
42. MALISOUX, Laurent, Marc FRANCAUX, Henri NIELENS a Daniel THEISEN, 2006. Stretch-shortening cycle exercises: an effective training paradigm to enhance power output of human single muscle fibers. *Journal of Applied Physiology* [online]. **100**(3), 771–779. ISSN 8750-7587, 1522-1601. Dostupné z: doi:10.1152/jappphysiol.01027.2005
43. MARKOVIC, Goran, Dražan DIZDAR, Igor JUKIC a Marco CARDINALE, 2004. Reliability and Factorial Validity of Squat and Countermovement Jump Tests. *The Journal of Strength and Conditioning Research* [online]. **18**(3), 551. ISSN 1064-8011, 1533-4287. Dostupné z: doi:10.1519/1533-4287(2004)18<551:RAFVOS>2.0.CO;2
44. MARKOVIC, Goran a Pavle MIKULIC, 2010. Neuro-Musculoskeletal and Performance Adaptations to Lower-Extremity Plyometric Training: *Sports Medicine* [online]. **40**(10), 859–895. ISSN 0112-1642. Dostupné z: doi:10.2165/11318370-000000000-00000
45. MCGINNIS, Peter Merton, 2005. *Biomechanics of sport and exercise*. 2nd ed. Champaign, IL: Human Kinetics. ISBN 978-0-7360-5101-9.
46. MCNEELY, Ed a David SANDLER, 2009. *Power plyometrics: the complete program*. 2nd ed. Aachen [Germany]: Meyer & Meyer Sport (UK) Ltd. ISBN 978-1-84126-200-0.
47. MĚKOTA, Karel a Jiří NOVOSAD, 2005. *Motorické schopnosti*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého. ISBN 978-80-244-0981-8.



48. MILLER, Michael G., Jeremy J. HERNIMAN, Mark D. RICARD, Christopher C. CHEATHAM a Timothy J. MICHAEL, 2006. The effects of a 6-week plyometric training program on agility. *Journal of Sports Science & Medicine*. **5**(3), 459–465. ISSN 1303-2968.
49. MINISTERSTVO OBRANY, 2011. *NORMATIVNÍ VÝNOS MINISTERSTVA OBRANY č. 12. Služební tělesná výchova v rezortu Ministerstva obrany*. 2011.
50. MOHER, David, Alessandro LIBERATI, Jennifer TETZLAFF, Douglas G. ALTMAN, a THE PRISMA GROUP, 2009. Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. *PLoS Medicine* [online]. **6**(7), e1000097. ISSN 1549-1676. Dostupné z: doi:10.1371/journal.pmed.1000097
51. MYER, Gregory D., Kevin R. FORD a Timothy E. HEWETT, 2004. Methodological approaches and rationale for training to prevent anterior cruciate ligament injuries in female athletes. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* [online]. **14**(5), 275–285. ISSN 0905-7188. Dostupné z: doi:10.1111/j.1600-0838.2004.00410.x
52. PARDOS-MAINER, Elena, Demetrio LOZANO, Marcelino TORRONTÉGUI-DUARTE, Antonio CARTÓN-LLORENTE a Alberto ROSO-MOLINER, 2021. Effects of Strength vs. Plyometric Training Programs on Vertical Jumping, Linear Sprint and Change of Direction Speed Performance in Female Soccer Players: A Systematic Review and Meta-Analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health* [online]. **18**(2), 401. ISSN 1660-4601. Dostupné z: doi:10.3390/ijerph18020401
53. PERIČ, Tomáš a Josef DOVALIL, 2010. *Sportovní trénink*. 1. vyd. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-2118-7.
54. PETR, Miroslav a Petr ŠŤASTNÝ, 2012. *Funkční silový trénink*. Vyd. 1. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Fakulta tělesné výchovy a sportu. ISBN 978-80-86317-93-9.
55. PŘÍVĚTIVÝ, Lubomír, 2004. *Vojenská tělovýchova*. 1. vyd. Praha: Karolinum. ISBN 80-246-0805-7.
56. RADCLIFFE, James C. a Robert C. FARENTINOS, 2015. *High-powered plyometrics*. Second edition. Champaign, IL: Human Kinetics. ISBN 978-1-4504-9813-5.
57. ROSE, Simon, 2020. *Muscular system*. New York, NY: AV2 by Weigl. Body systems. ISBN 978-1-4896-9926-8.
58. SÁEZ-SÁEZ DE VILLARREAL, Eduardo, Bernardo REQUENA a Robert U. NEWTON, 2010. Does plyometric training improve strength performance? A meta-analysis. *Journal of Science and Medicine in Sport* [online]. **13**(5), 513–522. ISSN 14402440. Dostupné z: doi:10.1016/j.jsams.2009.08.005
59. SEO, Sang-Gook, Young-Suk JI, Do-Young WOO a Jin-Hwan YOON, 2016. Effects of 6 Weeks Plyometric Training on Isokinetic Leg Strength, Agility, and

