MASARYKOVA UNIVERZITA

FAKULTA SPORTOVNÍCH STUDIÍ

Vliv silového a plyometrického tréninku na hbitost dolních končetin

Diplomová práce

BC. TOMÁŠ BENDA

Vedoucí práce: Mgr. Sylva Hřebíčková, Ph.D.

Katedra atletiky, plavání a sportů v přírodě
obor Učitelství tělesné výchovy pro základní a střední školy

Brno 2021

MUNI
SPORT

Bibliografický záznam

Autor:	Bc. Tomáš Benda Fakulta sportovních studií Masarykova univerzita Katedra atletiky, plavání a sportů v přírodě
Název práce:	Vliv silového a plyometrického tréninku na hbitost dolních končetin
Studijní program:	Učitelství tělesné výchovy pro základní a střední školy
Studijní obor:	Učitelství tělesné výchovy pro základní a střední školy
Vedoucí práce:	Mgr. Sylva Hřebíčková, Ph.D.
Akademický rok:	2021
Počet stran:	82
Klíčová slova:	silový trénink, plyometrický trénink, schopnost rychle změnit směr, dřep, mrtvý tah, hbitost, týmové sporty

Bibliographic record

Author:	Bc. Tomáš Benda Faculty of Sports Studies Masaryk University Department of Athletics, Swimming and Outdoor Sports
Title of Thesis:	The impact of strength and plyometric programme on agility of lower limbs
Degree Programme:	Secondary School Teacher Training in Physical Education
Field of Study:	Lower and Upper Secondary School Teacher Training in Physical Education
Supervisor:	Mgr. Sylva Hřebíčková, Ph.D.
Academic Year:	2021
Number of Pages:	82
Keywords:	strength training, plyometric training, change of direction speed ability, squat, deadlift, agility, team sports

Abstrakt

Diplomová práce se zabývá problematikou vztahu silového a plyometrického tréninku ke schopnosti rychle změnit směr běhu. Konkrétně byl sledován vztah mezi sílou dolních končetin a rychlou změnou směru bez reakce na vnější podnět. Následně nastíněn vhodný plyometrický tréninkový protokol. Jako hlavní nástroj pro rozvoj síly dolních končetin byl zvolen cvik hlubokého dřepu a mrtvého tahu. K vyhodnocení rychlé změny směru byl použit agility T-test a Illinois agility test.

Abstract

This diploma thesis deals with the topic of connection between strength and plyometric training to the ability of speedy change of direction of running. Particularly, has been observed relationship between lower limb force and rapid change of direction speed without response to an external stimulus. Subsequently, was outlined a suitable plyometric training protocol. We choose deep squat and deadlift exercises as the main tool for developing lower limb strength. Agility T-test and Illinois agility test were used to evaluate the rapid change of direction speed.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma **Vliv silového a plyometrického tréninku na hbitost dolních končetin** zpracoval sám. Veškeré prameny a zdroje informací, které jsem použil k sepsání této práce, byly citovány v textu a jsou uvedeny v seznamu použitých pramenů a literatury.

V Brně 18. června 2021 .....

Bc. Tomáš Benda

Poděkování

Děkuji vedoucí práce Mgr. Sylvě Hřebíčkové, Ph.D., za vedení, odborné konzultace, které vedly ke vzniku této diplomové práce. Dále bych chtěl poděkovat přátelům, kteří mě podporovali. A v neposlední řadě bych rád poděkoval všem ženám z florbalového týmu, které se podílely na výzkumu a umožnily mi tak zpracovat tuhle práci.

Obsah

Seznam obrázků 10

Seznam tabulek 11

Seznam pojmů a zkratek 12

1 Úvod 13

2 Syntéza poznatků 14

2.1 Charakteristika florbalu 14

2.1.1 Florbal ve světe 14

2.1.2 Florbal v České republice 15

2.1.3 Požadavky na hráče 16

2.1.4 Celoroční tréninkový cyklus 17

2.2 Trénink silových schopností 17

2.2.1 Dynamická a statická síla 18

2.2.2 Druhy síly 18

2.2.3 Metody silového tréninku 20

2.2.4 Parametry zatížení 22

2.3 Hbitost a rychlá změna směru 24

2.4 Korelace mezi přímým sprintem, sílou a CODS 25

2.5 Vliv silového tréninku na CODS 28

2.6 Vliv plyometrického tréninku na CODS 31

2.7 Vliv kombinovaného tréninku na CODS 35

2.8 Shrnutí zjištěných potřebných dat 35

2.9 Testy agility 40

2.9.1 Testy rychlosti se změnou směru 40

2.10 Vztah relativní a absolutní síly na CODS 44

3 Cíle výzkumu a výzkumné otázky 46

3.1 Úkoly práce 46

3.2 Výzkumné otázky 46

4 Metodika **48**

4.1 Charakteristika výzkumného souboru 48

4.2 Výzkumné metody 49

4.2.1 T – test a Illinois agility test 49

4.3 Metodika intervenčního programu 52

4.4 Metodika agility CODS testů 53

4.5 Metodika přípravného programu k samotnému výzkumu 53

4.6 Intervenční program 54

5 Výsledky **56**

5.1 Illinois agility test 58

5.2 T-test 59

5.3 Procentuální vyjádření CODS testů 60

6 Diskuse **61**

6.1 Vliv silového tréninku na rozvoj agility COD 61

6.2 Vliv plyometrického tréninku na rozvoj agility CODS 67

7 Závěry **69**

Zdroje **71**

Příloha A Informovaný souhlas **81**

Seznam obrázků

Obrázek č. 1 Model poukazující na hlavní faktory určující agility (Young a kol., 2002) 24
Obrázek č. 2 Popis sedmi variací COD testů na 30 metrů (Young a kol., 2001) 26
Obrázek č. 3 Kontinuum mechanických determinantů změny směru (Bourgeois a kol., 2017) 27
Obrázek č. 4 Schématické znázornění 505 COD testu (Nimphius a kol., 2016) 41
Obrázek č. 5 Schéma Illinois agility testu (Hachana a kol.,2013) 42
Obrázek č. 6 Schéma Zig-zag testu (Little a Williams, 2005) 43
Obrázek č. 7 Schéma V-cut testu (Gonzalo-Skok a kol., 2015) 44
Obrázek č. 8 Uspořádání T – testu (Raya a kol., 2013) 50
Obrázek č. 9 Uspořádání Illinois Agility Testu (Muniroglu a Subak, 2018) 51
Obrázek č. 10 Graf měření průměrného procentuálního zlepšení IAT tréninkové skupiny 58
Obrázek č. 11 Graf měření průměrného procentuálního zlepšení T-testu trénující skupiny 59
Obrázek č. 12 Průměrný procentuální rozdíl tréninkové skupiny ve vybra-ných testech agility 60

