

UNIVERZITA KARLOVA

Fakulta tělesné výchovy a sportu

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**2024**

**Barbora Pšenková**

UNIVERZITA KARLOVA  
Fakulta tělesné výchovy a sportu

**Aplikace plyometrické metody k rozvoji maximální rychlosti  
sprintu**

Bakalářská práce

Vedoucí bakalářské práce:

**Mgr. Jan Feher**

Vypracovala:

**Barbora Pšenková**

Praha, 2024

## **Prohlášení**

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

V Praze, dne: .....

.....

podpis autora práce

## **Poděkování**

Chtěla bych touto cestou velice poděkovat Mgr. Janu Feherovi za odborné vedení, věcné podněty a cenné rady při tvorbě této bakalářské práce.

## **Abstrakt**

**Autor:** Barbora Pšenková

**Název:** Aplikace plyometrické metody k rozvoji maximální rychlosti sprintu

**Cíl:** Cílem této práce je vytvořit přehlednou rešerši odborné literatury v oblasti rozvoje maximální rychlosti pomocí plyometrické metody a následně sestavit zásobník plyometrických cviků a vytvořit návrh plyometrického tréninkového plánu.

**Metody:** Metodou práce je literární rešerše.

**Výsledky:** Na základě literární rešerše byla analyzována teoretická východiska související s maximální rychlostí a plyometrií. Výsledky literární rešerše potvrdily, že plyometrický trénink má pozitivní vliv na maximální rychlost. Dále byly analyzovány zásady tvorby a aplikace plyometrického tréninku, které vedly k sestavení zásobníku dvanácti plyometrických cviků. Tyto cviky byly následně začleněny do ilustračního tréninkového plánu, který může být po úpravě dle individuálních potřeb sportovce vhodný k aplikaci do tréninkové praxe.

**Klíčová slova:** plyometrie, cyklus protažení-zkrácení, rychlostní trénink, sprint, maximální rychlost, optimalizace výkonu, tréninkový plán

## **Abstract**

**Author:** Barbora Pšenková

**Title:** Application of the plyometric method to develop maximum sprint speed

**Objectives:** The aim of this thesis is to create a comprehensive literature search in the field of maximum speed development using plyometric method, followed by compiling a set of plyometric exercises and designing a plyometric training plan.

**Methods:** The method of this work is literature search.

**Results:** Based on the literature search, the theoretical foundations related to maximum speed and plyometrics were analyzed. The results of the literature search confirmed that plyometric training has a positive effect on maximum speed. Furthermore, the principles of creating and applying plyometric training were analyzed, leading to the compilation of a set of twelve plyometric exercises. These exercises were subsequently incorporated into an illustrative training plan, which, after customization according to the individual needs of the athlete, can be suitable for implementation in training practice.

**Keywords:** plyometrics, stretch-shortening cycle, speed training, sprint, maximum speed, performance optimization, training plan

# Obsah

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK .....	8
1 ÚVOD.....	9
2 TEORETICKÁ VÝCHODISKA.....	10
2.1 MAXIMÁLNÍ RYCHLOST .....	10
2.1.1 Technické determinanty maximální rychlosti.....	10
2.1.2 Fyziologické determinanty maximální rychlosti.....	14
2.2 PLYOMETRIE .....	15
2.2.1 Principy plyometrie.....	15
2.2.2 Typy plyometrických cvičení.....	19
2.2.3 Efekty plyometrie na determinanty maximální rychlosti.....	23
2.2.4 Kombinace plyometrie s dalšími tréninkovými metodami k rozvoji maximální rychlosti.....	25
3 CÍLE A ÚKOLY PRÁCE.....	26
3.1 CÍLE PRÁCE .....	26
3.2 ÚKOLY PRÁCE .....	26
4 METODIKA PRÁCE .....	27
5 APLIKACE PLYOMETRIE V TRÉNINKOVÉM PROCESU .....	28
5.1 FYZICKÉ A TECHNICKÉ PŘEDPOKLADY NA PLYOMETRICKÝ TRÉNINK.....	28
5.2 FUNKČNÍ SCREENING POHYBU PRO PLYOMETRICKÝ TRÉNINK .....	29
5.3 PARAMETRY ZATÍŽENÍ U PLYOMETRICKÉHO TRÉNINKU .....	33
5.4 PERIODIZACE PLYOMETRICKÉHO TRÉNINKU.....	34
5.5 STAVBA PLYOMETRICKÉ TRÉNINKOVÉ JEDNOTKY.....	36
5.6 VYBRANÉ PLYOMETRICKÉ CVIKY PRO ROZVOJ MAXIMÁLNÍ RYCHLOSTI.....	36
5.7 PLÁN PLYOMETRICKÉHO TRÉNINKU.....	49
6 DISKUSE .....	53
7 ZÁVĚR.....	55
8 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....	56
9 SEZNAM OBRÁZKŮ.....	62
10 SEZNAM TABULEK .....	63

## **Seznam použitých zkratek**

CMJ – the countermovement jump (skok s protipohybem)

CNS – centrální nervový systém

DK – délka kroku

FK – frekvence kroku

GCT – ground contact time (doba kontaktu se zemí)

SSC – cyklus protažení-zkrácení (stretch-shortening cycle)



# 1 ÚVOD

Výběr tématu této bakalářské práce byl inspirován mou dlouholetou atletickou zkušeností a zájmem. Během své sportovní kariéry jsem se opakovaně setkávala s výzvami, které souvisí s maximalizací rychlosti sprintu, což mě přivedlo k hlubšímu zkoumání metod, které mohou tento aspekt zlepšit. Při bádání v publikaci Speed Strength (2018) od Joela Smitha mě svým potenciálem významně zaujala metoda plyometrického tréninku, jejíž vliv na zvýšení rychlosti popisují i další autoři (Chu, 1998; McNeely, Sandler, 2007; Hansen, Kennelly, 2019; Redcliff, Farentinos, 1999)

Maximální rychlost je klíčovým faktorem pro úspěch v atletickém sprintu. Plyometrie nabízí efektivní způsob, jak zlepšit klíčové faktory rychlosti a s tím maximalizovat výkon.

Aktuálnost tohoto tématu je zřejmá, protože sportovní svět se neustále vyvíjí a hledá efektivní tréninkové metody. Plyometrie je jednou z těchto metod, která díky svým prokázaným účinkům získává na popularitě a stává se nedílnou součástí tréninkových programů nejen u sprinterů, ale i u sportovců z jiných sportovních disciplín. Je tedy relevantní zkoumat, jakým způsobem lze plyometrii co nejefektivněji integrovat do tréninkového procesu.

Tato práce je literární rešerší, která se zaměřuje na aplikaci plyometrické metody k rozvoji maximální rychlosti sprintu. V první části se seznamujeme s teoretickými východisky maximální rychlosti, kde popisují klíčové faktory maximální rychlosti. Následuje podrobný popis plyometrie a principů, na kterých funguje.

Ve stěžejní části práce analyzuji vliv plyometrického tréninku na jednotlivé faktory maximální rychlosti, přičemž každé tvrzení podkládám výsledky relevantních studií. Dále je diskutován synergický účinek kombinace plyometrie a jiných tréninkových metod, jako je silový či sprinterský trénink.

V závěrečné části se zaměřuji na aplikaci plyometrie do tréninkového procesu, kde popisují fyzické i technické předpoklady pro provádění plyometrického tréninku, představuji testování pro vstupní hodnocení sportovců a dle toho poukazují, jak správně volit parametry zatížení v tréninku.

Sesbírala jsem zásobník efektivních plyometrických cviků, z kterých jsem následně vytvořila ilustrační tréninkový plán, který může sloužit jako inspirace pro všechny, kteří si chtějí vytvořit svůj vlastní plyometrický tréninkový program pro rozvoj rychlosti.

## 2 Teoretická východiska

### 2.1 Maximální rychlost

Sprint se obvykle rozděluje na tři fáze a těmi jsou zrychlení, maximální rychlost a setrvání v rychlosti (Dufour, 2009). Pro účely této práce je důležitá tedy fáze maximální rychlosti. V atletickém sprintu označujeme pojmem “maximální rychlost” nejvyšší rychlost, kterou sportovec může dosáhnout. Podle Dufoura (2009) je to okamžik uvedení do extrémního vypětí. Tato fáze představuje maximální rychlost, kterou je obvykle možné udržet na určitou vzdálenost a pouze po krátkou dobu. Maximální rychlost sprintu je ale ovlivněna mnoha determinanty, které budou dále důkladně popsány v této práci. Maximální rychlost je klíčovým faktorem ve sprinterském výkonu, proto je pro sprintery nezbytné se zaměřit na vhodný trénink, který zlepší jejich maximální rychlost a umožní jim dosáhnout maximálního potenciálu ve sprinterských závodech. Rychlost je z velké části geneticky dána, ale je samozřejmě možné být rychlejší, a to potvrzuje i věta Wintera (citovaný v Dufour, 2009, s. 25): „Rodíme se rychlími, ale sprintery se stáváme“. A jak maximální rychlost lze rozvíjet vám představím ve své práci.

#### 2.1.1 Technické determinanty maximální rychlosti

Podle Majumdera a Robergse (2011) rychlost běhu ovlivňují dva parametry: frekvence kroku a délka kroku. Vzájemný vztah mezi délkou a frekvencí kroku je klíčovým faktorem pro určení maximální rychlosti sprintu. Navíc se uvádí, že správná technika běhu, včetně správného držení těla, švihů paží a způsobu došlapu, může zvýšit výkonnost sprintu snížením energetických výdajů a zvýšením mechanické účinnosti. V následujících odstavcích této podkapitoly si tyto základní mechanické principy maximální rychlosti více přiblížíme.

První princip dobrého výkonu v oblasti maximální rychlosti je atletické držení těla. Dle Barra (citovaný v Smith, 2018, s. 2) správné držení těla při sprintu zahrnuje správnou pozici páteře, hrudníku, ramen a hlavy. Jeho cílem je vytvořit stabilní a efektivní biomechanický základ pro pohyb vysokou rychlostí. Při správném držení těla je hrudník vysunut dopředu a nahoru, což umožňuje volný pohyb dýchání a vystrčení hrudní kosti dopředu před tělo navíc vytváří mechanickou výhodu ve vzdálenosti mezi chodidlem a těžištěm těla při vytváření opěrného bodu pro pohyb vpřed. Páteř je prodloužena, aby podpořila dynamiku dýchání (Barr, citovaný v Smith, 2018). Dle Smitha (2018) mají rychlejší atleti často spíše pohyblivou páteř, naopak pomalejší sportovci mají tendenci mít páteř rigidní. Ramena jsou uvolněná a umožňují volný pohyb paží, což je klíčové pro optimální koordinaci pohybu při sprintu. Důležité je také, aby byly krk a hlava správně orientovány, což minimalizuje odpor vzduchu a umožňuje plynulý

a efektivní pohyb těla. Správná pozice těla při sportovních aktivitách připravuje tělo na pohyb. Jsou zapojeny také kloubní struktury z hrudní dutiny a core (hluboký stabilizační systém), což je důležité pro efektivní přenos síly z ramen na boky. Správná sprinterská pozice ukazuje na vysunutí hrudníku, ohnutí loktů a udržení rovnováhy. To napomáhá zachovat stabilitu a pohyblivost kloubů. Toto postavení také zatěžuje nohy a malíkový kloub, vyvýší kyčelní klouby a vytváří pákový bod pro kostrč, což je důležité pro efektivní přenos síly a pohyb při sprintu. Toto základní držení těla se projevuje téměř ve všech základních atletických pohybech. (Smith, 2018)

Dalšími technickými determinanty, které mají vztah k maximální rychlosti jsou již zmiňované dva elementy: frekvence kroku (FK) a délka kroku (DK). DK je lineární vzdálenost od místa dopadu paty jedné nohy k dalšímu dopadu paty téže dolní končetiny a FK je počet kroků vykonaný za určitý časový úsek (Clark, Sutton & Lucett, 2010). Tyto parametry jsou vzájemně závislé a jejich optimální poměr umožňuje dosáhnout a udržet maximální rychlost. Mourya a Reddy (2017) provedli studii, kde dle výsledku je vyšší vlivná proměnná pro výkon FK než DK. Naopak výsledky studie Sobarny et al. (2023) dospěly k závěru, že trénink DK má větší vliv na sprinterský výkon se srovnáním tréninku FK. I když se autoři přesně neshodují, jaký parametr je více efektivní pro dobrý sprinterský výkon, tak jak již víme, DK a FK jsou vzájemně závislé a je nutné vzít v potaz, že tyto dva parametry se i vzájemně negativně ovlivňují: při příliš dlouhém kroku se sníží frekvence a při příliš vysoké frekvenci se zkrátí délka kroku (Hunter et al., 2004). Proto zvýšení těchto parametrů bude mít pozitivní výsledek na výkon, jen za předpokladu, že zvyšování jednoho parametru nezpříčiní snížení parametru druhého. Ideální poměr DK a FK je navíc individuálním parametrem. Majumdar a Robergs (2011) naznačují, že ideální rovnováhu mezi těmito parametry ovlivňují některé individuální faktory jako je tělesná výška a váha jedince, nebo pohlaví sportovce. A samozřejmě je také délka a frekvence kroku určena tím, v jaké fázi běhu se zrovna nacházíme. Článek Stoyanova (2018) srovnává výsledky držitelů světových rekordů (Usain Bolt a Florence Griffith). Výsledky ukazují konfiguraci běhu na 200 m, kde se při prvních 50 metrech běží u mužů na úkor DK a na úkor FK u žen. Následně obě pohlaví dosáhla nejvyšší rychlosti běhu ve druhých 50 m při 100 % FK. A u obou se od 100 do 150 m prodlužuje délka kroku, kdy se následně posledních 50 m běží se 100 % DK. Toto srovnání ukazuje, jak je ideální poměr DK a FK rozdílný skrze pohlaví a individuální parametry a jak se mění během fází sprinterského závodu.

V návaznosti na již zmíněné parametry sprinterského běhu je nutné zmínit taky kontaktní fázi neboli dobu kontaktu se zemí (ground contact time – GCT), která je jedním z nejdůležitějších biomechanických faktorů ve struktuře sprinterského kroku (Mero & Komi,

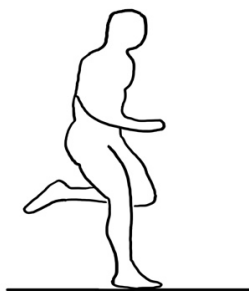
1986). GCT je doba mezi tím, kdy se první část chodidla dotkne země a tím, kdy poslední část chodidla opustí zem (Valle, 2018). GCT se snižuje s rostoucím tempem, a proto je krátká GCT klíčová k vysoké sprinterské rychlosti (Mero et al., 1992; Nummela et al., 2007). GCT je úzce spjata s délkou a frekvencí kroku, proto se snažíme optimalizovat všechny tyto parametry současně. Výsledky studie Mattes et al. (2021) ale ukazují, že dlouhý krok nemusí nutně prodloužit GCT, jelikož délka kroku a GCT jsou určeny i dalšími faktory jako je technika sprintu nebo reakční síla (Majumdar a Robergs, 2011).