Vertical Jump and in Korea ROTC Cadets. *Journal of The Korean Society of Living Environmental System* [online]. **23**(4), 519. ISSN 1226-1289. Dostupné z: doi:10.21086/ksles.2016.08.23.4.519

60. SHARKEY, Brian J., Steven E. GASKILL a Michal BARDA, 2019. *Fyziologie sportu pro trenéry*. Praha: Mladá fronta. ISBN 978-80-204-4532-2.
61. STOPPANI, James, 2024. *Jim Stoppani's encyclopedia of muscle & strength*. Third edition. Champaign, IL: Human Kinetics. ISBN 978-1-71821-450-7.
62. VÁGNER, Michal, 2016. *Kondiční trénink pro tenis*. První vydání. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-247-5814-5.
63. WHITTEMORE, Robin a Kathleen KNAFL, 2005. The integrative review: updated methodology. *Journal of Advanced Nursing* [online]. **52**(5), 546–553. ISSN 0309-2402, 1365-2648. Dostupné z: doi:10.1111/j.1365-2648.2005.03621.x
64. ZATSIORSKY, Vladimir M., William J. KRAEMER a Andrew C. FRY, 2021. *Science and practice of strength training*. Third edition. Champaign, IL: Human Kinetics. ISBN 978-1-4925-9202-0.

## 8 SEZNAM GRAFICKÉ DOKUMENTACE

### Obrázky

Obrázek 1: Taxonomie motorických schopností (zdroj: Měkota & Novosad, 2005).....	16
Obrázek 2: Křivka síly-rychlosti pro koncentrickou a excentrickou svalovou aktivitu (zdroj: Zatsiorsky a kol. 2021).....	19
Obrázek 3 Příklad kombinace plyometrie s odporovým tréninkem (Baechle a kol. 2008) .....	27
Obrázek 4 Fáze SSC při skoku dalekém (Baechle a kol. 2008) .....	28
Obrázek 5: Kroky systematické rešerše (upraveno podle: Impellizzery a Bizzini, 2012) .....	34

### Tabulky

Tabulka 1 Příklady klasifikace aktivit podle využitého druhu SSC (Azide performance 2023).....	29
Tabulka 2 Počet kontaktů vzhledem k intenzitě cviku a úrovni cvičence (McNeely Sandler 2009).....	30

Tabulka 3 Přehled vyhledaných studií.....	41
Tabulka 4 Další extrahovaná data z výsledných studií.....	43

## **Grafy**

Graf 1 Schéma výběru studií do systematické rešerše (Vytvořeno podle předlohy PRISMA).....	39
Graf 2 Procentuální zastoupení plyometrických sérií u jednotlivých studií.....	46
Graf 3 Testované motorické schopnosti .....	46
Graf 4 Testované silové schopnosti .....	47

## **9 SEZNAM PŘÍLOH**

Příloha 1 Tréninkový protokol skupiny PTG.....	I
Příloha 2 Protokol trénovaných skupin (zdroj: Loturco a kol. 2013).....	II
Příloha 3 Protokol pro skupinu FLD .....	III

## Přílohy

### *Příloha 1 Tréninkový protokol skupiny PTG*

<b>Týden 1 - 2</b>	<b>Týden 3 - 4</b>	<b>Týden 5 - 6</b>
<b>2 - 3 série / 12 opakování</b>	<b>2 - 3 série / 10 opakování</b>	<b>2- 3 série / 8 opakování</b>
Dvojitý skok snožmo vpřed	Kotníkové odrazy	Dot drill
Dvojitý skok snožmo vzad	Přeskoky přes překážku	Skoky přes kužel na jedné noze
Skok ve tvaru X	Boční přeskoky přes kužel	Skok daleký a sprint
MB "stuffer flutter"	Zig-zag skákací drill	Zig-zag drill na jedné noze
Skok a dosah	Vrh MB	Vrh MB z výpadu
Boční dotyky na MB	Skok a otočka o 90°	Skok a otočka o 180°
Hod MB nad hlavou	High-5 drill	Skoky s přitažením kolen
Dip jednou nohou na MB	Hod MB za hlavu	Kliky s MB a partnerem
Arrow cone drill	Split squat s MB	Split squat s výskokem
Figure & drill	Power skipping	Střídavé odpichy
	Clock drill	X-drill
	T-drill	Shuttle drill