Seznam tabulek

Tabulka č. 1 Velikost odporu, rychlost pohybu a trvání pohybu při klasifikaci silových schopností (upraveno dle Dovalil a kol., 2002) 19
Tabulka č. 2 Procento 1RM a počet možných opakování (Zahradník a Korvas, 2012) 22
Tabulka č. 3 Určení velikosti na základě cíle tréninku (Zahradník a Korvas, 2012) 23
Tabulka č. 4 Přehled studií a experimentálních skupin zaměřených na silový tréninku 37
Tabulka č. 5 Přehled studií a experimentálních skupin zaměřených na plyometrický trénink 38
Tabulka č. 6 Přehled studií a experimentálních skupin zaměřených na kombinovaný trénink 39
Tabulka č. 7 Přípravný tréninkový program před začátkem výzkumu. 54
Tabulka č. 8 Silový intervenční program 54

Seznam pojmů a zkratek

CODS	–	Change of direction speed
COD	–	Change of direction
agility	–	hbitost
ES	–	Effect size
SD	–	směrodatná odchylka
MS	–	Mistrovství světa
ME	–	Mistrovství Evropy
IFF	–	International Floorball Federation
ČFbU	–	Česká florbalová unie
MOV	–	Mezinárodní olympijský výbor
ATP	–	adenosintrifosfát
CP	–	kreatinfosfát

1 Úvod

Úroveň silových schopností je často spojována s úrovní rychlostních schopností a schopnosti rychlé změny směru. Proto je potřeba podrobně prozkoumat, jak úzký vzájemný vztah těchto schopností skutečně je, aby na základě výsledků bylo možné vytvořit co nejoptimálnější tréninkový program pro sportovce, kteří potřebují právě v těchto ohledech excelovat. Je rovněž brát v potaz genderová specifika.

V současné době se schopnost provádět rychlou změnu směru dostává čím dál více do povědomí ve spojitosti s výkonem v týmových sportech. Je nutné si však uvědomit jednotlivé metody tréninků a jejich případné benefity, které se do ní promítají. Rozdílná tréninková metoda v sezónní přípravě sportovce může jinak ovlivnit výsledné hodnoty agility testů.

Vzhledem k velké rozmanitosti výsledných hodnot různých tréninkových přístupů k problematice rychlostní změny směru není zcela jasné, jakou tréninkovou metodu zvolit pro efektivní změnu hodnot promítnutou v rozdílných agility testech. Práce si dává za cíl přinést nové poznatky v oblasti silového a plyometrického tréninku vzhledem k rozvoji složky agility konkrétně rychlé změny směru u florbalistek a pokusit se objasnit, která ze zvolených metod přinese významné benefity v této oblasti.

Pro jednotlivé tréninkové metody byla zvolena 8týdenní doba zkoumání. Výsledky byly vyhodnoceny za pomoci vybraných testů zaměřených na rychlou změnu směru. Výsledné hodnoty testů po ukončení silového tréninkového programu bylo do jisté míry ovlivněno probíhající korona virovou krizí. Vzhledem k proměnlivé situaci nedošlo k realizaci intervence plyometrického tréninku.

2 Syntéza poznatků

2.1 Charakteristika florbalu

Florbal je kolektivní hrou brankového a míčového typu mezi dvěma družstvy, u které rozhoduje konečný počet nastřílených branek během utkání. Na dodržování pravidel během utkání, které se odehrává na hřišti ohraničeným nízkými mantinely, na kterém soupeří dvě družstva obvykle po pěti hráčích s florbalovými hokejkami a jedním brankářem bez hokejky, dohlíží dva rozhodčí o stejné autoritě. Florbalová sezóna trvá od září do dubna (Kysel, 2010).

2.1.1 Florbal ve světe

Skandinávie se všeobecně považuje za kolébku florbalu i přesto, že tento sport vznikl v USA konkrétně ve státě Minneapolis v továrně na plasty. Dělníci v tamním Cosom v Lakeville si hráli pro zábavu s plastovými hokejkami vyrobenými své pomoci, kterými ovládali míčky již v roce 1958. V šedesátých letech minulého století se hra s plastovými hokejkami a míčky těšila oblibě v USA a v Kanadě spíše u studentů a školáků. Tehdy byla hra označována pod názvem floorhockey. Poté co byly plastové hole přivezeny na evropský kontinent, konkrétně roku 1968 do Skandinávie se tento nový sport dočkal masového rozkvětu. Hra se začala těšit velké oblibě, a to především ve Švédsku, které poskytlo příhodné podmínky pro rozkvět tohoto sportu. Na počátku sedmdesátých let se hra začala rozšiřovat pod názvem innebandy mezi švédskými hokejisty, kteří hru zařazovali v rámci letního období v tělocvičnách a venku na hřištích. V polovině sedmdesátých let se začaly vyrábět

speciální nepružné hokejky a míček byl převzat z odlehčeného míčku používaného v USA během zimních tréninků baseballistů v hale. Popularita sportu vrůstala a brzy se rozšířila do Finska pod názvem salibandy. V roce 1981 byl založen švédský florbalový svaz, který sebou zavedl začátek oficiální soutěže a o pět let později činila florbalová základna více než sto klubů. Ze Skandinávie se florbal rozšířil na jih do ostatních evropských zemí a později i napříč kontinenty. Ve Švýcarsku měl sport specifický vývoj, kdy se hra odehrávala na menším hřišti o pouze třech hráčích a brankáři s hokejkou. Dodnes se hrají ve Švýcarsku nižší soutěže 3+1 na malém hřišti a klasický florbal 5+1 na velkých hřištích. Samotný sport se nazýván jako unihockey. Švýcarsko se severskými zeměmi navázaly vzájemný kontakt v roce 1986 a založili Mezinátodní florbalovou federaci (IFF – international Floorball Federation). V čele federace stanul András Czitrom, který ve funkci setrval až do roku 1992 a podařilo se sjednotit pravidla florbalu. Postupem času se přidávaly i další státy a v roce 1993 se připojila také Česká republika. V roce 1994 se konalo první Mistrovství Evropy (ME) mužů ve Finsku a o rok později první Mistrovství Evropy žen. Roku 1996 se konalo první oficiální mistrovství světa (MS) a od prvního konání se světové mistrovství koná každý rok, v lichých letech bojují o medaile ženy a v sudých letech naopak muži. V roce 2008 byl florbal zařazen do prozatímních sportů Mezinárodním olympijským výborem (MOV) (Kysel, 2010).