Jelikož tyto parametry jsou tedy ovlivněny technikou sprintu, tak je pro jejich optimalizaci nutné také pochopit specifické technické prvky běhu. Už jsme si popsali, že maximální rychlost je výsledkem délky a frekvence kroku a nyní si popíšeme i průběh běžecského kroku, kdy se střídají oporová a letová fáze (Dufour, 2009). Fázi oporovou si můžeme dále rozdělit na dokrokovou fázi, moment vertikály a odrazovou fázi (Dufour, 2009). V dokrokové fázi dochází dle Smitha (2018) k supinovanému došlapu na přední část až střed chodidla mírně před těžištěm. Došlap tedy začíná na vnější stranu chodidla, kdy se následně postavení chodidla rotuje od středu chodidla směrem k palci (Smith, 2018). S tímto došlapem se následně rychle dostává pánev nad chodidlo oporové nohy a v průběhu došlapu dochází ke svalovému předpětí, které přispívá k vyšší účinnosti následujícího odrazu (Bosch a Klomp, 2005). V této fázi ale není důležitý jen vertikální pohyb, ale i rychlost dopadu nohy na zem. Při dopadu chodidla na zem se totiž vytváří „negativní“ vertikální rychlost a rychlý dokrok ji pomáhá neutralizovat tím, že dojde k rychlejšímu přenosu váhy na další krok a minimalizaci energetických ztrát (Smith, 2018). A dle Dufoura (2009) se tyto „negativní“ či brzdící síly zvyšují i jestliže je místo opory neboli místo došlapu příliš před těžištěm. Po fázi dokroku nastává moment vertikály, kdy se těžiště těla nachází nad místem opory. V tomto momentu provádíme flexi v kolenu a kotníku švihové nohy a snažíme se přiblížit patu k hýždím, protože to nám v další fázi pomůže k rychlejšímu přenosu chodidla vpřed, jelikož je noha blíže ose rotace kyčle (Dufour, 2009). Posledním momentem oporové fáze je odraz. Dle Bosche a Klompa (2005) ve fázi odrazu hraje svou roli vzpřímené držení těla, které slouží k zajištění dobrého předpětí a včasné činnosti ve svalech. Dále by kolem kotníku oporové nohy mělo být napětí, protože pokud nebude žádné, tak se noha dostane do přílišné dorzální flexe a tím zapříčiní, že vertikální složka odrazu bude malá a tím se také prodlouží GCT (Bosch a Klomp, 2005). Pro oporovou nohu je taky typická extenze v kolenu a kyčli, aby generovala sílu pro odraz od země (Hunter, 2005). Švihová noha se pohybuje kontrolovaně, švihá dopředu a nahoru a tento pohyb zahrnuje flexi v kyčli, kolenu a dorzální flexi v kotníku, aby se noha nastavila pro další stabilní dopad a následný odraz (Knuesel et al., 2005). Pro optimalizaci této fáze slouží

také posunutí pánve dozadu (retroverze), které otevírá podmínky pro provedení pohybu kolene právě švihové nohy (Dufour, 2009). Tato fáze končí v okamžiku odrazu chodidla od země. Ve všech těchto momentech oporové fáze přispívá ke kvalitě pohybu i funkční stav svalů a šlach v jednotlivých segmentech těla, jelikož vyšší úroveň funkčního stavu těchto struktur zvyšuje schopnost odolat přetížení v okamžiku opory (Dufour, 2009). Po přerušení kontaktu se zemí, po odrazu, nastává fáze letová. Dle Bosche a Klompa (2005) se v tomto momentu jedná o nůžkový pohyb nohou, který je mimovolně spojen jako reflex, což znamená, že flexe kolena a kyčle jedné nohy, posiluje extenzi v druhé kyčli a koleni a naopak. Silného nůžkového momentu lze dosáhnout tím, že bezprostředně po odrazu bude pohyb švihové nohy, co nejlineárnější, kdy se koleno a kyčel budou ohýbat současně, tvrdí Bosch a Klomp (2005). V tento moment vzniká ve svalech předpětí, které je potřebné k tomu, aby bylo možné se po dopadu reaktivně a vhodným směrem odrazit (Bosch a Klomp, 2005). V letové fázi se koleno švihové nohy tedy nadále pohybuje vpřed a vzhůru a následně se přidá vykývnutí bérce dopředu. Následně dochází k rychlé extenzi kyčle nohy švihové a flexi v koleni nohy, která prováděla odraz (Bosch a Klomp, 2005). Švihová noha poté začne postupně klesat směrem dolů a vpřed a těsně před tím, než švihová noha opět došlápne na zem by měl být kotník v neutrální nebo případně mírně dorziflexní poloze (Bosch a Klomp, 2005). Po došlapu na zem, tak se noha, která nám sloužila jako oporová, stává nohou švihovou pro další krok. Bosch a Klomp (2005) popisují, že při správném technickém provedení by mělo být koleno nyní už nohy oporové a nohy švihové alespoň vedle sebe. Tuto správnou pozici kolene švihové nohy lze vidět na Obrázku 1. Je velkou technickou chybou, když je koleno švihové nohy při dopadu za kolenem nohy oporové. Po zvládnutí fáze letové se opět střídá fáze oporová a při maximální rychlosti by měla být letová fáze o něco delší než GCT, a to nám zajistí udržení správné techniky během střídání letové a oporové fáze.

### **Obrázek 1**

*Správná technika dopadu: Koleno švihové nohy před kolenem nohy oporové*



Vlastní zdroj

Pro správnou běžeckou techniku je s prací dolních končetin důležitá i práce paží. Dle Smitha (2018) by pohyb paže měl směřovat dolů k zemi (spíše než dozadu) a směrem od těla, tedy od hrudníku k bokům a během tohoto pohybu by měl být ohyb v lokti v rozmezí 90 až 140 stupňů. Tento pohyb paží generuje sílu. Během pohybu paží by mělo docházet k pronaci ruky směrem dolů a supinaci při návratu ruky zpět před tělo. Celý tento pohyb paží musí být koordinován s pohybem dolních končetin a celého těla a měl by být také plynulý. Tato efektivní práce paží nám také může pomoci k udržení maximální rychlosti a k úspoře energie (Smith, 2018).

### **2.1.2 Fyziologické determinanty maximální rychlosti**

Na maximální rychlosti sprintu se ale podílí řada dalších parametrů. Další skupinou faktorů, které přímo ovlivňují maximální rychlost sprintu, jsou faktory fyziologické. Rychlost běhu totiž není vyjádřena jen správnou technikou běhu, ale i kvalitou prvků, které jsou skryté (Dufour, 2009).

Jedním z fyziologických determinantů maximální rychlosti, který Majumdar a Robergs (2011) popisují, je nervosvalová koordinace, což je funkční interakce mezi centrálním nervovým systémem (CNS) a svaly, při které dochází k efektivní regulaci a synchronizaci svalových kontrakcí potřebných k provádění specifických pohybů. To znamená, že aby byl vykonán rychlý výbušný pohyb, musí být z CNS odeslán příslušný signál (Hansen a Kennelly, 2019). Tento signál vzniká v primární korové oblasti mozku, je veden pyramidovou drahou a končí ve svalových vláknech na nervosvalové ploténce (Dovalil et al., 2012). Souhra by měla být i mezi určitými svalovými skupinami, tedy mezi svaly agonistickými, antagonistickými a synergickými a tato koordinace mezi nimi je klíčová pro efektivní generování velké síly (Majumdar a Robergs, 2011). Neuromuskulární systém hraje svou roli také při řízení cyklu protažení a zkrácení svalu (Hansen a Kennelly, 2019). Tento cyklus se skládá z fáze excentrického předpětí, fáze amortizace a fáze koncentrace. Jak jsem již uvedla, tak CNS zprostředkovává interakci mezi nervovými signály a svalovými vlákny, a to umožňuje efektivní přípravu svalu před kontrakcí a rychlý přechod mezi fázemi (Davies et al., 2015). Další detailní zkoumání tohoto cyklu bude provedeno v následujících částech této práce. Ještě je ale důležité zmínit, že tento proces funguje oboustranně, což znamená, že nejen CNS ovlivňuje činnost svalů, ale také svaly mohou odesílat zpět signály do mozku prostřednictvím reflexních mechanismů (Dovalil et al., 2012). Činnost CNS a nervosvalová koordinace je klíčová pro efektivní využití síly a rychlosti při dosahování maximálního výkonu ve sprintu.

Nicméně pro schopnost svalů dobře reagovat na nervové signály jsou důležité také typy svalových vláken. Různé typy svalových vláken na nervové impulsy reagují různou mírou (Majumdar a Robergs, 2011). Svalová vlákna se dělí na červená, přechodná a bílá vlákna (Dovalil et al., 2012). Červená vlákna také označována jako pomalá vlákna se stahují pomaleji a reagují méně pohotově, ale jsou zase velmi odolné vůči únavě. Přechodná vlákna jsou oproti červeným více unavitelné, ale kontrahují se rychleji a vlákna bílá, která označujeme jako vlákna rychlá se rychle stahují a rychle unavují (Dovalil et al., 2012). Zapojení vláken závisí na vzdálenosti, kterou běžíme. Proto lze říci, že v krátkých sprintech se budou zapojovat převážně rychlá svalová vlákna, která jsou schopná rychle generovat velké množství síly a při delších vzdálenostech se zapojí kombinace rychlých i pomalých svalových vláken, aby se výkon udržel po delší dobu (Semmler, 2002). Tedy pro potřebný výkon a generování síly je důležitá správná aktivace pomalých a rychlých svalových vláken, což nám pomoci nervových signálů zprostředkovává právě nervosvalová koordinace. Pro delší vytrvalostní tratě je výhodnější tedy vyšší poměr vláken pomalých a pro sprint je výhodnější vyšší poměr vláken rychlých (Bosch a Klomp, 2005). U člověka nalezneme všechny typy svalových vláken, ale procentuální zastoupení jednotlivých typů je do jisté míry dáno geneticky (Dovalil et al., 2012). Dle Dovalila et al. (2012) ale vlivem tréninku lze dosáhnout určitých adaptivních změn.

## **2.2 Plyometrie**

Jedna z tréninkových metod, která může ovlivnit maximální rychlost sprintu a její determinanty, které jsme si právě představily, je plyometrie. Plyometrii, formu tréninku zaměřenou na rozvoj síly, rychlosti a obratnosti, představil koncem 60. let minulého století ruský vědec Yuri Verkhoshansky. I když koncept vznikl v Rusku, samotný termín „plyometrie“ byl původně vytvořen americkým běžcem a trenérem Fredem Wiltem v roce 1975 (Hansen a Kennely, 2019). Název je odvozen z řecké předpony *plio* znamenající „více“ nebo „delší“ a z přípony „metric“ znamenající „měřit“. Doslovný překlad slova „plyometrie“ nám mnoho informací neposkytne, ale naznačuje anatomický princip, který si blíže představíme v následující kapitole.

### **2.2.1 Principy plyometrie**

Chmielewski et al. (2006) definuje plyometrická cvičení jako aktivitu, která využívá cyklu protažení-zkrácení (strech-shortening cycle – SSC) svalového vlákna, který jsme si již stručně představily v kapitole o fyziologických determinantech maximální rychlosti. Dle Flecka

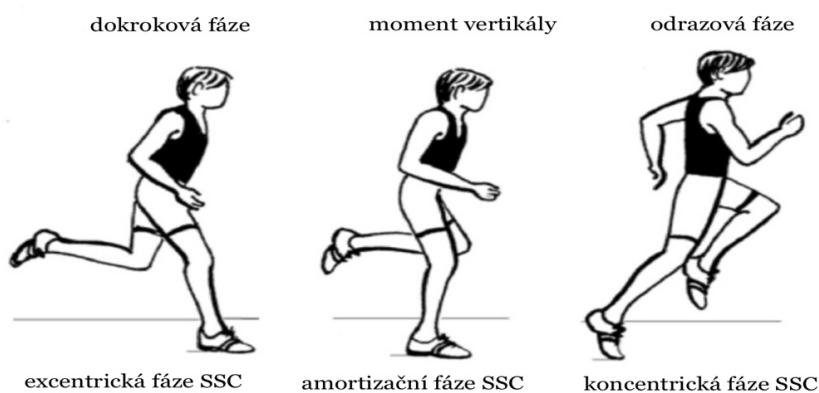
a Kraemera (2004) je SSC synonymem plyometrie, ale i přirozené pohyby, jako je běh nebo chůze, využívají tohoto cyklu. SSC je přirozený typ svalové funkce, který jak jsme již zmínili, má tři fáze a to fázi, kdy sval prochází rychlým protažením (excentrická fáze), následuje krátký moment statického zastavení (amortizační fáze) a následně dochází k rychlému zkrácení svalu (koncentrická fáze) (Turner a Jeffreys, 2010). Chu a Meyer (2013) blíže popisují jednotlivé fáze tak, že během excentrické fáze, kdy se sval protahuje a vytváří napětí, se elastická energie ukládá do sériové elastické složky šlachy (část šlachy umožňující přenos a absorpci energie) a následně se i absorbuje, což nám slouží také jako tělesný „tlumič“ nárazu, který minimalizuje nadměrné zatížení svalů a kloubů a bez tohoto tlumení nárazu by tělo sportovce utrpělo značnou mírou stresu při každém dopadu. Druhou fází SSC (amortizační fází) popisují Chu a Meyer (2013) jako pauzu mezi excentrickým protažením svalu (excentrickou fází) a zahájením koncentrické svalové kontrakce (koncentrickou fází). Dle Hansena a Kennelyho (2019) jsou nyní svaly ve statické fázi a probíhá izometrická kontrakce svalů, která by během běžecského kroku a podobných plyometrických aktivit měla být krátkého trvání. Zpoždění v této fázi může mít totiž za následek ztrátu již uložené elastické energie (Chu a Meyer, 2013). Tato fáze je tedy rozhodující pro účinnost plyometrie a připravuje sval na následující fázi (koncentrickou fází). To nás přivádí tedy k třetí a finální fázi SSC (koncentrické fázi), kterou Chu a Meyer (2013) charakterizují jako zkrácení svalu, během čehož se elastická energie uložená v sériové elastické složce šlachy uvolní a je využita k posílení právě svalové kontrakce.

Pro lepší pochopení těchto fází SSC si můžeme ukázat konkrétní aplikaci těchto fází v praxi. Prvním příkladem je běh, během kterého dochází v oporové fázi k opakovanému střídání fází běžecského kroku (dokroková fáze, moment vertikály, odrazová fáze) a s tím i ke střídání fází SSC. Excentrická fáze SSC nastává během došlapu (dokroková fáze), kdy se chodidlo dotýká země a svaly dolní končetiny se napínají (prodlužují). Amortizační fáze SSC nastane v okamžiku, kdy se těžiště těla dostává nad místo opory (moment vertikály) a koncentrická fáze SSC nastává během odrazové fáze běžecského kroku, kdy noha opouští zem a svaly se stahují (zkracují) a během této fáze se využije elastická energie, která byla předchozím prodloužením svalu uložena v sériové elastické složce šlachy a tato uvolněná energie pomáhá posílit sílu odrazu.



## Obrázek 2

*Střídání fází SSC během oporových fází běžeckého kroku*



Obrázek byl upraven z původního zdroje (Jebavý, Hojka, Kaplan, 2014)

Poukázali jsme na to, jak průběh tohoto cyklu funguje v přirozeném pohybu, jako je běh a jelikož již víme, že SSC je základním principem právě plyometrických cvičení, tak si tento cyklus můžeme představit i na jednom ze základních plyometrických cvičení. K této ukázce nám může posloužit seskok z bedny s okamžitým následným odrazem (depth jump with immediate rebound). Při seskoku z bedny se svaly dolních končetin aktivně prodlužují (excentrická fáze) a dochází k uložení elastické energie do sériové elastické složky šlachy. Jakmile dojde k dopadu na zem, nastává amortizační fáze, kde dochází k absorpci energie a krátkému zastavení pohybu a následuje okamžitý odraz nahoru, kde se svaly aktivně zkracují (koncentrická fáze) a využíváme uloženou elastickou energii k dosažení co nejvyššího skoku.

## Obrázek 3

*Střídání fází SSC během seskoku z bedny s okamžitým následným odrazem*



Obrázek byl upraven z původního zdroje (McNeely, Sandler, 2007)

Jakým způsobem se střídají fáze v SSC jsme si již představili a nyní můžeme přejít k neurofyziologickým mechanismům o nichž se předpokládá, že k SSC přispívají. První koncept, tedy ukládání a uvolňování elastické energie, jsme si již popsali během pohybu. Zatsiorsky a Kraemer (2006) tento koncept připodobňují konceptu natažené gumičky, kdy při natažení dochází k nahromadění energie (stejně jako v excentrické fázi) a ta po uvolnění způsobí, že se gumička rychle smrští zpět do původního tvaru (stejně jako v koncentrické fázi). U člověka, jak již víme, tak je toto natažení a uložení elastické energie kladeno na sériové elastické složky šlachy. Na rozdíl od svalů, které mohou být aktivně stahovány, se šlachy ale nemohou dobrovolně stahovat a zůstávají proto v napjatém stavu, a proto se musí sval před začátkem SSC stáhnout a ztuhnout (tzv. svalové předpětí) a zůstat tuhý během prvních dvou fází SSC (excentrická a amortizační fáze), což způsobuje prodloužení šlachy během těchto fází a s tím uložení elastické energie, která je pak uvolněna v koncentrické fázi, kdy se šlacha vrátí do svého původního tvaru (Zatsiorsky a Kraemer, 2006). Tímto způsobem se vytváří zásoba elastické energie, která posiluje kontrakci svalu.