Zkratky využité v Příloze 1: MB = medicinba

Príloha 2 Protokol tréovaných skupín (zdroj: Loturco a kol. 2013)

	Wk-1	Wk-2	Wk-3	Wk-4	Wk-5
<b>SMG</b>					
Test 1	Squat 3 Sessions (S1)(3 × 8/50%) (S2)(3 × 6/55%) (S3)(3 × 5/60%)	Squat 3 Sessions (S1)(3 × 6/60%) (S2)(3 × 5/65%) (S3)(3 × 4/70%)	Squat 3 Sessions (S1)(3 × 5/70%) (S2)(3 × 4/75%) (S3)(3 × 3/80%)	Test 2 Jump squat 3 Sessions (S1)(3 × 6/30%) (S2)(3 × 6/30%) (S3)(3 × 6/30%)	Jump squat 3 Sessions (S1)(3 × 5/45%) (S2)(3 × 5/45%) (S3)(3 × 5/45%)
<b>SWG</b>					
Test 1	Squat 3 Sessions (S1)(3 × 8/50%) (S2)(3 × 6/55%) (S3)(3 × 5/60%)	Jump squat 3 Sessions (S1)(3 × 6/30%) (S2)(3 × 6/30%) (S3)(3 × 6/30%)	CMJ 3 Sessions (S1)(3 × 4/40CM) (S2)(3 × 4/40CM) (S3)(3 × 4/40CM)	Test 2 Squat 3 Sessions (S1)(3 × 6/60%) (S2)(3 × 5/65%) (S3)(3 × 4/70%)	Jump squat 3 Sessions (S1)(3 × 5/45%) (S2)(3 × 5/45%) (S3)(3 × 5/45%)
<b>SDG</b>					
Test 1	Squat 3 Sessions (S1)(1 × 8/50%) (S2)(1 × 8/50%) (S3)(1 × 8/50%) Jump squat (S1)(1 × 6/30%) (S2)(1 × 6/30%) (S3)(1 × 6/30%) CMJ (S1)(1 × 4/40CM) (S2)(1 × 4/40CM) (S3)(1 × 4/40CM)	Squat 3 Sessions (S1)(1 × 6/55%) (S2)(1 × 6/55%) (S3)(1 × 6/55%) Jump squat (S1)(1 × 6/30%) (S2)(1 × 6/30%) (S3)(1 × 6/30%) CMJ (S1)(1 × 4/40CM) (S2)(1 × 4/40CM) (S3)(1 × 4/40CM)	Squat 3 Sessions (S1)(1 × 5/60%) (S2)(1 × 5/60%) (S3)(1 × 5/60%) Jump squat (S1)(1 × 6/30%) (S2)(1 × 6/30%) (S3)(1 × 6/30%) CMJ (S1)(1 × 4/40CM) (S2)(1 × 4/40CM) (S3)(1 × 4/40CM)	Test 2 Squat 3 Sessions (S1)(1 × 6/60%) (S2)(1 × 6/60%) (S3)(1 × 6/60%) Jump squat (S1)(1 × 5/45%) (S2)(1 × 5/45%) (S3)(1 × 5/45%) CMJ (S1)(1 × 6/40CM) (S2)(1 × 6/40CM) (S3)(1 × 6/40CM)	Squat 3 Sessions (S1)(1 × 5/65%) (S2)(1 × 5/65%) (S3)(1 × 5/65%) Jump squat (S1)(1 × 5/45%) (S2)(1 × 5/45%) (S3)(1 × 5/45%) CMJ (S1)(1 × 6/40CM) (S2)(1 × 6/40CM) (S3)(1 × 6/40CM)
	Wk-6	Wk-7	Wk-8	Wk-9	
<b>SMG</b>					
Test 1	Jump squat 3 Sessions (S1)(3 × 4/60%) (S2)(3 × 4/60%) (S3)(3 × 4/60%)	Test 3 CMJ 3 Sessions (S1)(3 × 4/40CM) (S2)(3 × 4/40CM) (S3)(3 × 4/40CM)	CMJ 3 Sessions (S1)(3 × 6/40CM) (S2)(3 × 6/40CM) (S3)(3 × 6/40CM)	CMJ 3 Sessions (S1)(3 × 8/40CM) (S2)(3 × 8/40CM) (S3)(3 × 8/40CM)	Test 4
<b>SWG</b>					
Test 1	CMJ 3 Sessions (S1)(3 × 6/40CM) (S2)(3 × 6/40CM) (S3)(3 × 6/40CM)	Test 3 Squat 3 Sessions (S1)(3 × 5/70%) (S2)(3 × 4/75%) (S3)(3 × 3/80%)	Jump squat 3 Sessions (S1)(3 × 4/60%) (S2)(3 × 4/60%) (S3)(3 × 4/60%)	CMJ 3 Sessions (S1)(3 × 8/40CM) (S2)(3 × 8/40CM) (S3)(3 × 8/40CM)	Test 4
<b>SDG</b>					
Test 1	Squat 3 Sessions (S1)(1 × 4/70%) (S2)(1 × 4/70%) (S3)(1 × 4/70%) Jump squat (S1)(1 × 5/45%) (S2)(1 × 5/45%) (S3)(1 × 5/45%) CMJ (S1)(1 × 6/40CM) (S2)(1 × 6/40CM) (S3)(1 × 6/40CM)	Test 3 Squat 3 Sessions (S1)(1 × 5/70%) (S2)(1 × 5/70%) (S3)(1 × 5/70%) Jump squat (S1)(1 × 4/60%) (S2)(1 × 4/60%) (S3)(1 × 4/60%) CMJ (S1)(1 × 8/40CM) (S2)(1 × 8/40CM) (S3)(1 × 8/40CM)	Squat 3 Sessions (S1)(1 × 4/75%) (S2)(1 × 4/75%) (S3)(1 × 4/75%) Jump squat (S1)(1 × 4/60%) (S2)(1 × 4/60%) (S3)(1 × 4/60%) CMJ (S1)(1 × 8/40CM) (S2)(1 × 8/40CM) (S3)(1 × 8/40CM)	Squat 3 Sessions (S1)(1 × 3/80%) (S2)(1 × 3/80%) (S3)(1 × 3/80%) Jump squat (S1)(1 × 4/60%) (S2)(1 × 4/60%) (S3)(1 × 4/60%) CMJ (S1)(1 × 8/40CM) (S2)(1 × 8/40CM) (S3)(1 × 8/40CM)	Test 4