2.1.2 Florbal v České republice

V roce 1992 byla v ČR založena Česká florbalová unie (ČFbU), která byla o rok později přijata Mezinárodní florbalovou federací (IFF). V roce 1998 Česká republika hostila historicky druhé MS mužů, konkrétně

v Brně a Praze. Roku 2003 byla ČR pořadatelem Evropského poháru mužů i žen a Světového šampionátu juniorů (Kysel,2010).

2.1.3 Požadavky na hráče

Nejvyšší hráčská úroveň ve florbale vyžaduje fyzicky kvalitní hráče. Charakteristickým zatížením hráče ve florbale je intervalová krátkodobá činnost, která je především explozivně rychlostně silového charakteru střední až maximální intenzity. Doba hráče na hřišti při utkání tvoří 40-70 sekund a na střídačce setrvává okolo 40-140 sekund v době utkání rozděleného na tři třetiny o době trvání jedné třetiny 20 minut (Bernaciková a kol. 2010, Kysel 2010).

U florbalistů dochází k morfologickým změnám svalů, hypertrofii rychlých svalových vláken dolních končetin a rozvoji pohybových schopností, jako je reakční a akční rychlost, aerobní a anaerobní vytrvalost, explozivní síla dolních končetin a koordinační schopnosti (Bernaciková a kol. 2010)

Během výkonu hráčů pokrývá metabolické krytí ATP-CP systém, anaerobní glykolýza a také aerobní fosforylace. Jedná se z větší míry o anaerobní výkon a zdroje energie tvoří ATP, CP a glykogen (Bernaciková a kol. 2010).

2.1.4 Celoroční tréninkový cyklus

Přípravné období zahrnuje rozvoj vytrvalosti, síly a rychlosti hráčů, které se postupně přesouvá do oblasti intervalových tréninků, které se blíží charakteru zátěže během utkání. Důraz je mimo jiné kladen na specifické dovedností a taktiku hry hráčů (Bernaciková a kol., 2010).

Nejlepší ligové florbalové týmy v České republice hrající nejvyšší florbalovou soutěž konkrétně pro muže se jedná Tipsport superliga a ženy Extraliga žen mají hlavní soutěžní období od poloviny září do poloviny dubna. Po konci soutěžního období navazuje přechodné období, které trvá od poloviny dubna do poloviny května a většina týmů tak zařazuje odpočinek. Následně v polovině května zařazují týmy všeobecné přípravné období, které trvá do poloviny července a tréninky tak probíhají mimo sportovní haly a můžou zahrnovat tréninky na atletických oválech, v posilovnách a dále dle požadavků jednotlivých týmů. V polovině července přichází na řadu specifické přípravné období, které zahrnuje rozvoj konkrétních florbalových dovedností (Bernaciková a kol., 2010).

2.2 Trénink silových schopností

Základní princip rozvoje komplexu silových schopností tvoří schopnost překonat vnější odpor svalovou kontrakcí, která je způsobena nervovým impulzem na svalové vlákno. Dochází ták k uvolnění kalcitových iontů uložených ve svalu. Za přítomnosti adenosintrifosfátu (ATP) se tyto ionty váží na aktin s myozinem a vytvářejí tak elektrostatickou vazbu. V tomto důsledku jsou aktinová vlákna vtahována mezi vlákna

myozinová a dochází tak ke zkrácení svalového vlákna. Opakem svalové kontrakce je uvolnění svalu (Zahradník a Korvas, 2012).

2.2.1 Dynamická a statická síla

V případě, že nedochází k pohybu jednotlivých segmentů těla jedná se o tzv. statickou sílu, naopak pokud se segmenty těla viditelně hýbají hovoříme o síle dynamické (Zahradník a Korvas, 2012). U dynamické síly se tedy sval zkracuje nebo prodlužuje. Konkrétně se může jednat o svalovou sílu koncentrickou u které se svalové vlákno zkracuje, excentrickou, u které se svalové vlákno naopak protahuje nebo plyometrickou u které po rychlém protažení svalu dochází k jeho zkrácení cca do 200 ms. Naopak u statické (izometrická) síly zůstává tedy svalové vlákno v konstantní délce (Lehnert a kol. 2014).

2.2.2 Druhy síly

I přes nesčetné množství výkladů silových schopností neexistuje zcela shoda v pojetí. Jelikož je nutné brát v potaz, jak mohutnost svalového stahu, rychlost svalového stahu, ale také dobu trvání pohybu a počet opakování v čase. Podle těchto faktorů rozlišuje Dovalil a kol. (2009) několik silových schopností na absolutní (maximální) sílu, rychlou a výbušnou (explozivní) sílu a sílu vytrvalostní viz Tabulka č. 1.

Tabulka č. 1 Velikost odporu, rychlost pohybu a trvání pohybu při klasifikaci silových schopností (upraveno dle Dovalil a kol., 2002)

Druh silové schopnosti	*Velikost odporu*	*Rychlost pohybu*	*Opakování (trvání) pohybu*
Absolutní (Maximální)	maximální	malá	krátce
Rychlá (Výbušná, explozivní)	nemaximální	maximální	krátce
Vytrvalostní	nemaximální	nemaximální	dlouho

- **Maximální síla** – schopnost spojená s nejvyšším možným odporem, která může být realizována u dynamické koncentrické nebo excentrické činnosti i statické činnosti (Dovalil a kol., 2009). Jde ji také charakterizovat jako největší sílu vykonanou jedním svalem nebo svalovou skupinou provedenou pouze během jednoho opakování za použití nejvyššího možného odporu při maximální kontrakci volní koncentrické, excentrické i statické (Lehnert a kol. 2014).