Právě jsme si popsali, že uložená elastická energie ve šlachách je klíčová pro posílení kontrakce svalu. Avšak, k dosažení této kontrakce není důležitá pouze kinetická složka, ale také sensorické receptory (proprioceptory), které svaly a šlachy obsahují. Tyto receptory vysílají do mozku informace o polohách a pohybech těla (McArdle et al., 2010). Změny ve svalech zaznamenává svalové vřetenko, které se nachází uvnitř svalu a toto svalové vřetenko kontroluje prodloužení svalu na které odpovídá silnou koncentrickou kontrakcí svalu a díky této zabudované odpovědi sportovec nemusí přemýšlet o výkonné kontrakci svých svalů (Hansen a Kennely, 2019). Tato reflexní odpověď svalového vřetenka na prodloužení se označuje jako napínací neboli myotatický reflex (Bosco et al., 1981). Tento napínací reflex má za hlavní cíl kontrolu míry protažení před jeho následným zkrácením, a to zajistí právě aktivací velkého množství svalových vláken (Hansen a Kennely, 2019). Svalové vřetenko je tedy primárním sensorickým mechanismem a dalším smyslovým orgánem je Golgiho šlachové tělíčko, které je umístěno ve šlachách, reaguje na napětí ve šlachách a jejich úkolem je zabraňovat nepřiměřenému napětí svalu (Zatsiorsky a Kraemer, 2006). Při silném napětí vysílá signál k míše, aby vyvolala relaxaci svalu a tím nám činnost Golgiho šlachového tělíčka slouží jako ochranný mechanismus před možným zraněním svalu (Hansen a Kennely, 2019). V plyometrii oba tyto svalové orgány hrají svou roli a je potřeba brát je v potaz při zařazování plyometrických cviků do tréninku. Podle Hansena a Kennelyho (2019) bychom se podle těchto svalových orgánů měli řídit například při výběru optimální výšky skoků v plyometrických cvičeních, jelikož seskok z bedny střední výšky vytvoří dostatek síly k excentrickému napětí

bez silného napětí ve šlachách, což aktivuje svalová vřetenka, která nám zajistí kontrakci svalu, ale naopak při seskoku z příliš vysoké bedny můžeme šlachu příliš napnout, což uplatní odpověď Golgiho šlachového tělíska a místo požadované kontrakce dojde k relaxaci svalu. Kyrolainen et al. (1991) ale ukázali, že plyometrický trénink dokáže tento efekt Golgiho šlachového tělíska snížit tím, že zvýší svalovou a šlachovou pružnost.

Tímto jsme detailně prozkoumali základní principy plyometrie a neurofyziologické mechanismy, které stojí za účinností plyometrie a nyní se již můžeme přesunout na typy plyometrických cvičení, které nám představují praktické aplikace právě těchto základních principů plyometrie.

### 2.2.2 Typy plyometrických cvičení

V této kapitole si rozdělíme jednotlivé typy plyometrických cvičení. Toto rozdělení nám umožní lépe porozumět tomu, jak různé formy pohybu využívají principy plyometrie a jaké typy plyometrických cvičení mohou sloužit k dosažení konkrétního cíle.

Typy plyometrických cvičení si můžeme rozdělit dle typu SSC. Komi (1992) představil, dva typy SSC: rychlý SSC (GCT kratší než 250 ms) a pomalý SSC (GCT delší než 251 ms). V následující tabulce 1 lze vidět, jak dlouhou GCT mají různé plyometrické aktivity a s tím tedy také jaký typ SSC využívají.

#### Tabulka 1

*Délka GCT a typ SSC u různých plyometrických aktivit*

Cvičení	GCT (ms)	Typ SSC
Sportovní chůze	270-300	Pomalý
Sprint	80-90	Rychlý
Skok s protipohybem The Countermovement Jump (CMJ) *	500	Pomalý
Skok z výšky s následným odrazem (20-60cm)	130-300	Rychlý/Pomalý
Skok do dálky	140-170	Rychlý
Série skoků přes překážky	150	Rychlý
Basketbalový nájezd	218	Rychlý

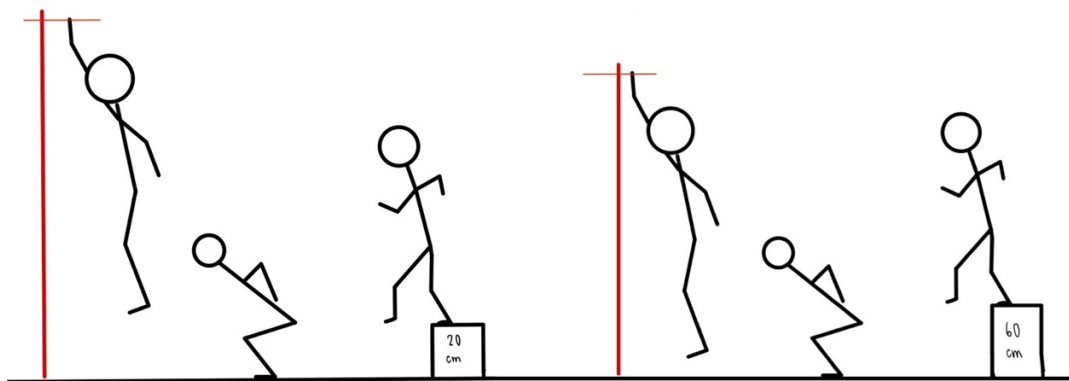
\*CMJ – test k měření výbušné síly dolních končetin, který se provádí tak, že sportovec dřepne do zvolené hloubky a poté co nejvýše vyskočí (Markovic et al., 2004)

Upraveno z původního zdroje. Původní zdroj: Walker, O. (2023). Plyometric Training. (získáno z: <https://www.scienceforsport.com/plyometric-training-2/>)

Jak můžeme vidět v tabulce, tak pomalého SSC využívají aktivity s delší GCT jako je sportovní chůze či CMJ, zatímco rychlého SSC dosahují opakované skoky či sprint, kde je kratší GCT. U seskoku z výšky může docházet ale k rychlému i pomalému SSC, protože zde je podstatná výška, z které skáče. Při výběru výšky musíme přihlížet na individuální faktory jedince jako je biologický a tréninkový věk, úroveň plyometrických schopností a tréninkové zaměření (Smith, 2016). Optimální výška bedny se může tedy lišit. Smith (2016) ale uvádí, že při skoku z nižší bedny (např. 20 cm) by mohla být GCT kratší (rychlý SSC), protože svaly a šlachy jsou při skoku z nižší výšky schopny uložit a uvolnit více elastické energie v rychlém čase, což má za následek vyšší výšku výskoku, zatímco ve srovnání se skokem z vyšší výšky bedny (např. 60 cm), kde by byla spíše delší GCT (pomalý SSC), protože při nárůstu výšky pádu dochází i nárůstu kinetické energie a proto také může uložení a uvolnění energie trvat déle, což může způsobit nižší výšku výskoku.

#### Obrázek 4

*Výška výskoku po seskoku z bedny 20 cm a 60 cm*



Vlastní zdroj

Máme tedy aktivity, které typicky využívají pomalého či rychlého SSC nebo aktivity, kde typ SSC závisí na způsobu provedení (např. na výšce seskoku). Je ale třeba zmínit, že i činnosti s typicky rychlým SSC mohou mít po zvýšení intenzity, prodloužení SSC, protože sportovec již bude ovlivněn svou fyzickou kapacitou a únavou (Dos'Santos, 2024). Zařazení těchto cvičení s pomalým typem SSC nebo rychlým typem SSC do tréninku závisí na konkrétním tréninkovém cíli. Aktivity s pomalým SSC se uplatňují spíše ve sportech nebo disciplínách, které vyžadují vysokou produkci síly a výkon, jako je například vzpírání a aktivity s rychlým SSC se uplatní ve sportech a disciplínách, které vyžadují rychlé reakce a výbušnost, jako je například fotbal či sprint (Faccioni, 2019). Do tréninku je ale ideální zařadit oba typy SSC, což umožní komplexní rozvoj fyziologických vlastností. To potvrzuje i tvrzení Dos'Santose (2024)

kde tvrdí, že pro sprintery mají oba typy SSC své vlastní výhody, kdy cvičení s pomalým SSC mohou zlepšit produkci síly a výkon a cvičení s rychlým SSC mohou zlepšit reaktivitu a výbušnost. Konkrétní sestavení tréninku s pomalým či rychlým SSC či jejich kombinací se tedy utváří na základě specifických požadavků sportovce.

Kromě rozdělení dle typu SSC lze plyometrii ale také dělit podle úrovně intenzity plyometrických cvičení. Provádění plyometrických cvičení by sice mělo vždy být prováděno maximální rychlostí a silou, protože nižší rychlost a síla snižují efekt SSC, ale intenzita tréninku je určena vybranými cvičeními (McNeely, Sandler, 2007). Intenzita tedy není určena silou a rychlostí provedení daného cviku, ale typem plyometrického cvičení. V tabulce 2 lze vidět, jaký je relativní stupeň intenzity u vybraných plyometrických cvičení.

**Tabulka 2**

*Relativní stupeň intenzity u vybraných plyometrických cvičení*

	<b>plyometrické cvičení</b>	<b>Intezita</b>
1	Squat Jump	Nízká
2	Jump to Box	Nízká
3	Tuck Jump	Střední
4	Split Squat Jump	Střední
5	Lateral Hurdle Jump	Střední
6	Zigzag Jump	Vysoká
7	Single Leg Tuck Jump	Vysoká
8	Depth Jump	Vysoká

Vlastní zdroj; informace v tabulce byly přepracovány z McNeelyho a Sandlera (2007)

1 – dřep s výskokem

2 – výskok na bednu

3 – výskok snožmo a v průběhu letové fáze přitažení kolen k hrudníku

4 – výpad na jednu nohu a přeskokem výpad na druhou nohu

5 – přeskok přes překážku bokem

6 – skoky cikcak (diagonálně)

7 – výskok z jedné nohy a v průběhu letové fáze přitažení kolen k hrudníku

8 – skok z výšky s následným odrazem

Relativní stupeň intenzity u těchto typů cvičení určuje počáteční svalové předpětí a obtížnost provedení pohybu a dopadu (McNeely, Sandler, 2007). Lze to lépe pochopit díky příkladu z tabulky, kdy u skoku z výšky s následným odrazem uvádíme vysokou intenzitu, jelikož je zde výrazné počáteční svalové předpětí a je to obtížný pohyb s intenzivním dopadem, a naopak dřep s výskokem uvádíme jako cvik nízké intenzity, jelikož zde není tak výrazné počáteční svalové předpětí a je zde nízká náročnost provedení s měkčím kontrolovaným dopadem. Sice náročnost

dopadu určuje intenzitu cvičení, ale McNeely a Sandler (2007) říkají, že bez ohledu na to, zda dopadneme na jednu či obě nohy, tak náročnost je určena i počátečním pohybem a odraz z jedné nohy je cvičení vyšší intenzity, než odraz z obou noh. Proto například i u Single Leg Tuck Jump udáváme intenzitu vysokou, ale u Tuck Jump udáváme intenzitu střední. Zařazení těchto jednotlivých typů cvičení dle intenzity do tréninku opět závisí na konkrétním cíli sportovce. Suchomel et al. (2016) navíc tvrdí, že při implementaci těchto typů cvičení bychom měli přihlížet na individuální schopnosti sportovce a z důvodu adaptace a optimalizace výsledků aplikovanou intenzitu zvyšovat postupně od nižší k vysoké.

Po zhodnocení intenzity jednotlivých plyometrických cvičení se nyní zaměříme na jejich zařazení do kategorií dle trénovaných svalových úseků. Prvním ze svalových úseků je dolní část těla. Dle Hansena a Kennelyho (2019) je dolní část těla primárním zdrojem pohybu prakticky ve většině sportů, a proto trénink svalů dolní části těla by měl odrážet požadavky konkrétního sportu. Je zde důležité si uvědomit, jak jsou konkrétní svaly zapojeny, abychom předešli jejich nadměrnému využití, které může vést k poranění (Hansen a Kennely, 2019). Cviky na dolní část těla si může rozdělit na bilaterální (oboustranné) a unilaterální (jednostranné) a Davies et al. (2015) tvrdí, že nejdřív bychom měli vybudovat základ pro skoky snožmo (bilaterální cviky) a až poté přidat skoky na jedné noze (unilaterální cviky). Dalším trénovaným segmentem je horní polovina těla. Plyometrické cviky zaměřené na horní část těla jsou užitečné při rozvoji celkové síly a tyto cviky využívají také SSC, ale v tomto případě svalů a šlach horní poloviny těla (Hansen a Kennely, 2019). Opět bychom měli znát zatěžované svalové skupiny a zatížení plánovat pečlivě. Dle Hansena a Kennelyho (2019) má plyometrický trénink horní poloviny těla pozitivní efekt u řady sportů, které využívají hody míčem nebo jiným náčiním, pohon ve vodě, zápas či zastavení hráče (např. vrh koulí, americký fotbal). Posledním svalovým úsekem je střed těla. Tyto břišní a zádové svaly mají dvě funkce, a to přenos a tvorbu síly a udržení vzpřímeného postoje během plyometrických pohybů (Hansen a Kennely, 2019). Dle Hansena a Kennelyho (2019) se svaly středu těla dělí na vnitřní vrstvu, která zodpovídá za stabilitu středu těla při pohybu a na vnější vrstvu, která je zapojena do tvorby dynamických pohybů jako je sprint či skok. Při zařazení specifických plyometrických cviků na rozvoj síly středu těla si opět musíme dát pozor na riziko zranění při přetížení. Tyto pohyby, které se zaměřují na určité svalové segmenty ale lze také společně kombinovat a vytvářet tím zapojením více svalových úseků, což může ve sportech, kde je třeba například potřeba běhu a hodu, přinášet významné výsledky (Hansen a Kennely, 2019). Jak již víme, tak i při aplikaci těchto plyometrických cviků dle trénovaných svalových úseků by mělo docházet postupně k pozvolnému růstu intenzity a složitosti.

Představila jsem rozdělní dle typu SSC, dle intenzity a dle trénovaných svalových úseků. Podle Siffa a Verkhoshanskyho (2009) můžou být plyometrická cvičení rozdělena do několika různých kategorií. Já tyto tři vybrané rozdělení ale vyhodnotila jako nejdůležitější a nejrelevantnější pro dosažení cílů mé práce. Rozdělení plyometrických cvičení nám umožňuje lépe pochopit, jaké typy mohou přispívat k dosažení specifického cíle. V mé práci je tímto cílem efektivní rozvoj maximální rychlosti. Jaké typy plyometrických cvičení a jakým způsobem k mému cíli přispívají popíši v dalších částech práce.

### **2.2.3 Efekty plyometrie na determinanty maximální rychlosti**

Po představení kategorií plyometrických cvičení je tedy důležité porozumět jejich konkrétním účinkům na determinanty maximální rychlosti, které jsme si již představili v předchozích částech práce.

Prvním parametrem maximální rychlosti, na který může mít plyometrický trénink pozitivní vliv je délka kroku. Toto potvrzuje studie, která zkoumala vliv 8týdenního plyometrického tréninku na skupinu chlapců ve věku 9-12 let, kde došlo ke zvýšení délky kroku ve fázi maximální rychlosti (Tottori a. Fujita, 2019)<sup>1</sup>. V rámci tohoto plyometrického tréninku byly použity opakované skoky, které vyžadují co nejkratší GCT. Tato studie nám tedy ukazuje, že využití plyometrických cviků s rychlým SSC nám ve sprintu maximální rychlosti může zkrátit GCT a s tím i prodloužit DK.