\*SMG = successive-mesocycle group; SWG = successive-week group; SDG = simultaneous daily group; CMJ = countermovement jump; S1 = session 1; S2 = session 2; S3 = session 3.

THE JOURNAL OF STRENGTH & CONDITIONING RESEARCH

Příloha 3 Protokol pro skupinu FLD

	Protokol pro FLD - Field Ballistic plyometric group			
	První mikro cyklus (4 týdny)		Druhý mikro cyklus (8 týdnů)	
<b>Pondělí (3 sety / cvik)</b>	Počet opakování	Interval odpočinku	Počet opakování	Interval odpočinku
Dřepey	20	60	25	60
Boční výpady	12	60	14	60
Goodmorning s DB	12	60	14	60
Široké kliky	12	60	10	60
Přítahy k bradě / tlaky na triceps (P)	12	60	10	60
Narrow pulldown / hammer curl (P)	12	60	10	60
Sedy-lehy	25	60	25	60
<b>Středa (3 sety / cvik)</b>				
Isometrický dřep o stěnu	20	60	30s	60
Goodmorning s DB	12	60	15	60
Self-heel raise	20	60	25	60
Kliky s partnerem	12	60	10	60
Přítahy v sedě (P)	12	60	10	60
Biceps curl / tlaky na triceps (P)	12	60	10	60
Sedy-lehy	25	60	25	60
<b>Pátek (3 sety / cvik)</b>				
Odpichy na jedné noze	6	60	8	60
Plyometrické skoky	6	60	8	60
Výpady	12	60	14	60
Úzké kliky	12	60	10	60
Přítahy v sedě (P)	12	60	10	60
DB curl jednou rukou	12	60	14	60
Zkracovačky	25	60	25	60

Zkratky využitě v Příloze 3: DB = dumbbell, P = nutnost cvičení s partnerem