- **Výbušná (explozivní) síla** – schopnost překonání nemaximálního možného odporu o vysoké až maximální rychlosti realizovatelná i dynamické koncentrické činnosti (Dovalil a kol., 2009). Projevuje se tedy překonáním nízkého vnějšího odporu nebo hmotnosti vlastního těla za použití maximálním jednorázovém zrychlení (Zahradník a Korvas, 2012).

- **Vytrvalostní síla** – schopnost překonat opakovaně nemaximální odpor, případně odpor udržovat po delší dobu realizovatelný pro dynamickou i statickou činnost (Dovalil a kol., 2002).

2.2.3 Metody silového tréninku

Rozdílné odpory zařazené do silového tréninku vyvolají odlišný fyziologický účinek (Petr a Šťastný, 2012).

- **Metoda maximálního úsilí** – Dovalil a kol. (2002) popisuje metodu, jako činnost, při které je zapotřebí překonat velký odpor 95 % - 100 % za pomalého pohybu, při počtu opakování v rozmezí 1–3 s odpočinkem 2–3 minut s dobou trvání pohybu 2–7 s. Lehnert a kol., (2014) slovy shrnuje metodu jako charakteristickou pro překonávání vysokých odporů za zapojení maximálního počtu motorických jednotek. Jak popisují Dovalil a kol., (2009) a Lehnert a kol., (2014) tréninková metoda je určena převážně pro trénované dospělé sportovce.

- **Metoda excentrická (brzdivá)** – protažení kontrahovaných svalů při excentrické činnosti dokáže vyvinou až o 30 % větší sílu při, oproti koncentrické síle. Zapojené segmenty těla brzdí nadmaximální odpor, kterým je sval protahován za 1 počtu opakování (Dovalil a kol. 2002, Lehnert a kol., 2014). Trvání brzdného pohybu v rozmezí 2-3 sekund s dobou odpočinku 3 minut, jak popisuje Dovalil a kol., (2009).

- **Metoda opakovaného úsilí –** opakované překonávání submaximálního odporu v rozmezí 60-80 % za využití nemaximální rychlosti (Dovalil a kol. 2002, Lehnert a kol., 2014). Využívá v sériích různ počet opakování v rozmezí 8-15 s dobou odpočinku okolo 2-3 minut, podle Dovalil a kol., (2009).

- **Metoda izokinetická –** využívá speciálního posilujícího stroje v nastaveném vymezeném rozsahu pohybu a dopředu stanovenou rychlostí Lehnert a kol., (2014). Sportovec má za úkol provést pohyb na pokyn co nejrychleji za 6-8 opakováních v sérii s celkovým objemem 5-8 sérií s dobou odpočinku 2-3 minuty, jak popisuje Dovalil a kol., (2009).

- **Metoda silově vytrvalostní –** využívá vysokého počtu opakování s nízkým odporem (Lehnert a kol., 2014, Dovalil a kol., 2009).

- **Metoda rychlostní –** využívá až maximální rychlost pohybu za využití malých nebo vyšších zátěží za podmínky, že nesmí dojít ke zpomalení prováděného pohybu vyvolanému v důsledku velikosti odporu Lehnert a kol., (2014).

- **Metoda plyometrická** – princip metody založený na protažení a zkrácení svalu. Jak popisuje Dovalil a kol., (2009), jedná se o bezprostředně předcházející protažení sval excentricky, které umožňuje dosáhnout vysokého svalového napětí a síly v následné koncentrické fázi. Doba cvičení je omezena na několik sekund o poštu opakování 5-10. Při využití plyometrické metody dochází k rozvoji rychlé síly a slouží i jako prevence zranění Lehnert a kol., (2014).

2.2.4 Parametry zatížení

- **Velikost odporu a počet opakování –** výrazně ovlivněna počtem opakování cvičení s kterým je úzce spjatá. Proto je třeba zvážit velikost odporu vzhledem k tréninkovému cíli a vzít v potaz další faktory, jako můžou být svalové skupiny, věkové specifikace sportovce, trénovanost, technika prováděného cviku a další, jak popisuje Lehnert a kol. (2014). Mezi velikostí odporu a počtem opakování existuje negativní vztah. S narůstajícím množstvím odporu dochází ke snižování počtu opakování, a naopak čím vyšší počet opakování, tím nižší musí být odpor. K vyjádření vzájemného vtahu počtu opakování a odporu se využívá tzv. opakovací maximum (1 RM) (Petr a Šťastný, 2012). Jednotlivé odpory vzhledem k počtu opakování uvádí Tabulka č. 2.

Tabulka č. 2 Procento 1RM a počet možných opakování (Zahradník a Korvas, 2012)

%1RM	Počet povolených opakování
100	1
95	2
93	3
90	4
87	5
85	6
83	7
80	8
77	9
75	10
70	11
67	12
65	15

- **Interval odpočinku –** čas strávený mezi sériemi cviků k regeneraci nervové soustavy a obnovení energických zdrojů, závisející na mimo jiné na tréninkovém cíli c Intervaly můžeme rozdělit na krátký do 1 minuty pro rozvoj silové vytrvalosti, hypertrofie menšíc svalových skupina a u jedno kloubových cviků, střední v rozmezí od 1 minuty do 3 minut pro rozvoj rychlé síly a svalové hypertrofie a dlouhý po dobu více než 3 minut pro rozvoj maximální a explozivní síly (Lehnert a kol., 2014).

- **Objem –** rozlišujeme objem, tedy celkové množství zátěže během jednoho tréninku, sérii počet opakování před odpočinkem sportovce. Dále rozlišujeme objem opakování, který obsahuje všechen počet opakování během tréninku a objem zátěže, který je tvořen celkovým počtem sérií násobený hmotností přemístěné během jednoho opakování. Objem tréninku se odvíjí od stanoveného cíle viz Tabulka č. 3 (Zahradník a Korvas, 2012).