Tato studie od Tottori a Fujita (2019) nám tedy poukazuje i na zlepšení dalšího parametru maximální rychlosti, který jak již víme je úzce spjatý s DK a FK a tím je GCT. V maximální rychlosti se snažíme o co nejkratší GCT a jeho zkrácení díky aplikaci plyometrických cvičení s rychlým SSC popisuje i Flanagan a Comyns (2008).

Studie tedy poukazuje na prodloužení DK a s tím zkrácení GCT. Nesmíme ale zapomenout, že při prodloužení DK musíme sledovat i druhý závislý parametr a tím je frekvence kroku. Lze zlepšovat jednu či obě tyto složky, ale nesmí tím být ani jedna ze složek negativně ovlivněna. Frekvenci kroku můžou plyometrická cvičení také pozitivně ovlivnit, což popisuje studie Srinivasana a Kumara (2018)<sup>2</sup>, která 12 týdnů aplikovala na skupinu plyometrický trénink obsahující cviky jako jsou skoky přes překážky, skoky z výšky s následným odrazem, ale i cviky, které se zaměřovali na svaly středu těla a horní části těla (např. hody medicinbalem) a výsledkem bylo zvýšení FK.

---

<sup>1</sup> Effects of Plyometric Training on Sprint Running Performance in Boys Aged 9-12 Years

<sup>2</sup> Effect of specific training programme on stride length and stride frequency of hurdles

K efektivnějšímu pohybu při sprintu přispívá i jak již víme, neuromuskulární koordinace. Plyometrický trénink může zvyšovat nervosvalovou výkonnost tím, že zvyšuje nastavenou rychlost, při níž mohou svaly působit a vede k tomu, aby se nervosvalová koordinace stala automatictější (Ebben et al., 2010). S tímto tvrzením souhlasí i výsledky studie Novak et al. (2023)<sup>3</sup>, kde byl na skupinu tenistů aplikován 6týdenní plyometrický trénink, který obsahoval plyometrické cviky nízké a střední intenzity a jednalo se především o horizontální a vertikální cviky a do série cviků byly taky zařazeny cviky s odporovými gumami. Výsledky této studie ukázali, že tento plyometrický trénink měl pozitivní vliv na nervosvalovou koordinaci. Tréninkovým efektem plyometrie tedy může být posílení pohybových vzorců, vytvoření automatizace činnosti, zlepšení nervové účinnosti a zvýšení nervosvalové výkonnosti (Davies et al., 2015). Víme, že nervosvalová koordinace je vzájemně propojena s SSC, proto zlepšením nervosvalové koordinace prostřednictvím plyometrického tréninku mohou sportovci optimalizovat i schopnost efektivně využívat SSC. K efektivitě SSC může plyometrický trénink přispívat i tím, že se díky němu zvýší pružnost šlach a s tím i sníží aktivita Golgiho šlachového tělíska, kterou jsme si již popsali. Zvýšení pružnosti šlach po 10 týdnech plyometrického tréninku popsala studie Laurenta et al. (2020)<sup>4</sup>, kde na skupinu aplikovala plyometrická cvičení s krátkou GCT.

Při běhu maximální rychlostí hrají důležitou roli i svalová vlákna. Procentuální zastoupení jednotlivých typů je do jisté míry dáno geneticky, ale plyometrický trénink může rychlá svalová vlákna posílit. Pozitivní výsledek plyometrického tréninku ukázala studie Macaluso et al. (2012)<sup>5</sup>, kde skupina vykonala 10 sérií 10 dřepů s výskokem a bylo zjištěno, že toto jednorázové plyometrické cvičení poškodilo především rychlá svalová vlákna. V tomto případě je tento proces svalového poškození pozitivním aspektem, jelikož to může vést k růstu velikosti a síly svalu. Tato studie tedy naznačuje pozitivní vliv plyometrického tréninku na rychlá svalová vlákna.

Plyometrický trénink tedy přispívá ke zlepšení jednotlivých determinantů maximální rychlosti a tím umožňuje sportovcům optimalizovat běžeckou mechaniku a dosahovat vyšší maximální rychlosti. Pozitivní vliv plyometrického tréninku na maximální rychlost sprintu zjistily kromě již zmíněných studií i studie Talukdara et al. (2022)<sup>6</sup> či Kryeziu et al. (2023)<sup>7</sup>.

---

<sup>3</sup> Effects of Plyometric Training with Resistance Bands on Neuromuscular Characteristics in Junior Tennis Players

<sup>4</sup> Comparison of Plyometric Training with Two Different Jumping Techniques on Achilles Tendon Properties and Jump Performances

<sup>5</sup> Preferential Type II Muscle Fiber Damage From Plyometric Exercise

<sup>6</sup> The Effects of Horizontal and Vertical Plyometric Training on Sprinting Kinetics in Post-Peak Height Velocity Female Student-Athletes

<sup>7</sup> Effect of 12 Weeks of the Plyometric Training Program Model on Speed and Explosive Strength Abilities in Adolescents



## **2.2.4 Kombinace plyometrie s dalšími tréninkovými metodami k rozvoji maximální rychlosti**

Plyometrii nemusíme aplikovat jen samostatně, ale můžeme jí kombinovat i s ostatními tréninkovými metodami pro rozvoj maximální rychlosti.

Hamilton (n.d.) udává, že pro zvýšení rychlosti může sloužit kombinace plyometrického a silového tréninku. Kombinace silového a plyometrického tréninku zvyšuje reaktivitu rychlých svalových vláken (Dje, 2022; Hamilton, n.d.). Dje (2022) udává, že tento kombinovaný trénink by měl být specifikovaný ke konkrétnímu sportu. Například pro sprintery by mohlo být vhodné zanožování s odporem v kombinaci s odpichy (Dje, 2022). Tento specifický kombinovaný trénink se dá aplikovat dvěma způsoby. Prvním je komplexní trénink, kde provedeme v jedné sérii cvik silový i plyometrický a druhým možným způsobem je kontrastní, kde v jedné sérii provedeme cvik plyometrický a v druhé cvik silový (Hamilton, n.d.). Obě tyto metody provedení mohou zvýšit sílu i maximální rychlost. Opět bychom zde, ale neměli zapomínat, že intenzitu bychom měli přidávat postupně, jelikož svalová únava poté může prodloužit amortizační fázi SSC a s tím snížit efekt SSC (McNeely, Sandler, 2007). Při správné aplikaci pozitivní vliv kombinovaného plyometrického tréninku se silovým na rychlost popisuje studie Almoslima (2014)<sup>8</sup>.

Vhodnou variantou pro dosažení našeho cíle může být i kombinace plyometrického tréninku se sprinterským tréninkem. Plyometrický trénink trénuje rychlý SSC, čímž jsme schopni dosahovat rychlejší kontrakce svalu a sprinterský trénink nám pomáhá tuto vytvořenou maximální rychlost udržet a jelikož je pro nás sprint i oblastí v které se snažíme docílit zlepšení, tak aplikace sprinterských úseků nám může zdokonalovat i sprinterskou techniku a další aspekty, které jsou klíčové k vytvoření a udržení maximální rychlosti (Chu, 1998). Studie Aloui et al. (2022)<sup>9</sup> toto tvrzení potvrzuje, jelikož zde došlo ke zlepšení sprinterské rychlosti po 8 týdnech kombinovaného plyometrického a sprinterského tréninku, kde skupina vždy provedla plyometrické cvičení, po kterém ihned následoval sprint na krátkou vzdálenost.

Nyní jsme si tedy ukázali, že plyometrii nemusíme aplikovat jen samostatně, ale kombinace různých tréninkových metod a plyometrie může vytvářet synergické účinky a lze takto také vyvážit tréninkový plán.

---

<sup>8</sup> Effect of combined plyometric-weight training on speed of male students with different body fat percent

<sup>9</sup> Combined Plyometric and Short Sprint Training in U-15 Male Soccer Players: Effects on Measures of Jump, Speed, Change of Direction, Repeated Sprint, and Balance

## **3 Cíle a úkoly práce**

### **3.1 Cíle práce**

Primárním cílem této práce je literární rešerše na téma aplikace plyometrické metody k rozvoji maximální rychlosti sprintu. Sekundární cíl je sestavení zásobníku plyometrických cviků, které mohou přispět k rozvoji maximální rychlosti a vytvoření návrhu plyometrického tréninkového plánu.

### **3.2 Úkoly práce**

Na základě cílů práce byly stanoveny následující úkoly práce:

- Prostudovat odbornou literaturu, která se zabývá tématem stimulace rychlostních schopností pomocí plyometrické tréninkové metody. Využít získané informace pro vytvoření literární rešerše.
- V rešerši specifikovat maximální rychlost a její determinanty, popsat plyometrickou tréninkovou metodu a její principy, rozdělit plyometrická cvičení na jednotlivé typy. Dále také podložit studii pozitivní efekt plyometrického tréninku na maximalizaci rychlosti.
- Poté popsat zásady aplikace plyometrického tréninku do celkového tréninkového procesu.
- Sestavit zásobník efektivních plyometrických cviků. Následně ze získaných informací vytvořit návrh tréninkového plánu.

## 4 Metodika práce

Ke splnění cílů a úkolů práce jsem využila literární rešerši, kterou Machi a McEvoy (2012) popisují jako psaný dokument, který popisuje chápání současného stavu poznání v oblasti, o které rešerše pojednává.

Využila jsem českou i zahraniční odbornou literaturu. Pro vyhledávání dalších potřebných informací bylo využito několik internetových databází: PubMed, ResearchGate, Google Scholar. Při vyhledávání na těchto portálech jsem zadávala klíčová slova v anglickém jazyce. Tato klíčová slova či jejich kombinace byla využita: effects of plyometric training on sprint performance, plyometric training volume, periodization of plyometrics, stretch-shortening cycle, maximum velocity sprinting, ground contact time, combined plyometric-weight training, movement screening tests.

Na základě získaných informací z literatury jsem sestavila zásobník cviků. K části cviků jsem vytvořila obrazový materiál a videozáznam. Pořízení obrazové přílohy a videozáznamu se uskutečnilo v dubnu 2024 na atletickém oválu UK FTVS v Praze. Zbytek obrazového materiálu jsem použila z internetových zdrojů.

Zahrnula jsem návrh plyometrického tréninkového plánu, který dodržuje zásady a doporučení z odborné literatury.

## **5 Aplikace plyometrie v tréninkovém procesu**

Po pochopení principu plyometrické metody a jeho efektu na maximální rychlost sprintu se již můžeme přesunout na aplikace této metody do tréninkové praxe.

### **5.1 Fyzické a technické předpoklady na plyometrický trénink**

Při integraci plyometrického tréninku do celkového tréninkového plánu je třeba vzít v úvahu fyzické a technické předpoklady sportovce. I když může plyometrický trénink provádět téměř kdokoliv, tak aby tento trénink byl pro sportovce přínosný a sloužil k jeho prospěchu, tak by měl splňovat určité předpoklady (McNeely, Sandler, 2007).

Prvním předpokladem je síla. Minimální požadavky na sílu závisí na intenzitě a typu plyometrického cvičení, ale obecně se udává, že by jedinec měl zvládnout před zahájením plyometrického tréninku alespoň 5 dřepů se závažím o 60 % jeho tělesné váhy (Walker, 2023). McNeely a Sandler (2007) navíc uvádějí, že by sportovec neměl mít velké svalové dysbalance, jelikož již 5 % rozdíl v síle pravé a levé strany těla, může až 25krát zvýšit riziko zranění při provádění plyometrického tréninku.

Riziko zranění bychom měli zvážit i u větších atletů, kteří váží přes 100 kilo, jelikož jsou zde více zatížené klouby při přistání u plyometrických aktivit (McNeely, Sandler, 2007). U těchto sportovců doporučuje Walker (2023) pouze plyometrické cviky s nízkou intenzitou a objemem.

Při tvorbě programu bychom neměli opomenout ani věk jedince. Děti plyometrii v mladším věku provádějí přirozeně, a to ve formě různých skoků v rámci her, ale dle McNeelyho a Sandlera (2007) by neměli provádět cílený plyometrický trénink sportovci, kteří ještě nedosáhli puberty. Při tvorbě programu pro mladší sportovce bychom měli dodržovat určité zásady, jako je: lékařská prohlídka před zahájením plyometrického programu, přiměřený dohled a instruktáž, zapojení i silového tréninku, jelikož limitace na jeden specifický trénink může u mladších sportovců zpomalit celkový rozvoj výkonu, a hlavně u dětí by i tento trénink měl být zábavný (McNeely a Sandler, 2007). McNeely a Sandler (2007) navíc uvádějí, že děti by se měly vyhýbat skokům z bedny s následným odrazem, jelikož je to jedna z nejvíce intenzivních forem plyometrie, ale Smith (2016) uvádí že je lze aplikovat při výběru dostatečně nízké bedny. Při integraci a individualizaci plyometrického tréninku bychom tedy neměli soudit

jen podle chronologického věku, nýbrž podle věku biologického a také dle připravenosti k tréninku a emocionální vyspělosti jedince (McNeely a Sandler, 2007).

Biologický a tréninkový věk je důležitým aspektem, ale před zahájením plyometrického tréninku a výběrem intenzity jednotlivých plyometrických cvičení bychom měli splňovat také technické předpoklady pro plyometrii. McNeely a Sandler (2007) říkají, že bychom obecně neměli skákat, pokud ze skoku neumíme správně přistát.

Přestože plyometrie není ve své podstatě nebezpečná, tak vyvíjí zvýšenou zátěž na klouby a svalové tkáně. Proto bychom integraci plyometrického tréninku měli zvážit s ohledem na tyto předpoklady.

## **5.2 Funkční screening pohybu pro plyometrický trénink**

Zda předpoklady pro provádění plyometrických aktivit splňujeme a případně jakou intenzitu tréninku zvolit nám mohou prozradit i určité pohybové testy.

V první řadě by měla přijít sada základních testů, které nám vypoví o jedincovo síle, flexibilitě a celkové kontrole nad vlastním tělem (McNeely a Sandler, 2007). Tyto základní testy mohou být:

### **Výstup na bednu (Step Up)**

První test, který je testem síly dolních končetin je výstup na bednu (McNeely a Sandler, 2007). Výška bedny pro tento test by měla být zvolena tak, aby měl jedinec přibližně 120 stupňů úhel v kolenu, když je noha umístěna na bedně. McNeely a Sandler (2007) popisují provedení tohoto testu následovně: jedinec se postaví za bednu, celé chodidlo jedné nohy umístí na vrchol bedny, přesune svou tělesnou váhu na nohu stojící na bedně, drží po celou dobu pohybu vzpřímený trup, vystoupí na vrchol bedny, při následném sestupu z bedny stále udržuje svou celou tělesnou hmotnost na noze stojící na bedně, na druhou nohu nedává žádnou váhu a pouze se s ní lehce dotkne země, potom okamžitě celý proces opakuje. McNeely a Sandler (2007) považují za chybné provedení: když se jedinec ve spodní poloze odráží od země, když koleno při výstupu nahoru není v jedné linii s chodidlem a vybočuje a když neudrží po celou dobu pohybu vzpřímený trup. Správné a špatné provedení tohoto testu lze vidět na obrázku 5.

## Obrázek 5

Test: výstup na bednu (správné a špatné provedení)



Upraveno z původního zdroje (McNeely a Sandler, 2007)

## Výkrok z bedny do přistání (Box Step-Off)

Další test ověřuje schopnost jedince udržet stabilitu a zvládnout zátěž, která vzniká při přistání u seskoku z bedny (Roozen, 2011). Roozen (2011) popisuje provedení tohoto testu následovně: jedinec se postaví na vrchol bedny ve vzpřímeném postoji s chodidly na šíři ramen, vykročí jednou nohou z bedny (nevyskakuje) a dopadne na zem ve vzpřímeném postoji s chodidly na šíři ramen a s tím, aby kolena a ramena byly v jedné rovině. Za chybné provedení přistání se tedy považuje: přílišný předklon trupu, kolena směřující dovnitř a výkrok dopředu po přistání k vyrovnání balancu.

## Obrázek 6

Test: výkrok z bedny do přistání (správné a špatné přistání)



Upraveno z původního zdroje (McNeely a Sandler, 2007)

## Přednožování jedné nohy v leže (Single Leg Lying Hamstring Raise)

Tento test slouží k posouzení úrovně rozsahu pohybu v kyčelním kloubu a flexibility hamstringů. McNeely a Sandler (2007) popisují provedení testu takto: jedinec leží rovně na zádech s rukama podél těla, jedna noha zůstane opřena o podložku a druhou nohu jedinec drží rovně a zvedá ji co nejvýše, pomocí goniometru měříme úhel zvednuté nohy. Tento úhel by měl být v nejlepším případě 90 stupňů či více. Menší úhel indikuje omezenou flexibilitu v této oblasti.

## Balance T-Test

Tento test slouží na ověření stability a případných dysbalancí pravé a levé strany (McNeely a Sandler, 2007). McNeely a Sandler (2007) popisují provedení testu takto: jedinec upaží tak, aby byly paže paralelně s podlahou, stojí na jedné noze a mírně ji pokrčí v koleni, se zanožením druhé nohy dostává tělo dopředu tak, aby i zanožená noha a trup byly paralelně s podlahou a tělo tvořilo rovnou linii, v této pozici drží 10 sekund. Za chybné provedení považujeme tedy, když jedinec nevydrží 10 sekund ve správné pozici anebo vůbec nezvládne dostat svůj trup a zadní nohu paralelně se zemí.

### Obrázek 7

*Test: balance T-Test (správné a špatné provedení)*



Upraveno z původního zdroje (McNeely a Sandler, 2007)

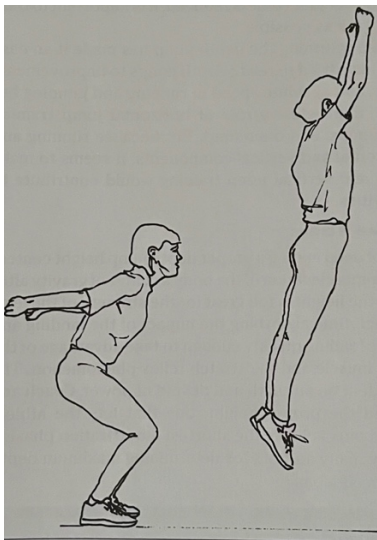
Nyní jsme si představili základní testy, které nám mohou odhalit naši připravenost či nepřipravenost k plyometrickému tréninku. Výsledky těchto testů mohou poukázat na nedostatečnou svalovou sílu, svalové dysbalance, sníženou flexibilitu či nedostatek stability a kontroly nad vlastním tělem. Pokud jedinec testy ale projde a dokáže prokázat dostatečnou úroveň těchto schopností, tak se může přesunout i k testování výkonu, které umožní ještě lépe zvolit individuální plyometrický tréninkový program. K testování výkonu lze využít například:

## Skok s protipohybem (CMJ)

Tento test může sloužit jako měřítko síly dolních končetin (Walker, 2024). K měření výkonu v tomto testu lze využít kontaktní podložky, silové plošiny, lineární snímače polohy či video analýzu (Dias et al. 2011). McNeely a Sandler (2007) popisují provedení testu takto: jedinec začíná ze stoje, provede protipohyb (klesne do dřepu s individuálním úhlem ohybu), bez zastavení vyskočí vertikálně s maximálním úsilím a dopadá kontrolovaně. Výsledek tohoto testu nám tedy může prozradit jedincovu sílu dolních končetin, rychlost reakce svalů na podnět ke kontrakci, úroveň koordinačních schopností a celkovou výkonnost úroveň sportovce (Walker, 2024). Tento test se používá, jak tedy k určení úrovně výkonosti a s tím k optimalizaci tréninkového programu, tak i k průběžnému sledování pokroku.

### Obrázek 8

*Test: CMJ*



Zdroj: Chu, 1998

V této kapitole jsme si tedy představili možnosti testování předpokladů pro plyometrický trénink. Dle výsledků těchto testů si jedince můžeme zařadit do jedné ze tří základních kategorií: začátečník (má zhoršenou kontrolu nad vlastním tělem, nízkou úroveň síly, žádné nebo omezené zkušenosti s plyometrickým tréninkem), středně pokročilý (má již určité zkušenosti s plyometrickým tréninkem a dosáhl určité úrovně síly, výkonu a koordinace), pokročilý (má velké zkušenosti s plyometrickým tréninkem a silnou základnu pohybových schopností). Tyto kategorie nám poslouží k optimalizaci parametrů zatížení v plyometrickém tréninku, které si popíšeme v následující kapitole.



### 5.3 Parametry zatížení u plyometrického tréninku

Pro dosažení požadovaných výsledků a minimalizaci rizika zranění v plyometrickém tréninku je klíčové vhodně zvolit parametry zatížení. Při plánování a provádění plyometrického bychom měli pečlivě zvolit následující parametry:

#### Objem

Objem lze v plyometrickém tréninku měřit jako počet kontaktů nohy se zemí (Chu, 1998). Doporučený objem se liší podle intenzity cvičení, trénovanosti a fází ročního tréninkového cyklu. Jaký je doporučený objem v plyometrickém tréninku dle trénovanosti a intenzity cvičení popisuje tabulka 3.

**Tabulka 3**

*Počet kontaktů se zemí v jednom plyometrickém tréninku*

Level	Nízká intenzita	Střední intenzita	Vysoká intenzita
Začátečník	80	60	40
Stř. pokročilý	100	80	60
Pokročilý	140	120	100

Upraveno z původního zdroje (McNeely a Sandler, 2007)

V této tabulce předpokládáme, že je každý pohyb prováděn s maximálním úsilím. Pokud nejsme ve všech opakováních schopni udržet toto maximální úsilí, tak bychom měli objem ještě snížit, aby byl plyometrický trénink efektivní (McNeely a Sandler, 2007). Navíc tato tabulka slouží pouze jako obecné doporučení, dle kterého se lze řídit, ale primárním rozhodujícím faktorem v určování objemu by měly být vždy individuální schopnosti jedince.

Jaký se doporučuje objem v různých fázích ročního tréninkového cyklu si více přiblížíme v následující kapitole o periodizaci plyometrického tréninku.

#### Intenzita

Jak vidíme v tabulce 3, tak bychom měli objem v plyometrickém tréninku určovat dle intenzity cvičení. V kapitole o typech plyometrických cvičení jsme si již popsali, že plyometrické cvičení lze rozdělit na cvičení s nízkou, střední a vysokou intenzitou a že intenzitu cvičení determinují faktory jako je obtížnost provedení pohybu, dopadu a další. Také již víme, že intenzitu bychom měli v tréninku postupně zvyšovat. Při zvyšování intenzity musíme ale dbát na správné technické provedení cviku, abychom nezvýšili riziko zranění.

## Odpočinek

Pro plyometrický trénink je důležitý poměr práce a odpočinku. Potach a Chu (2000) představují jako tento ideální poměr práce a odpočinku 1:5 až 1:10 (10 sekund práce = 50-100 sekund odpočinku). Konkrétní délka závisí na intenzitě prováděného cviku. Tento odpočinek by měl umožnit plné zotavení.

## Frekvence

Frekvence je počet tréninků za týden. Týdně bychom měli zařadit 1-3 dny plyometrického tréninku a odpočinek mezi nimi by měl být 2-3 dny v závislosti na trénovanosti, na tréninkových cílech a na fázi ročního tréninkového cyklu (Potach a Chu, 2000). Ostatní dny můžeme věnovat jiným typům tréninku či aktivní regeneraci.

Pokud jsou tyto parametry zatížení zvoleny vhodně, tak je plyometrický trénink efektivním prostředkem rozvoje rychlosti a nehrozí nám velké riziko zranění. Ideální nastavení těchto parametrů se liší podle individuálních schopností jedince, ale u výkonnostních atletů také dle fází ročního tréninkového cyklu, které si popíšeme v následující kapitole.

## 5.4 Periodizace plyometrického tréninku

Objem a intenzitu plyometrického tréninku volíme také dle toho v jaké části ročního tréninkového cyklu se nacházíme. Tento roční tréninkový cyklus si můžeme rozdělit na hlavní období: přípravné, předzávodní, závodní, přechodné (Dovalil et al, 2012). Jak můžeme vhodně volit zatížení v jednotlivých makrocyclech ročního tréninkového cyklu vykresluje tabulka 4. Frekvence soutěží může být odlišná, proto se tyto jednotlivé fáze střídají v závislosti na naplánovaných soutěžích a závodech. Zatížení i regeneraci regulujeme i dle potřeb sportovce

**Tabulka 4**

*Parametry zatížení ve fázích ročního tréninkového cyklu*

Přípravné	Začínáme s nižším objemem, nízká až střední intenzita
Předzávodní	Zvyšujeme objem i intenzitu
Závodní	Udržovací zatížení, 1-2 týdny před závodem snížíme objem o 40-60 %
Přechodné	Snížíme objem i intenzitu; regenerace

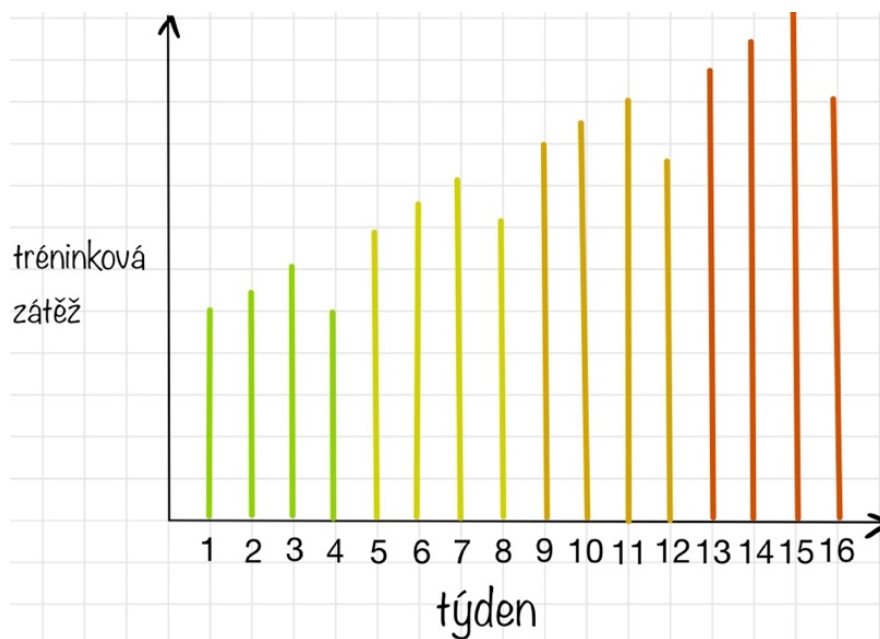
Vlastní zdroj; informace v tabulce byly přepracovány z Periče a Dovalila (2010), Chua (1998)

Nyní jsme si představili, jak může být plyometrický trénink strukturován v rámci dlouhodobého ročního cyklu. Můžeme si ale popsat, jak by mohla vypadat struktura i kratšího cyklu, například 16týdenního plyometrického programu. Těchto 16 týdnů si rozdělíme na 4

mezocykly po 4 týdnech (v obrázku 9 každý mezocyklus označen jinou barvou). Každá jedna přímka odpovídá jednomu mikrocyklu neboli jednomu týdnu. V obrázku 9 lze vidět, že se postupně s každým dalším mezocyklem progresivně přidává tréninková zátěž, kterou určuje kombinace objemu a intenzity tréninku. Lievens et al. (2021) popisují, že tréninkovou zátěž lze zvýšit buď zachováním objemu a zvýšením intenzity, zachováním nízké intenzity a zvýšením objemu či kombinací obojího. Tato tréninková zátěž se ale zvyšuje v obrázku jen první tři týdny mezocyklu a pak poklesne. Čtvrtý týden je totiž takzvaný deload week neboli týden, kdy snížíme zátěž. Tento snížený stimul může mít tedy podobu snížené intenzity, objemu nebo obojího. Přínosem tohoto týdnu se sníženou zátěží je regenerace svalů, kloubů a nervového systému, příprava těla na zvýšenou zátěž v dalším mezocyklu, prevence přetrénování a podpora dlouhodobého rozvoje (Coler, 2013). Tato struktura se samozřejmě může měnit v závislosti na individuálních potřebách a cílech sportovce.

### Obrázek 9

Parametry zatížení během 16týdenního plyometrického programu



Vlastní zdroj; data v obrázku byla inspirována od Periče a Dovalila (2010), Colera (2013), Chua (1998), Lievens et al. (2021)

Popsali jsme si tedy, jaký může být progres plyometrického tréninku v různých tréninkových makrocyclech, mezocyclech i mikrocyklech. Základním kamenem každého plyometrického programu je ale jedna plyometrická tréninková jednotka, jejíž stavbu si popíšeme v následující kapitole.

## **5.5 Stavba plyometrické tréninkové jednotky**

Při tvorbě plyometrického tréninku je důležité dodržovat určité zásady, které nám zajistí bezpečnost a efektivní výkon. Dle Radcliffa a Farentinose (1999) by prvním elementem dobré tréninkové jednotky mělo být zahřátí (warm-up). Toto rozcvičení by mělo zahrnovat obecné a specifické dynamické pohyby pro následující část tréninku, které aktivují tělo (Radcliff a Farentinos, 1999). Do specifického zahřátí zařazujeme například malý objem plyometrických cvičení o nízké intenzitě. McNeely a Sandler (2007) zde zdůrazňují, že zde nesmíme opomínat správnou techniku, jelikož ta nám může zajistit správný výkon i v hlavní části tréninkové jednotky. Zahnutí sprinterských úseků do specifického rozcvičení může být také způsob, jak tělo efektivně připravit na náročnější plyometrické cvičení (Radcliff a Farentinos, 1999).

Po rozcvičení může přijít hlavní část tréninkové jednotky. Další důležitou zásadu v této části jsem si již zmínili. Tím je správné nastavení objemu, intenzity a odpočinku podle individuálních schopností a potřeb jedince, což nám zajistí minimální riziko zranění a přetrénování. Ani u hlavní části nezapomínáme sledovat správnou techniku provedení.

A poslední část tréninku by mělo být zklidnění (cool-down), kde bychom měli provádět činnosti, které poskytnou regeneraci a návrat těla do klidového stavu (Radcliff a Farentinos, 1999).

Tímto jsme si tedy představili základní zásady pro tvorbu a výběr plyometrického tréninku s ohledem na individualitu sportovce a jeho tréninkové cíle.

## **5.6 Vybrané plyometrické cviky pro rozvoj maximální rychlosti**

Po prozkoumání teoretických poznatků o aplikaci plyometrického tréninku, nyní představím pečlivě vybrané praktické příklady cviků, které mohou sloužit jako prostředek rozvoje maximální rychlosti.

Cviky číslo: 1, 2, 3 jsou přepracovány z Hansena a Kennellyho (2019). Cviky číslo: 5, 7, 8, 9, 10, 12 jsou přepracovány z Redcliffa a Farentinose (1999), cviky číslo: 6, 11 jsou přepracovány z Chua (1998) a cvik číslo: 4 je přepracován z McNeelyho a Sandlera (2007).

Cviky 1-7 jsou specifické plyometrické cviky, které jsou úzce zaměřeny na rozvoj maximální rychlosti sprintu a nejvíce korespondují s charakteristikami tohoto úseku běhu (vzpřímené držení těla, krátká doba kontaktu se zemí, rychlý efektivní odraz, delší krok).

Cviky 8-12 nejsou specificky zaměřeny na rozvoj maximální rychlosti sprintu, ale mohou být přesto užitečné jako součást tréninkového plánu k rozvoji základní síly svalů, zlepšení reaktivity svalů či mohou do plánu přinést variabilitu.