Tabulka č. 3 Určení velikosti na základě cíle tréninku (Zahradník a Korvas, 2012)

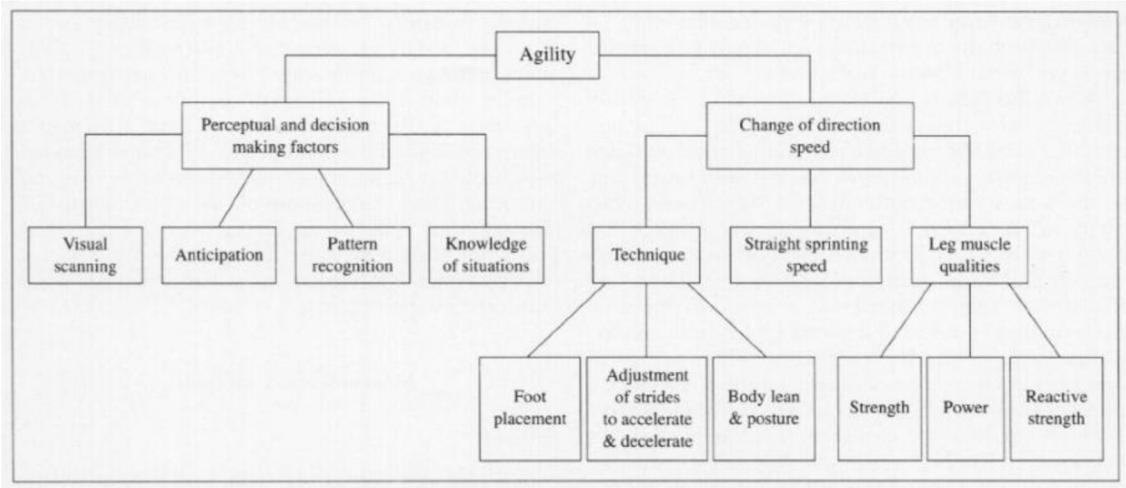
Tréninkový cíl	**Cílová opakování**	**Sady**
Síla	<6	2-6
Výkon: Jediný pokus	1-2	3-5
Výkon: Více pokusů	3-5	3-5
Hypertrofie	6-12	3-6
Svalová vytrvalost	>12	2-3

2.3 Hbitost a rychlá změna směru

Agility v českém překladu hbitost je cvičení o vysoké frekvenci pohybu nejčastěji s výrazným zrychlením a zpomalením, změnou směru, bočným pohybem, obraty atd. (Perič a Dovalil, 2010).

V případě pojmu agility se setkáme s různými definicemi a v současné době tak neexistuje mezi vědními obory jednotná shoda. Poměrně starší jednoduchá přesto výstižná definice agility popisuje agility jako schopnost rychle změnit směr, jiná z definic navíc jako schopnost měnit směr rychle a přesně. V dalším pojetí se do definice agility zahrnuje změna celého těla stejně jako rychlý pohyb se změnou směru dolních končetin, jak popisuje mimo jiné Sheppard a Young (2006).

Young a kol. (2002) navrhli komplexní definici agility a nastínili dvě hlavní složky, kterými jsou CODS a perceptuální a rozhodovací faktory, jak je vidět na Obrázku č. 1, který poukazuje na rozdělení pohybových schopností a jejich komponent.



Obrázek č. 1 Model poukazující na hlavní faktory určující agility (Young a kol., 2002)

Young a kol. (2002) popisují termín rychlost se změnou směru nejen jako složku agility, ale také jako pohyb, při kterém není nutná reakce na podnět. Některá cvičení by tak mohla být klasifikována, jako CODS, které nezahrnují reakci na podnět a agility, které reakci na podnět při změně směru zahrnují. Hlavním kritériem odlišující agility od CODS tvoří faktor rozhodnutí na základě reakce na vnější podnět.

V rámci dalších odlišností mezi těmito dvěma pojmy můžeme narazit na tzv. otevřené dovednosti, které nemají předem naprogramované úkoly a jsou tedy nepředvídatelné za nestálých podmínek a nutí tedy reagovat sportovce na různé okolní stimuly. Na druhé straně uzavřené dovednosti (Zahradník a Korvas, 2012).

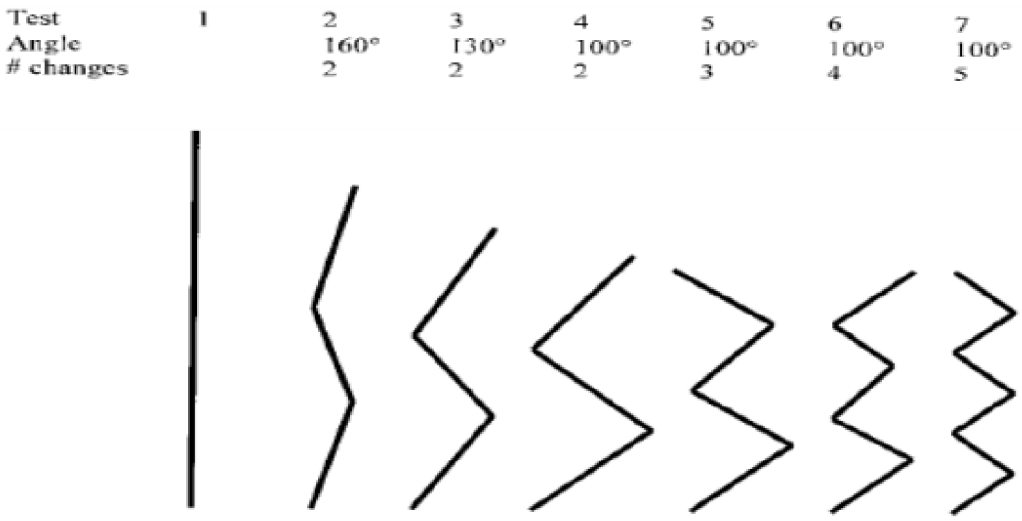
2.4 Korelace mezi přímým sprintem, sílou a CODS

Mnoho trenérů a vědců v oblasti sportovní přípravy doporučuje tréninkové programy zaměřené na zvýšení absolutní a výbušné svalové síly za účelem zlepšení výkonu ve sprintu a COD. Řada studií Baker a Nance (1999), Meckel a kol. (1995), Wisloff a kol. (2004) a Young a kol. (1995) potvrdila korelaci mezi úrovní silových schopností a úrovní rychlostních schopností. V rámci problematiky vztahu mezi úrovní silových schopností a COD potvrzují silnou korelaci studie Negrete a Brophy (2000) a Vescovi a McGuigan (2008). Avšak, výsledky studií Baker a Nance (1999), Cronin a Hansen (2005) a Sheppard a Young (2006) ukázaly nevýznamnou korelaci mezi úrovní silových schopností, úrovní rychlostních schopností a COD.

Studie Nymphius a kol. (2010), která vycházela z informací zjištěných ve výše uvedených zdrojích, došla k závěru že, výsledek v podobě

nevýznamné korelace mezi úrovní silových schopností, úrovní rychlostních schopností a COD byl zapříčiněn nejednotnou metodikou jednotlivých výzkumů a dále uvádí, že k posouzení korelace mezi všemi třemi proměnnými je za potřebí jednotný a správně sestavený testovací protokol s ohledem na pohlaví probandů. Nymphius a kol. (2010) svým výzkumem potvrdili silnou až velmi silnou korelaci mezi úrovní silových schopností a úrovní rychlostních schopností a stejně tak i mezi úrovní silových schopností a COD u výkonnostně sportujících žen.

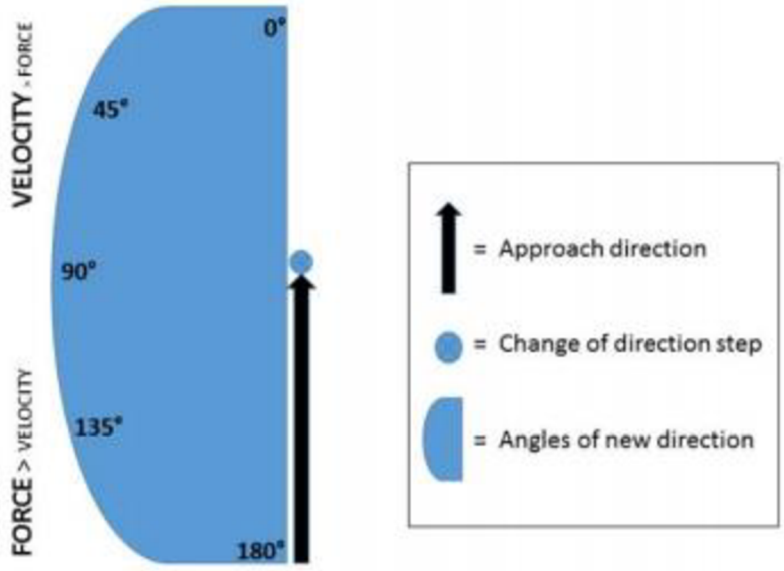
Mimo výše zmíněné výzkumy Little a Williams (2005) tvrdí, že zrychlení, maximální síla a COD specifické vlastnosti a neexistuje silná korelace mezi schopností akcelerovat rovně a COD. S narůstajícím množstvím obratů se navíc korelace k přímému sprintu podle Young a kol. (2001) snižuje a nedochází tak k významnému zlepšení v různých variantách COD testů na vzdálenost 30 m viz Obrázek č. 2.



Obrázek č. 2 Popis sedmi variací COD testů na 30 metrů (Young a kol., 2001)

Pokud se pokusíme porovnat jednotlivé typy COD testů musíme vzít v potaz jejich celkovou vzdálenost a počet obratů s jejich stupni rozsahu.

Sprinty se změnou směru, které zahrnují úhly obratu v rozsahu 0 ° až 90 ° se projevují jako více rychlostně orientované, naopak rozsah úhlů 90° až 180 silově, jak navrhli Bourgeois a kol. (2017). S narůstající velikostí úhlu obratu se význam silových schopností zvyšuje, jak znázorňuje Obrázek č. 3.



Obrázek č. 3 Kontinuum mechanických determinantů změny směru (Bourgeois a kol., 2017)

Falch a kol. (2019) poukazují po předchozí analýze různých studií na střední až vysokou korelaci mezi silou a COD u testů, které měli společné úhly nového směru 90°a více a krátkou vzdálenost pro zrychlení sportovce. Zároveň nízkou korelaci mezi COD a silou extenzoru nohou, která byla pravděpodobně zapříčiněna výběrem agility testu s 45° změnami směru, což naznačuje orientaci na rychlost nikoliv na sílu.

2.5 Vliv silového tréninku na CODS

Studiem silového tréninku a jeho vlivem na rychlostní změnu směru (dále jen „CODS“) pod různými úhly se zabývala řada studií, jejíž výsledky odhalily zanedbatelnou až velice významnou velikost účinku (dále jen „ES“), kde experimentální skupiny absolvovaly různě zaměřené tréninkové intervence. Průměrné procentuální a hodnoty ES – Cohenova d byly převzaty viz Tabulky č. 4, která přebrala data z metaanalýzy Falch a kol. (2019) a u experimentálních skupin, které nebyly obsaženy v metaanalýze byly dopočítány na základě stejného výpočetního přepočtu a výsledky se tak můžou na základě této metaanalýzy místy lišit od výsledků vypočítaných přímo ve studiích jednotlivých autorů.

Silového intervenčního programu složeného z dřepu, jakožto jednoho z hlavních sílu rozvíjejících cviků, ať jeho provedení v plném rozsahu, jako podřepu, tak jeho modifikací, jako samostatný cvik, ve stroji nebo doplněný případně o další cviky se zúčastnila řada experimentálních skupin, které odhalily průměrné procentuální zlepšení v rozmezí -1,74 % až 12,73 %.

Na silový trénink dřepu v plného rozsahu v souvislosti CODS poukazuje řada studií. Metody silového tréninku použité ve studii de Hoyo a kol. (2016) neprokázaly výrazné zlepšení v souvislosti s použitým agility testem. Experimentální skupina tak dosáhla po 8týdenním silovém programu, který absolvovala 2krát týdně pouze 0,3% zlepšení času s výslednou triviální hodnotou ES v použitém Zig-zag testu, který tvořil 20m sprint se 3 změnami směru pod úhlem 100 °. K dosažení pozitivních účinku může být možná zapotřebí dalších podnětů.