## 1. Ankle Hops (výskoky z kotníků na místě)

Intenzita cvičení: nízká

Provedení:

1. Stojíme vzpřímeně, chodidla na šíři boků, ruce v bok či svěšené podél těla
2. Zahájíme krátký a rychlý protipohyb dolů
3. Vyskočíme maximálním úsilím do výšky, provedeme extenzi v kyčlích a kolenech, můžeme si pomáhat švihem paží
4. Před dopadem udržujeme kotníky v dorzální flexi, při dopadu se snažíme o minimální flexi v koleni, dopadnout oběma chodidly současně a dopadnout na přední část chodila, poté i pata lehce dosedne
5. Opakujeme opět rychlý odraz zase vzhůru

Klíčové aspekty:

- dorziflexe kotníku během fáze letu zajišťuje, že chodidlo dopadne na zem pod optimálním úhlem, což zvyšuje efektivitu dalšího odrazu (stejně jako ve sprintu)
- provádění ankle hops s minimální GCT zlepšuje reaktivní sílu
- ankle hops posilují svaly a zvyšují pružnost šlach v oblasti kotníku, což zlepšuje jejich schopnost přenášet elastickou energii

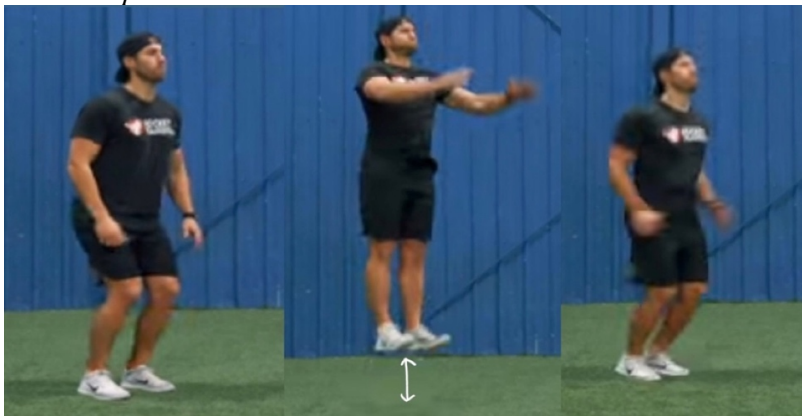
Časté chyby:

- nedostatečná dorziflexe kotníku, přílišná flexe kolen, přistání na paty

Variance cviku: Single Leg Ankle Hops – výskok z jednoho kotníku na místě

### Obrázek 1

*Ankle Hops*



Zdroj: Hockey Training Exercise Demonstration. (2019, May 1). *Ankle Pogo Jumps* [Video]. YouTube.

<https://www.youtube.com/watch?v=wa1ClvLqSHo>

## 2. Single Leg High Knee (vysoký skipping na jedné noze)

Intenzita cvičení: střední

Provedení:

1. Stojíme vzpřímeně, chodidla na šíři boků
2. Máme mírnou flexi v koleni levé nohy a odrážíme se z kotníku, současně šviháme pravé koleno nahoru, tak aby stehno bylo paralelně se zemí; kotník pravé nohy je v dorziflexi
3. Dopadáme nejdříve na přední část pravého chodidla a ihned provede levá noha další poskok
4. S každým poskokem levé nohy zvedáme koleno pravé nohy vzhůru, poté dolní končetiny vyměníme; používáme protilehlou práci paží

Klíčové aspekty:

- aktivní dorziflexe kotníku během fáze letu zajišťuje, že chodidlo dopadne na zem pod optimálním úhlem, což zvyšuje efektivitu a sílu dalšího odrazu (stejně jako ve sprintu)
- cvik zaměřený na rychlé výbušné skoky s co nejkratší GCT, zlepšuje reaktivní sílu
- posiluje svaly a zvyšuje pružnost šlach v oblasti kotníku, což zlepšuje jejich schopnost přenášet elastickou energii
- posiluje flexory kyčle, což přispívá k vyššímu zdvihu nohy

Časté chyby:

- nedostatečná dorziflexe kotníku, příliš dlouhá GCT, koleno je při dopadu v přílišné flexi či extenzi

### Obrázek 11

*Single Leg High Knee*



Zdroj: SpeedDoctorTV. (2015, December 26). *Single leg high knee* [Video]. YouTube.

<https://www.youtube.com/watch?v=u3o1T-S4PUg>

### 3. Straight Leg Bounds (předkopování)

Intenzita cvičení: vysoká

Provedení:

1. Stojíme s chodidly na širší boků
2. Propneme koleno levé nohy a dostáváme ji vpřed, pravou se odrážíme od země, pravá paže švihá vpřed
3. Rychle vrátíme pravou nohu vzad a dopadáme na střední část chodidla
4. Při dopadu se snažíme o minimální flexi v koleni a vzpřímený postoj
5. Během fáze letu udržujeme dorziflexi v kotníku
6. Opakujeme celý proces s využitím opačné nohy a paže

Klíčové aspekty:

- aktivní dorziflexe kotníku během fáze letu zajišťuje, že chodidlo dopadne na zem pod optimálním úhlem, což zvyšuje efektivitu a sílu dalšího odrazu (stejně jako ve sprintu)
- napodobuje delší kroky, typické pro maximální rychlost sprintu
- posiluje svaly a zvyšuje pružnost šlach v oblasti kotníku, což zlepšuje jejich schopnost přenášet elastickou energii
- cvik zaměřený na rychlé výbušné odrazy s co nejkratší GCT, zlepšuje reaktivní sílu

Časté chyby:

- flexe v koleni, nedostatečný rozsah pohybu

#### Obrázek 12

*Straight Leg Bounds*



Zdroj: Trackwired. (2017, January 7). *SPRINT DRILLS – Straight Leg Bound* [Video]. YouTube.  
<https://www.youtube.com/watch?v=NWL6Oo8VheA>



#### 4. Single Leg Box Jump with Alternating Leg Switch (odraz z bedny jednou nohou s vystřídáním noh)

Intenzita cvičení: záleží na výšce bedny

Provedení:

1. Stojíme čelem k bedně, položíme chodidlo pravé nohy na bednu, tak aby stehno bylo paralelně se zemí
2. S výbušným švihem paží vzhůru se odrážíme od bedny od bedny vzhůru
3. Ve fázi letu si nohy vymění svou pozici
4. Dopadáme levým chodidlem na bedně a pravým na zemi
5. Okamžitě provádíme další výskok

Klíčové aspekty:

- vystřídání nohou při vysoké rychlosti simuluje dynamiku pohybu během maximální rychlosti sprintu

Časté chyby:

- přílišná flexe kolene nohy na bedně při dopadu, nedostatečná stabilita při dopadu

#### Obrázek 13

*Single Leg Box Jump with Alternating Leg Switch*



Zdroj: McNeely, Sandler (2007)



## 5. Hops Over Low Hurdles (přeskoky přes nízké překážky)

Intenzita cvičení: nízká až střední

Provedení:

1. Stojíme vzpřímeně s chodidly na širší boků za překážkou, ruce podél těla
2. Začneme s krátkým a rychlým protipohybem dolů.
3. Vyskočíme maximálním úsilím přes první překážku, provedeme extenzi v kyčlích a kolenech, můžeme si pomáhat švihem paží
4. Před dopadem udržujeme kotníky v dorzální flexi
5. Dopadáme na střední část chodidla a ihned se odrážíme přes další překážku
6. Pokračujeme v plynulém rytmu přes všechny překážky

Klíčové aspekty:

- rozvíjí schopnost rychlého odrazu, což je klíčové pro udržení vysoké rychlosti
- dorziflexe kotníku pomáhá optimalizovat úhel dopadu a efektivitu odrazu
- plynulý a rytmický pohyb, který je nezbytný i při sprintu maximální rychlosti

Časté chyby:

- nedostatečná dorziflexe kotníku, přílišná flexe kolen při dopadu

Variace cviku: Single Leg Hops Over Low Hurdles – přeskoky po jedné noze přes nízké překážky

### Obrázek 14

*Hops Over Low Hurdles*



Zdroj: Bogdan Bondarenko. (2019, August 27). *MINI HURDLE DRILLS: 8 athletics running exercises. Agility, Plyo, Speed training (run faster today)* [Video]. YouTube.  
<https://www.youtube.com/watch?v=vqQPFVqf77o&t=41s>

## 6. Single Leg Bounds (opakované odrazy po jedné noze)

Intenzita cvičení: vysoká

Provedení:

1. Stojíme s chodidly na širší boků
2. Levé koleno přesuneme vpřed do výšky kyčle, pravou nohou provádíme odraz
3. Po odrazu koleno pravé nohy oběhne vpřed a připraví se na další poskok
4. Před dopadem udržujeme kotník v dorzální flexi (na obrázku se dorziflexe nezdařila)
5. Snažíme se dopadnout na střední část chodidla
6. Odrážíme se po stejné noze na určitou vzdálenost, paže se pohybují opačně proti nohám, poté vystřídáme nohy

Klíčové aspekty:

- krátká GCT zlepšuje reaktivní sílu a efektivitu pohybu
- dorziflexe kotníku pomáhá optimalizovat úhel dopadu a efektivitu dalšího odrazu
- plynulý a rytmický pohyb, který může zlepšovat schopnost udržet vysokou frekvenci kroků
- zlepšuje pohyblivost a sílu kyčlí
- posiluje svaly a zvyšuje pružnost šlach dolních končetin, což zlepšuje jejich schopnost přenášet elastickou energii

Časté chyby:

- špatná koordinace paží a nohou, příliš dlouhý GCT

Variace cviku: Alternate Single Leg Bounds (R, R, L, L) – opakované odrazy po jedné noze se střídáním (P,P,L,L)

### Obrázek 15

*Single Leg Bounds*



Vlastní zdroj, [https://youtu.be/CogG\\_wwI0\\_Y](https://youtu.be/CogG_wwI0_Y) (vlastní zdroj)

## 7. Speed Bounds (rychlé odpichy)

Intenzita cvičení: vysoká

Provedení:

1. Stojíme vzpřímeně s chodidly na širší boků
2. Levé koleno vystřelíme vpřed v relativně rovné trajektorii, při odrazu z pravé nohy se snažíme, co nejvíce prodloužit krok tak, aby byla dosažena, co největší horizontální vzdálenost
3. Před dopadem udržujeme kotník levé nohy v dorziflexi, při dopadu se snažíme dopadat nejlépe na přední část chodidla
4. Během dopadu se snažíme tělo stabilizovat tak, aby nedocházelo k nadměrnému pohybu do stran
5. Opakujeme pohyb s výměnou dolních končetin, po celou dobu využíváme protilehlou práci končetin

Klíčové aspekty:

- Soustředí se na prodloužení kroku a udržení stability při vysoké rychlosti a zároveň zvyšování rychlosti
- Udržení kotníku v dorziflexi, umožňuje rychlejší přechod z dopadu na odraz a minimalizuje GCT
- Udržování rovné trajektorie předního kolene umožňuje lepší využití svalového potenciálu

Časté chyby:

- neudržení rovné trajektorie předního kolene, nedostatečné prodloužení kroku, nedostatečná dorziflexe kotníků

### Obrázek 16

*Speed Bounds*



Zdroj: Explosive Strength Academy. (2017, November 9). *Plyometrics: Speed Bounding* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=cK8GKicJYqE>

## 8. Jump Lunges (výpady s výskokem a výměnou nohou)

Intenzita cvičení: střední

Provedení:

1. Začínáme v pozici výpadu, přední a zadní nohu nemáme příliš daleko od sebe
2. Provádíme výskok společně se švihem paží (oběma pažemi nebo protilehlou paží)
3. Ve fázi letu si nohy (i paže) vymění pozici
4. Dopadáme na střední část předního chodidla a na bříška prstů zadního chodidla
5. Okamžitě provedeme další výskok

Klíčové aspekty:

- posilují svaly nohou, což je klíčové pro generování síly
- vyšší počet opakování skoků může zvýšit vytrvalost svalů
- dynamická změna polohy těla pomáhá zlepšit koordinaci

Časté chyby:

- příliš velký rozsah mezi zadní a přední nohou, nedostatečná kontrola nad pohybem

### Obrázek 17

*Jump Lunges*



Vlastní zdroj, <https://youtu.be/wlvmX65C4So> (vlastní zdroj)

## 9. Tuck Jump (výskok s přitažením kolen)

Intenzita cvičení: střední

Provedení:

1. Stojíme s chodidly na šíři boků, špičky směřují vpřed nebo jsou lehce vytočeny vně
2. Zahájíme rychlý protipohyb dolů, mírně předkloníme trup, paže zapažíme
3. Při odrazu šviháme pažemi, ve fázi letu po odrazu jsme vzpřímení, máme extenzi v kyčlích, poté okamžitě zvedáme kolena vzhůru, tak aby stehna byla paralelně se zemí
4. Při poklesu dolů nohy opět natáhneme, provedeme dorzální flexi kotníku (na obrázku není správně provedena), dopadáme kontrolovaně.
5. Můžeme se srovnat opět do stoje a začít celý pohyb od znovu či provést další výskok okamžitě po dopadu

Klíčové aspekty:

- posiluje svaly nohou, což je důležité pro generování síly
- může zlepšit reaktivitu svalů

Časté chyby:

- nedostatečný rozsah pohybu, nedostatečná stabilita během pohybu

Variace cviku: Single Leg Tuck Jump – výskok z jedné nohy s přitažením kolene

### Obrázek 18

*Tuck Jump*



Vlastní zdroj, <https://youtu.be/1EsFfwRX3Io> (vlastní zdroj)



## 10. Multiple Horizontal Jumps (navazované skoky do dálky)

Intenzita: střední

Provedení:

1. Stojíme s chodidly na širší boků
2. Zahájíme rychlý protipohyb dolů, předkloníme trup, paže zapažíme
3. Vyskočíme maximálním úsilím dopředu a vzhůru se švihem paží vzhůru nad ramena
4. V počáteční fázi letu provedeme extenzi kyčlí
5. Nohy přesouváme před tělo a připravíme se na dopad
6. Dopadáme kontrolovaně
7. Po absorpci dopadu okamžitě opakujeme další skok

Klíčové aspekty:

- přispívají k posílení svalů nohou
- pomáhá zlepšit reaktivitu svalů
- posilují celkovou výbušnost a dynamiku pohybu

Časté chyby:

- nedostatečný rozsah pohybu, nedostatečná kontrola při dopadu

### Obrázek 19

*Multiple Horizontal Jumps*



Vlastní zdroj, <https://www.youtube.com/watch?v=4Bj74kho608> (vlastní zdroj)

Na obrázku a videozáznamu je zaznamenán pouze jeden skok, tyto skoky ale navazujeme

## 11. Depth Jump (seskok z bedny s následným odrazem)

Intenzita cvičení: vysoká

Provedení:

1. Postavíme se na bednu individuální výšky
2. Začínáme pohyb vykročením z bedny, tak aby chodidla klesala rovnoměrně k zemi
3. Před dopadem se připravíme na kontakt se zemí tím, že mírně pokrčíme kolena, kyčle a kotníky
4. Okamžitě po dopadu z mírného potřeby, do kterého jsme dopadli, zapažíme a provedeme rychlý odraz vzhůru se švihem paží
5. V letové fázi provedeme extenzi kyčlí a kolen, před dopadem se snažíme nastavit dorziflexi kotníků (na obrázku se dorziflexe nezdařila)
6. Připravíme se na další dopad, dopadáme kontrolovaně do podřepu na přední část chodidla, paže jsou v předpažení

Klíčové aspekty:

- Depth Jumps kladou důraz na rychlost a sílu odrazu tím, že vyžadují rychlou reakci svalů při dopadu na zem a okamžitém odrazu, což pomáhá zlepšit reaktivitu svalů
- lze efektivně vytvářet kombinace „Depth Jump“ s dalšími plyometrickými cviky

Časté chyby:

- nedostatečná stabilita při dopadu, výběr příliš vysoké bedny

Variace cviku: Single Leg Depth Jump – seskok z bedny s následným odrazem z jedné nohy

### Obrázek 20

*Depth Jump*



Vlastní zdroj, <https://youtu.be/hQFj-oRID8Q> (vlastní zdroj)

## 12. Box Jump (výskok na bednu)

Intenzita: určuje výška boxu

Provedení:

1. Stojíme s chodidly na šíři boků
2. Provedeme rychlý protipohyb dolů, předkloníme trup, paže zapažíme
3. Provedeme rychlý odraz s pohybem paží a trupu vzhůru
4. V počáteční fázi letu provedeme extenzi v kyčli a kolenech, poté zvedáme kolena do dostatečné výšky
5. Měkký dopad zajistíme flexí v kolenech a kyčlích, paže na konci pohybu předpažíme

Klíčové aspekty:

- posílení svalů dolních končetin
- podpora výbušnosti svalů
- lze efektivně vytvářet kombinace „Box Jump“ s dalšími plyometrickými cviky

Časté chyby:

- špatně zvolená výška boxu, nedostatečná kontrola dopadu

Variace cviku: Single Leg Box Jump – výskok na bednu z jedné nohy (přistání na obě)

### Obrázek 21

*Box Jump*



Vlastní zdroj, [https://youtu.be/uzmWAa9\\_x3s](https://youtu.be/uzmWAa9_x3s) (vlastní zdroj)



## 5.7 Plán plyometrického tréninku

S využitím plyometrických cviků, které jsme si představili v předchozí kapitole si můžeme sestavit názorný tréninkový plán, který lze po individualizaci na konkrétní schopnosti sportovce lze aplikovat v tréninkové praxi k dosažení konkrétních cílů, jako je zlepšení maximální rychlosti sprintu. Sestavíme si příklad jednotlivé tréninkové jednotky, poté jeden mikrocyklus (týden) plyometrického tréninku a také jeden makrocyklus (12týdenní) plyometrického tréninku. Příklady tréninků, které představím, tak jsou nejvhodnější svým objemem a intenzitou pro středně pokročilé atlety, ale lze je modifikovat i pro ostatní atlety.

### Příklad tréninkové jednotky

Při tvorbě tréninkové jednotky nesmíme zapomenout na zásady této tvorby. Tedy před zahájením hlavní části tréninku provést obecné a specifické zahřátí, na které můžeme navázat ještě sérií krátkých sprintů. Po ukončení hlavní části tréninkové jednotky nesmíme opomenout ani zklidnění. Jedna tréninková jednotka by mohla vypadat následovně:

### Tabulka 5

*Příklad tréninkové jednotky*

<b>1. Zahřátí</b>
Dynamické protažení Mobilizace Speciální běžecká cvičení
<b>2. Sprinterské úseky</b>
2X50m stupňované rovinky 2X50m letný sprint (20m rozběh, 30m maximální rychlost) 2X50m asistovaný sprint (běh z kopce či asistované tažení)
<b>3. Plyometrické cvičení</b>
3X10 Ankle Hops 2X30m Speed Bounding 4X20m Single Leg High Knee 4X20m Single Leg Bounds 4X20m Alternate Single Leg Bounds (R, R, L, L)
<b>4. Zklidnění</b>
Statické protažení Výklus

Vlastní zdroj

V tomto tréninku začínáme s méně náročnými cviky a postupně přecházíme k intenzivnějším. Každý cvik logicky navazuje na předchozí, což znamená, že tělo je optimálně připraveno na každý následující cvik, díky čemuž se zvyšuje efektivita tréninku.

Tento tréninkový plán je přiměřený svým zatížením pro středně pokročilé. Celkový objem tréninku by bylo vhodné snížit. Poté by bylo adekvátní vynechat Single Leg High Knee kvůli jeho náročnosti na precizní technické provedení. Místo unilaterálních cviků bychom mohli volit spíše cviky bilaterální. Pro pokročilé bychom zase mohli tento trénink upravit zvýšením objemu. V ročním tréninkovém cyklu bychom tento trénink mohli aplikovat nejspíše v období předzávodním, jelikož se zaměřujeme na přechod k vyšší intenzitě a specifickým dovednostem, které sportovec potřebuje pro dosažení maximální rychlosti a výkonnosti v nadcházejícím závodním období.

### Příklad týdenního plánu

Z jednotlivých tréninkových jednotek lze vytvořit mikrocyklus (týden). Zde dodržujeme zásadu odpočinku mezi plyometrickými tréninky, tedy 48 až 72 hodin mezi jednotlivými tréninky. Jeden mikrocyklus by mohl vypadat následovně:

#### Tabulka 6

*Příklad týdenního plánu*

Pondělí	Úterý	Středa	
4X10 Single Leg Ankle Hops 4X20m Single Leg High Knee 4X20 Jump Lunges 4X8 Single Leg Depth Jumps 4X8 Single Leg Box Jumps	Odpočinek Aktivní regenerace	Silový trénink	
Čtvrtek	Pátek	Sobota	Neděle
3X10 Ankle hops 3X8 Hops Over Low Hurdles 2X30m Speed Bounds 2X30m Straight Leg Bounds 3X10 Single Leg Box Jumps with Alt. Leg Switch	Aerobní trénink	Sprinterský trénink	Regenerace

Vlastní zdroj

V příkladu tohoto týdnu volíme v pondělí trénink s vyšší tréninkovou zátěží, kde jsou cviky zaměřené na budování síly a výbušnosti dolních končetin. Ve čtvrtek volíme naopak lehčí tréninkové zatížení, kde jsou cviky zaměřené na zlepšení techniky pohybu, koordinaci a

celkovou efektivitu. Takové rozložení, kdy střídáme těžké a lehké tréninky nám může pomoci maximalizovat výkon a minimalizovat riziko zranění. Zařazení specifických i obecných cviků zajistí komplexní rozvoj.

Tento týdenní tréninkový plán by svým tréninkovým zatížením byl opět vhodný pro středně pokročilé, ale opět lze snížením či zvýšením tréninkové zátěže a výběrem vhodných variací cviků, přizpůsobit tento plán na potřeby méně či více pokročilých atletů. Pro pokročilé lze v týdnu aplikovat i tři plyometrické tréninkové jednotky. Tento plán opět lze aplikovat v předzávodním období.

### Příklad 12týdenního programu

Z jednotlivých týdnů už můžeme tvořit delší plyometrické tréninkové programy. Já si na ukázkou zvolila plyometrický program na 12 týdnů, který by vypadal následovně:

#### Tabulka 7

##### 12týdenní plyometrický program

Cvičení	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ankle Hops	4X8	4X10	5X10	3X10								
Single Leg Ankle Hops					4X10	4X12	5X12	3X10				
Single Leg High Knee					4X20m	4X25m	5X25m	3X20m				
Straight Leg Bounds									4X30m	4X35m	5X35M	3X30m
Single Leg Hops Over Low Hurdles									4X10	4X12	5X12	3X10
Hops Over Low Hurdles	4X8	4X10	5X10	3X8								
Single Leg Box Jump with Alt. L. S.									4X8	4X10	5X10	3X8
Single Leg Bounds												
Alt. Single Leg Bounds (R, R, L, L)									4X20m	4X25m	5X25M	3X20m
Speed Bounds					4X20m	4X25m	5X25m	3X20m				
Jump Lunges	4X10	4X12	5X12	3X8								
Tuck Jumps	4X8	4X10	5X10	3X8								
Single Leg Tuck Jumps												
Multiple Horizontal Jumps					4X8	4X10	5X10	3X8				
Depth Jump												
Single Leg Depth Jump									4X8	4X10	5X10	3X8
Box Jump	4X8	4X10	5x10	3X8								
Single Leg Box Jump					4X8	4X10	5X10	3X8				

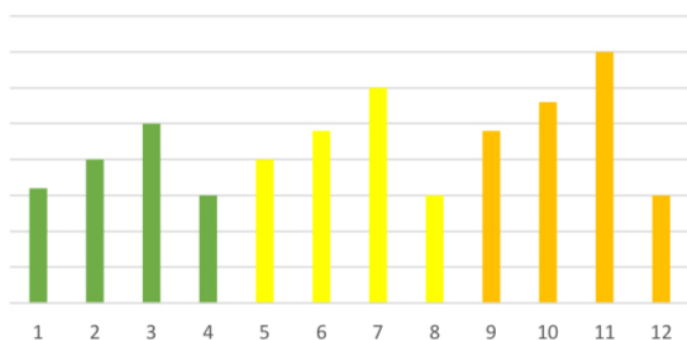
Vlastní zdroj

V tabulce 7 máme vypsané cviky, které bychom aplikovali v konkrétním týdnu tréninkového programu. Pořadí cviků v tréninkové jednotce volíme také dle posloupnosti v tabulce 7.

Těchto 12 týdnů tréninkového programu jsem rozdělila na 3 celky (mezocykly) vždy po 4 týdnech (každý je odlišen jinou barvou). Zde jsem vždy první tři týdny progresivně zvyšovala tréninkovou zátěž a poslední týden mezocyklu zátěž snížila jako tzv. deload week neboli týden se sníženou tréninkovou zátěží. První mezocyklus, označený zelenou barvou, začíná s obecnými plyometrickými cviky, které budují základní sílu a výbušnost a pomáhají vytvořit základ pro další tréninkový mezocyklus. Druhý mezocyklus, označený žlutou barvou, přechází na více specifické pohyby, které rozvíjí schopnost generovat sílu a výbušnost v komplexnějších pohybech, což je důležité pro specifické požadavky sprintu. Třetí mezocyklus, označený oranžovou barvou, se zaměřuje na vysoce specifické cviky, které napodobují pohybové vzorce sprintu, což vede ke zlepšení maximální rychlosti sprintu. Progrese tohoto tréninku je tedy od obecných plyometrických cviků ke specifickým a od nižší tréninkové zátěže po vysokou (můžeme vidět v následujícím grafu).

### Graf 1

*Tréninková zátěž 12týdenního plyometrického programu*



Vlastní zdroj

Zatížení tohoto tréninku by nejvíce odpovídalo schopnostem středně pokročilých atletů, ovšem je ovšem možné parametry zatížení volit podle již zmíněných zásad i tak, aby byl vhodný i pro atlety jiných úrovní pokročilosti. Tento trénink by mohl být zvolen jak na přelom přípravného a předzávodního období, tak v samotném předzávodním období.

Touto kapitolou jsme si vysvětlili, že při tvorbě plyometrického tréninku musíme brát ohled na individuality jedince a držet se základních zásad, které jsme v práci stanovili. Také jsme si ukázali, jak toto zařazení plyometrie do tréninkového procesu může vypadat, tak abychom minimalizovali riziko zranění a umožnili efektivní rozvoj maximální rychlosti i dalších složek výkonu. Těmito praktickými příklady jsme tedy dokreslili celkový obraz práce.

## 6 Diskuse

V této práci jsme se zaměřili na zkoumání možností využití plyometrické metody v tréninkovém procesu za účelem zlepšení maximální rychlosti sprintu. Na základě literární rešerše jsme analyzovali teoretická východiska související s maximální rychlostí a plyometrií.

Naše analýza ukázala, že maximální rychlost běhu je komplexní schopnost a ovlivňuje ji několik faktorů jako je držení těla (Smith, 2018), technika běhu (Dufour, 2009) či fyziologické mechanismy, jako je nervosvalová koordinace (Majumdar a Robergs, 2011) nebo typy svalových vláken (Dovalil et al., 2012).

Forma tréninku, která tyto determinanty a s tím tedy i rychlost může pozitivně ovlivnit, je plyometrie. Plyometrie a sprint mají totiž společný princip dle kterého svaly pracují v pohybu. Tímto principem je cyklus protažení-zkrácení. Tento přirozený typ svalové funkce můžeme připodobnit konceptu natažené gumičky (Zatsiorsky a Kraemer, 2006), kdy se při natažení gumičky nahromadí energie, která po uvolnění gumičky způsobí, že se gumička rychle smrští. Na tomto principu fungují i naše svaly, kdy natažením svalu se uloží energie, která poté způsobí rychlé zkrácení svalu. My ve sprintu chceme, aby tento cyklus byl rychlý a efektivní k čemuž může přispět správný plyometrický trénink. Toto potvrzuje i studie Novaka et al. (2023), kde výsledky ukázali pozitivní vliv plyometrického tréninku na neuromuskulární systém, který hraje roli při řízení tohoto cyklu, takže došlo i k výraznému zlepšení efektivity samotného cyklu protažení-zkrácení.

Nicméně studie potvrdily pozitivní vliv plyometrie i na další determinanty, které určují rychlost běhu. Studie Tottori a Fujita (2019) a Srinivasana a Kumara (2018) popsala, že plyometrický trénink pozitivně ovlivnil technické parametry běhu, jako je délka, frekvence kroku či doba po kterou jsme v kontaktu se zemí, což celkově přispívá k optimální běžecké mechanice.

Dokonce i typy svalových vláken, které jsou do určité míry dány geneticky, tak plyometrický trénink dokázal vhodně stimulovat. Macaluso et al. (2012), toto ukázali ve své studii, kde jenom jednorázové plyometrické cvičení dokázalo posílit rychlá svalová vlákna, která se zapojují v rychlých sprintech a jejichž aktivace je pro dobrý sprinterský výkon nezbytná.

Tyto studie tedy bez pochyby poukazují na velkou roli plyometrického tréninku ve zvyšování maximální rychlosti sprintu.

Aby plyometrie byla opravdu takto účinným prostředkem zvyšování rychlosti, tak je ale třeba dbát určitých zásad při výběru a zařazení plyometrického tréninku do celkového tréninkového cyklu.

Po prozkoumání těchto zásad dokážeme zvolit jedince pro které je tento typ tréninku nejvhodnější metoda k optimalizaci výkonu a pro které nikoliv. Analyzovali jsme řadu testů, které mohou sloužit jako nástroj pro určení startovního bodu sportovce před zahájením plyometrického programu. Tato analýza nás vedla i k dalšímu důležitému bodu, který určuje samotný efekt plyometrického tréninku. Tím je výběr vhodných cviků a zvolení tréninkového zatížení. Toto zvolení konkrétní náplně plyometrického programu by mělo probíhat dle individuálních schopností, potřeb a konkrétních tréninkových cílů sportovce, což nám zajistí maximalizaci požadovaného tréninkového efektu a minimalizaci rizik zranění. Při tvorbě plyometrického tréninku se můžeme inspirovat některými knižními zdroji jako jsou: Hansen a Kennelly (2019), Redcliff a Farentino (1999) Chu (1998) či McNeely a Sandler (2007), které obsahují širokou sbírku základních i specifických plyometrických cviků, včetně detailního popsání jejich techniky provedení.

Celkově tedy lze konstatovat, že naše analýza potvrdila účinnost plyometrie jako tréninkové metody pro zlepšení maximální rychlosti sprintu a integrace plyometrického tréninku do komplexního tréninkového plánu s ohledem na individualitu každého sportovce může vést k významnému zlepšení výkonu v atletice. Rešerše literatury nám dala také přesný návod, jak tuto metodu správně převést do tréninkové praxe.

## **7 Závěr**

Literární rešerše potvrdila, že plyometrický trénink má výrazně pozitivní vliv na technické a fyziologické determinanty maximální rychlosti, jako je nervosvalová koordinace, typy svalových vláken či technické parametry běhu. Dohledané studie tato tvrzení potvrdily.

Analyzovala jsem zásady tvorby a aplikace plyometrického tréninku do tréninkového procesu a na základě této rešerše jsem sestavila zásobník dvanácti plyometických cviků, které jsem poté začlenila do jednoduchého ilustračního tréninkového plánu, který lze po úpravě podle individuálních potřeb sportovce, aplikovat do tréninkové praxe k rozvoji maximální rychlosti.

Doufám, že má práce bude přínosná pro sportovce, trenéry a další, co se pohybují v oblasti sportovní vědy.