Experimentální skupina pod vedením Torres–Torrelo a kol. (2017) zaměřená na hluboký dřep s nízkou zátěží 45-58 % z 1RM a nízkém počtu 4-6 opakování v sérii dospěla po 6týdenním programu o 2 tréninců týdně ke zlepšení 1,8 % a ES o malé hodnotě. Agility test byl zvolen V-Cut test, který tvořil 25 m sprint se čtyřmi 45° změnami směru každých 5 m.

Tréninková metoda Keller a kol. (2018) zaměřena na maximální sílu složená ze cviků zadního hlubokého dřepu a mrtvého zlepšila po 4týdenním tréninku navštěvovaného 2krát týdně rychlost COD o cca 12,73 % a dosáhla velké hodnoty ES v agility modifikovaném T-test o délce cca 25 m.

McBride a kol. (2002) využili T-test pro zjištění hbitosti. Účastníci výzkumu podstoupili 8týdenní silový trénink ve frekvenci 2krát týdně. Trénink probíhal ve 2 experimentálních skupinách rozdělených na základě příslušených protokolů, které byly tvořeny ze cviku dřepu s výskokem prováděného pomocí multipressu (Smith machine) s rozdílně přidanou zátěží 30 % nebo 80 % z vypočítaného 1RM. Z pohledu průměrného procentuálního zlepšení došlo pro obě skupiny k výraznému zlepšení. Skupina se 30 % přidanou zátěží na dřep vykázala 1,71 % zlepšení, kdežto cvičení s 80 % z 1RM přispělo k výslednému 2,27 % zlepšení ve výsledných časech agility testu.

Barbalho a kol. (2018) hodnotili nelineární model periodizace silového tréninku, který se skládal mimo zadní hluboký dřep i z dalších cviků. Experimentální skupina podstoupila 15týdenní silový program se 3 návštěvami týdně z toho 2 z nich tvořili právě tréninkový plán zaměřený na rozvoj síly v dolních končetinách. Výsledky agility T-testu prokázaly zhoršení o -1,74 % a negativní malé hodnoty ES.

Stejně tak neprokázal významné zlepšení Spineti a kol. (2018) se zlepšením 0,98 % a malou hodnotou významností ES po dokončení 8týdenního programu ve 3 relacích týdně s RSSA testem agility s jednou změnou směru po 40 m sprintu v úhlu 180°.

Stejně jako hlubokým dřepem i podřepem a různými tréninkovými metodami složenými z tohoto cviku se zabývala řada studií a jejich experimentálních skupin, které odhalily zlepšení v rozmezí 2,27 – 6,4 %, při kterém výzkumné programy složené z podřepu a dalších cviků zaměřených na rozvoj dolních končetin měly výraznější průměrné procentuální zlepšení než program obsahující pouze samotný podřep.

Významné zjištění odhalili Hammami a kol. (2017) výsledky experimentální skupiny zlepšení v agility testu se změnou směru v úhlu 180° po dokončení 8týdennícho silového programu odtrénovaného ve 2 relacích týdně o 3,46 %, stejně ve výzkumu Hammami a kol. (2018), kde došlo ke zlepšení o 2,74 % na základě dokončení intervence složené z 3-5 sérií o 3-8 opakováních s 70-90 % podřepů vypočítaného z 1RM.

Výrazný procentuální nárust s velkou hodnotou ES ukázaly i studie Arazi a kol. (2014) a Negra a kol. (2016), jejíž experimentální skupiny rozvíjeli silové schopnosti prostřednictvím podřepu a dalších cviků. Negra a kol. (2016) dosáhli ve svém výzkumu 5,13% zlepšení, podobně jako Arazi a kol. (2014) s 6,4 % průměrným procentuálním nárůstkem. Obě poslední zmíněné studie hodnotily agility CODS za pomocí T-testu a jejich cvičební program krom podřepu obsahoval mimo jiné izolované cviky extenze a flexe kolenního kloubu.

Vzájemným vztahem mezi olympijským vzpíráním a zlepšením COD se zabývaly dvě studie. Keller a kol. (2018) prokázala zlepšení o 9,09 % s velkou hodnotou ES po absolvování pouze 4týdenního programu 2krát týdně. O 2 týdny déle podrobil testování İnce (2019) s výsledkem

2,52 % zlepšení, oproti kontrolní skupině. Obě studie využili T-test k otestování CODS pouze s rozdílnou modifikací délky tratě.

Posilovací stroje zaměřené na rozvoj dolních končetin využila studie Prieske a kol. (2018), ve které experimentální skupina podstoupila 6týdenní program ve 3 relacích za týden o 40 % zátěži z 1RM s počtem sérií v rozmezí 3-5 a 10 opakováních vedl ke zlepšení o 4,02 % a dosažení vysoké hodnoty ES po výsledném otestovaní T – testem.

Excentrický způsob tréninku prokázal zlepšení v rozsahu 0 – 2,46 %, jak ukazují studie Núñez a kol. (2018) a Siddle a kol. (2019) po 6týdenním intervenčním programu s tréninky 2krát týdně. Obě studie využili COD agility test s jednou změnou směru s úhlem 180°. Núñez a kol. (2018) zkoumal unilaterální a bilaterální excentrický vliv tréninku ve kterých došlo u unilaterálního tréninku ke zlepšení dominantní nohy o 1,48 % a nedominantní 1,49 % s nízkými hodnotami ES pro obě končetiny. Naopak u bilaterální skupiny nedošlo k žádnému zlepšení pro nedominantní končetinu a dominantní pouze o 0,75 % s triviální hodnotou ES. Siddle a kol. (2019) zlepšil COD výkon o 2,46 % po excentrickém cvičení Nordic hamstring s vysokou hodnotou ES.

2.6 Vliv plyometrického tréninku na CODS

Stejně jako silovým tréninkem a jeho promítnutím ve změně agility testů zaměřených na CODS se různými přístupy plyometrického tréninku a jeho projevů v CODS zjišťovala řada studií a jejich experimentálních skupin.