## 8 Seznam použité literatury

1. Almoslim, H. (2014). Effect of combined plyometric-weight training on speed of male students with different body fat percent. *Journal of Physical Education and Sport*, 14(1), 22-26. DOI:10.7752/jpes.2014.01004.
2. Aloui, G., Hermassi, S., Bertels, T., Hayes, D. L., Bouhaf, E. G., Chelly, M. S., & Schwesig, R. (2022). Combined Plyometric and Short Sprint Training in U-15 Male Soccer Players: Effects on Measures of Jump, Speed, Change of Direction, Repeated Sprint, and Balance. *Frontiers in Physiology*, 13, DOI: 10.3389/fphys.2022.757663.
3. Bogdan Bondarenko. (2019, August 27). *MINI HURDLE DRILLS: 8 athletics running exercises. Agility, Plyo, Speed training (run faster today)* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=vqQPFVqf77o&t=41s>
4. Bosco, C., Komi, P. V., & Ito, A. (1981). Prestretch potentiation of human skeletal muscle during ballistic movement. *Acta Physiologica Scandinavica*, 111(2), 135-140. <https://doi.org/10.1111/j.1748-1716.1981.tb06716.x>
5. Bosch, F., & Klomp, R. (2005). *Running: Biomechanics and Exercise Physiology in Practice*. Elsevier Churchill Livingstone.
6. Clark, M., Sutton, B., & Lucett, S. (2010). *NASM's Essentials of Sports Performance Training*. Lippincott Williams & Wilkins.
7. Coler, T. (2013). *Quick and Easy Ways to Improve Performance: Taking a Deload Week*. National Institute for Fitness & Sport. <https://www.nifs.org/blog/bid/338758/quick-and-easy-ways-to-improve-performance-taking-a-deload-week>
8. Davies, G., Riemann, B. L., & Manske, R. (2015). Current concepts of plyometric exercise. *The International Journal of Sports Physical Therapy*, 10(6), 760-86. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4637913/pdf/ijsp-10-760.pdf>
9. Dias, J. A., Pupo, J. D., Reis, D. C., Borges, L., Santos, S. G., Moro, A. R. P., & Borges, N. G. (2011). Validity of two methods for estimation of vertical jump height. *The Journal of Strength and Conditioning*, 25(7), 2034-9. DOI: 10.1519/JSC.0b013e3181e73f6e.
10. Dje, C. (2022). *Combining Weights and Plyometrics*. Fitness on fire. <https://www.fitnessonfireoc.com/blog/weightsandplyo>
11. Dos'Santos, T. (2024). *Plyometric Training: Importance for Multi-directional Speed Development and Injury Prevention*. Science of Multi-Directional Speed.



<https://sciofmultispeed.com/plyometric-training-importance-for-multi-directional-speed-development-and-injury-prevention/>

12. Dovalil, J., & Marvanová, Z. (2012). *Výkon a trénink ve sportu*. Olympia.
13. Dufour, M. (2009). Pohybové schopnosti v tréninku: RYCHLOST. Mladá fronta.
14. Ebben, W. P., & Petushek, E. J. (2010). Using the Reactive Strength Index Modified to Evaluate Plyometric Performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(8), 1983-1987. DOI: 10.1519/JSC.0b013e3181e72466.
15. Explosive Strength Academy. (2017, November 9). *Plyometrics: Speed Bounding* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=cK8GKicJYqE>
16. Faccioni, A. (2019). *Long/Slow V's Short/Fast Stretch Shorten Cycle Plyometrics*. Fatch Fitness. <https://fatchfitness.com/long-slow-vs-short-fast-plyometrics/>
17. Flanagan, E. P., & Comyns, T. (2008). The Use Of Contact Time and the Reactive Strength Index to Optimize Fast Stretch-Shortening Cycle Training. *Strength & Conditioning Journal*, 30(5), 32-38. DOI: 10.1519/SSC.0b013e318187e25b
18. Hamilton, A. (n. d.). *Combining plyometric and weight training to increase speed and power*. Sports performance bulletin. <https://www.sportsperformancebulletin.com/training/combining-plyometric-and-weight-training-to-increase-speed-and-power>
19. Hansen, D., & Kennelly, S. (2019). *Trénink výbušné síly – anatomie*. CPress.
20. Hockey Training Exercise Demonstration. (2019, May 1). *Ankle Pogo Jumps* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=wa1ClvLqSHo>
21. Hunter, G. R., McCarthy, J. P., & Bamman, M. M. (2004). Effects of resistance training on older adults. *Sports Medicine*, 34(5), 329-48. DOI: 10.2165/00007256-200434050-00005
22. Hunter, J. P., Marshall, R. N., & McNair, P. J. (2005). Relationships between ground reaction force impulse and kinematics of sprint-running acceleration. *Journal of Applied Biomechanics*, 21(1), 31-43. DOI: 10.1123/jab.21.1.31
23. Chmielewski, T. L., Myer, G. D., Kauffman, D., & Tillman, S. M. (2006). Plyometric exercise in the rehabilitation of athletes: physiological responses and clinical application. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, 36(5), 308-19. DOI: 10.2519/jospt.2006.2013
24. Chu, D. A. (1998). *Jumping Into Plyometrics*. Human Kinetics.
25. Chu, D. A., & Myer, G. D. (2013). *Plyometrics*. Human Kinetics
26. Jebavý, R., Hojka, V. & Kaplan, A., (2014). *Rozcvičení ve sportu*. Grada

27. Knuesel, H., Geyer, H., & Seyfarth, A. (2005). Influence of swing leg movement on running stability. *Human Movement Science*, 24(4), 523-543. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2005.08.002>
28. Komi, P. V. (1992). *Strenght and Power in Sport (Encyclopaedia of Sports Medicine, Vol. 3)* (2nd Ed). Wiley-Blackwell.
29. Kraemer, W. J., & Fleck, S. J. (2004). *Strength Straining for young athletes*. Human Kinetics.
30. Kryeziu, A. R., Iseni, A., Teodor, D. F., Croitoru, H., & Badau, D. (2023). Effects of 12 Weeks of the Plyometric Training Program Model on Speed and Explosive Strength Abilities in Adolescents. *Applied Sciences*, 13(5), 2-19. <https://doi.org/10.3390/app13052776>
31. Kyrolanen, H., Komi, P. V., & Kim, D. H. (1991). Effects of power training on neuromuscular performance and mechanical efficiency. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 2(1), 78-87. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.1991.tb00275.x>
32. Laurent, C., Baudry, S., & Duchateau, J. (2020). Comparaison Of Plyometric Training With Two Different Jumping Techniques on Achilles Tendon Properties and Jump Performances. *The Journal of Strength and Conditioning*. 34(6), 1503-1510. DOI: 10.1519/JSC.0000000000003604
33. Lievens, M., Bourgois, J. G., & Boone, J. (2021). Periodization of Plyometrics: Is There an Optimal Overload Principle? *Journal od Strength and Conditioning Research*, 35(10), 2669-2676. OI: 10.1519/JSC.0000000000003231
34. Macaluso, F., Isaacs, A. W., & Myburgh, K. H. (2012). Preferential Type II Muscle Fiber Damage From Plyometric Exercise. *Journal of Athletic Training*, 47(4), 414-420. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-47.4.13>
35. Machi, L., & McEvoy, B. (2016). *The literature review: six steps to success* (3rd ed). Thousand Oaks.
36. Majumdar, A., & Robregs, R. (2011). The Science of Speed: Determinants of Performance in the 100m Sprint. *International Journal of Sport Science & Coaching*. 6(3), 479-493. <https://doi.org/10.1260/1747-9541.6.3.479>
37. Markovic, G., Disdar, D., Jukic, I., & Cardinale, M. (2004). Reliability and factorial validity of squad and countermovement jump tests. *The Journal of Strength & Conditioning*, 18(3), 551-5. DOI: 10.1519/1533-4287(2004)18<551:RAFVOS>2.0.CO;2.

38. Mattes, K., Wolff, S., & Alizadeh, S. (2021). Kinematic Stride Characteristics of Maximal Sprint Running of Elite Sprinters - Verification of the "Swing-Pull Technique". *Journal of Human Kinetics*, 77(1), 15-24. DOI:10.2478/hukin-2021-0008
39. McArdle, W. D., Katch, F., & Katch, V. L. (2010). *Exercise Physiology: Nutrition, Energy, and Human Performance*. Lippincott Williams & Wilkins.
40. McNeely, E., & Sandler, D. (2007). *Power Plyometrics: The Complete Program*. Meyer & Meyer Verlag
41. Mero, A., & Komi, P. V. (1986). Force-, EMG-, and elasticity-velocity relationships at submaximal, maximal and supra maximal running speeds in sprinters. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 55(5), 553-61. DOI: [10.1007/BF00421652](https://doi.org/10.1007/BF00421652)
42. Mero, A., Komi, P. V., & Gregor, R. J. (1992). Biomechanics of Sprint Running. *Sport Medicine*, 13, 376-392. <https://doi.org/10.2165/00007256-199213060-00002>
43. *Methodology of Linear Speed*. CreateSpace Independent Publishing platform.
44. Mourya, S., & Reddy, T. O. (2017) Kinematical analysis of stride length and stride rate during sprint performance in athletics. *International Journal of Yogic, Human Movement and Sports Sciences*, 2(2), 125-127. [https://www.researchgate.net/profile/Dr-T-Reddy/publication/340731904\\_Kinematical\\_analysis\\_of\\_stride\\_length\\_and\\_stride\\_rate\\_during\\_sprint\\_performance\\_in\\_athletics/links/5e9acca74585150839e426a2/Kinematical-analysis-of-stride-length-and-stride-rate-during-sprint-performance-in-athletics.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Dr-T-Reddy/publication/340731904_Kinematical_analysis_of_stride_length_and_stride_rate_during_sprint_performance_in_athletics/links/5e9acca74585150839e426a2/Kinematical-analysis-of-stride-length-and-stride-rate-during-sprint-performance-in-athletics.pdf).
45. Novak, D., Loncar, F., Sinkovic, F., Barbaros, P., & Milanovic, L. (2023). Effect of Plyometric Training with Resistance Bands on Neuromuscular Characteristics in Junior Tennis Players. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(2), 1085. <https://doi.org/10.3390/ijerph20021085>
46. Nummela, A. T., Keranen, T., & Mikkelsen, L. O. (2007). Factors Related to Top Running Speed And Economy. *International Journal of Sports Medicine*, 28(8), 655-61. DOI:10.1055/s-2007-964896
47. Perič, T., & Dovalil, J. (2010). *Sportovni trénink*. Grada
48. Potach, D., Chu, D. (2000). *Essentials of Strength Training & Conditioning*. Human Kinetics
49. Radcliffe, J. C., & Farentinos, R. C. (1999). *High-Powered Plyometrics* (2nd Ed). Human Kinetics.

50. Roozen, M. (2011). *Test Your Readiness for Depth Jump Plyometrics*. Stack. [https://www.stack.com/a/how-to-test-if-you-are-ready-for-depth-jump-plyometrics/#google\\_vignette](https://www.stack.com/a/how-to-test-if-you-are-ready-for-depth-jump-plyometrics/#google_vignette)
51. Semmler, J. G. (2002). Motor Unit Synchronization and Neuromuscular Performance. *Excercise and Sport Sciences Reviews*, 30(1), 8-14. doi: 10.1097/00003677-200201000-00003
52. Siff, M. C., & Verkhoshansky, Y. V. (2009). *Supertraining (6th ed)*. Verkohansky.com
53. Smith, J. (2016). *How to Select the Correct Box Height for Depth Jumps*. Stack. <https://www.stack.com/a/how-to-select-the-correct-box-height-for-depth-jumps/>
54. Smith, J. (2018). *Speed Strength: A Comprehensive Guide to the Biomechanics and Training*
55. Sobarna, A., Hambali, S., Paramitha, S., Shafie, M. S., & Ramadhan, M. G. (2023). The Effect of Training Stride Length and Stride Frequency on Increasing Sprint Speed. *Migration Letters*, 20(6), 1122-1136. DOI:10.59670/ml.v20i6.5079.
56. SpeedDoctorTV. (2015, December 26). *Single leg high knee* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=u3o1T-S4PUg>
57. Srinivasan, A., & Kumar, G. S. (2018). Effect of specific training programme on stride length and stride frequency of hurdlers. *International Journal of Physiology, Nutrition and Physical Education*, 3(2), 1064-1067. <https://www.journalofsports.com/pdf/2018/vol3issue2/PartW/3-2-253-659.pdf>
58. Stoyanov, H. (2018). *Stride Length vs. Stride Frequency in Reaching Max Speed*. SimpliFaster. <https://simplifaster.com/articles/stride-length-vs-stride-frequency/>
59. Suchomel, T. J., Nimphius, S., & Stone, M. H. (2016). The Importance of Muscular Strength in Athletic Performance. *Sports Medicine*, 46(10), 1419-49. DOI:10.1007/s40279-016-0486-0.
60. Talukdar, K., Harrison, C. B., McGuigan, M., & Borotkanics, R. (2022). The Effects of Vertical vs. Horizontal Plyometric Training on Sprinting Kinetics in Post Height Female Student Athletes. *International Journal of Strength and Conditioning*, 2(1), 1-11. DOI:10.47206/ijsc.v2i1.89.
61. Tottori, N., & Fujita, S. (2019). Effects of Plyometric Training on Sprint Running Performance in Boys Aged 9-12 Years. *Sports*, 7(10), 219. <https://doi.org/10.3390/sports7100219>
62. Trackwired. (2017, January 7). *SPRINT DRILLS – Straight Leg Bound* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=NWL6Oo8VheA>

63. Turner, A. N., & Jeffreys, I. (2010). The stretch-shortening cycle: proposed mechanisms and methods for enhancement. *Journal of Strength and Conditioning*, 32(4), 87-99. DOI: 10.1519/SSC.0b013e3181e928f9
64. Walker, O. (2024). *Countermovement Jump (CMJ)*. Science for Sport. <https://www.scienceforsport.com/countermovement-jump-cmj/>
65. Walker, O. (2023). *Plyometric Training*. Science for Sport. <https://www.scienceforsport.com/plyometric-training-2/>
66. Zatsiorsky, V. M., & Kraemer, W. J. (2006). *Science and practise of strength training*. Human Kinetics.

## **9 Seznam obrázků**

- Obr. 1. – Správná technika dopadu: Koleno švihové nohy před kolenem nohy oporové**
- Obr. 2. – Střídání fází SSC během oporových fází běžeckého kroku**
- Obr. 3. – Střídání fází SSC během seskoku z bedny s okamžitým následným odrazem**
- Obr. 4. – Výška výskoku po seskoku z bedny 20 cm a 60 cm**
- Obr. 5. – Test: výstup na bednu (správné a špatné provedení)**
- Obr. 6. – Test: výkrok z bedny do přistání (správné a špatné provedení)**
- Obr. 7. – Test: balance T-Test (správné a špatné provedení)**
- Obr. 8. – Test: CMJ**
- Obr. 9. – Parametry zatížení během 16týdenního plyometrického programu**
- Obr. 10. – Ankle Hops**
- Obr. 11. – Single Leg High Knee**
- Obr. 12. – Straight Leg Bounds**
- Obr. 13. – Single Leg Box Jump with Alternating Leg Switch**
- Obr. 14. – Hops Over Low Hurdles**
- Obr. 15. – Single Leg Bounds**
- Obr. 16. – Speed Bounds**
- Obr. 17. – Jump Lunges**
- Obr. 18. – Tuck Jump**
- Obr. 19. – Multiple Horizontal Jumps**
- Obr. 20. – Depth Jump**
- Obr. 21. – Box Jump**

## **10 Seznam tabulek a grafů**

**Tab. 1. – Délka GCT a typ SSC u různých plyometrických aktivit, upraveno**

**Tab. 2. – Relativní stupeň intenzity u vybraných plyometrických cvičení**

**Tab. 3. – Počet kontaktů se zemí v jednom plyometrickém tréninku**

**Tab. 4. – Parametry zatížení ve fázích ročního tréninkového cyklu**

**Tab. 5. – Příklad tréninkové jednotky**

**Tab. 6. – Příklad týdenního plánu**

**Tab. 7. – 16týdenní plyometrický tréninkový program**

**Graf 1 – Tréninková zátěž 12týdenního plyometrického programu**