Zjištěná data prokázala průměrnou procentuální změnou v rozmezí 0,17–14,88 % stejně jako rozmanité hodnoty ES vypočítaného pomocí Cohenova d. Experimentální skupiny zacílili převážně na

plyometrické tréninky tvořené cviky drop jump (dále jen DJ), countermovement jump (dále jen CMJ) ať samostatně nebo jejich zapojením v různých tréninkových kombinacích.

Průměrné procentuální a hodnoty ES viz Tabulky č. 5, která převzala většinu dat z metaanalýzy Falch a kol. (2019) a u experimentálních skupin, které nebyly obsaženy v metaanalýze byly dopočítány na základě stejného výpočetního přepočtu a výsledky se tak můžou na základě této metaanalýzy místy lišit od výsledků vypočítaných přímo ve studiích jednotlivých autorů.

Procentuální zlepšeni CODS ve svým výsledcích po ukončení výcvikové intervence experimentálních skupin zaměřený na trénink DJ zaznamenaly studie Ramírez-Campillo a kol. (2018) a Asadi a Ramírez-Campillo (2016). Všechny experimentánlí skupiny ve zmíněných studiích realizovaly plyometrický trénink v 2týdenních relacích. Experimentální skupina Ramírez-Campillo a kol. (2018) s intervencí zaměřenou na DJ s optimální výškou seskoku 4,43 % zlepšení, kdežto DJ s pevně stanovenou tréninkovou výškou seskoku pouze 2,94 % oproti předchozí skupině po 7týdenní intervencích. Výše zmíněné tři experimentální skupiny podstoupily Illinois agility – test pro zjištění zlepšení COD. Tréninkovou intervenci v 6týdenní době trvání s měřením agility T-testu využil Asadi a Ramírez-Campillo (2016) pro zjištění vzájemného vlivu COD a plyometrického tréninku tvořeného cviky obsahující DJ. Dvě experimentální skupiny ve studii dosáhli významného zlepšení po realizaci cluster tréninku 8,93 % a 8,32 % tréninku tradičního. Singh a kol. (2018) zkoumali účinky plyometrických tréninků s důrazem na výšku skoku a seskoku 2krát týdně po dobu 6týdnů. 505 COD agility test neprokázal výrazné rozdílné průměrné procentuální nárůstky. Experimentální skupina provádějící skoky z vyšší platformy na nižší odsáhla 0,35% zlepšení, kdežto

skoky z nižší platformy na vyšší vykázalo 0,17% nárůst v prospěch COD agility testu.

Studie s intervenčním tréninkovým programem tvořeným z CMJ poukázaly na různé přístupy k tréninku a důležitost zastoupení cviku v tréninku pro rozvoj COD. Rozdílným tréninkovým objemem se zabývala studie Chaabene a Negra (2017). Dvě experimentální skupiny byly podrobeny 8týdennímu intervenčnímu programu o nízkém a vysokém tréninkovém objemu. K vyhodnocení zlepšení v oblasti COD byl využit T – test, jako test agility. Experimentální skupina realizující tréninky s nízkým objemem prokázala výraznější zlepšení 6,97 %, oproti druhé skupině s vysokým tréninkovým objemem 3,02 %. Ramírez-Campillo a kol. (2018) zkoumal ideální zařazení plyometrické intervence před nebo po odtrénování herního tréninku. Experimentální skupina podstupující intervenci po herním tréninkem dosáhla nižšího průměrného zlepšení ve výsledném Illinois agility testu 0,73 %, než skupina před herním tréninkem 4,28 % po ukončení 7týdenního intervenčního programu. Bouguezzi a kol. (2018) přispěli svým výzkumem různých tréninkových frekvencí. Dvě experimentální skupiny podstoupily rozdílně týdenní relace v tréninku s jednou nebo dvěma relacemi týdně o stejném tréninkovém objemu. Tréninková skupina realizující intervenci jednou týdně dosáhla průměrného zlepšení 6,61 % a skupina trénující dvakrát týdně 9,45 % po 8týdenním programu. K vyhodnocení zlepšení COD bylo k měření využit T-test. Účinkem 6týdenního vertikálního, horizontálního a kombinovaného plyometrického tréninku se zabývala studie Ramírez-Campillo a kol. (2015). Vertikální experimentální skupina vykazovala 2,5% průměrné procentuální zlepšení, horizontální 1,9% zlepšení a kombinovaná skupiny dosáhla nejvyššího procentuálního zlepšení 5,1 %. Pro zjištění COD byl realizován 10m sprint se 4 změnami směru v úhlu 60 °. Všechny

zmíněné studie pojednávající o CMJ byly realizovány dvakrát týdně, kromě jedné vybrané experimentální skupiny Bouguezzi a kol. (2018), která podstupovala intervenční program pouze jednou týdně.

Účinky dvou různých týdně distribuovaných kombinovaných plyometrických tréninků tvořených DJ i CMJ se stejným celkovým objemem se věnoval Yanci a kol. (2017) s 6týdenní intervencí a Ramírez-Campillo a kol. (2018) s intervencí trvající 8 týdnů. Experimentální skupiny Yanci a kol. (2017) byla zlepšení COD testována pomocí 505 – agility testu, složeného z 10 m sprintu s 1 změnou směru v úhlu 180°. Ramírez-Campillo a kol. (2018) využil k zjištění zlepšení průměrného procenta COD agility test složený z 10 m sprintu se 4 změnami směru o 60° úhlu. Výrazné zlepšení bylo pozorovatelné u všech skupin Ramírez-Campillo a kol. (2018), se zlepšení 7,49 % pro skupinu s 1 relací týdně a 7,42 % s 2 relacemi za týden. Výsledky intervenčního programu Yanci a kol. (2017) se výrazně projevily u skupiny trénující 2krát týdně se zlepšením 4,82 %, druhá skupina s 1týdenní relací vykázala pouze 1,75% zlepšení. Hernández a kol. (2018) se zabývali randomizovaným a non randomizovaným bilaterálním a unilaterálním tréninkem. Výsledné hodnoty T-testu naznačili výraznější zlepšení v případě randomizované skupiny s průměrným procentuálním zlepšením 14,88 % s vysokou hodnotou ES, oproti 10,57 % zlepšení pro non randomizovanou skupinu s opět vysokou hodnotou ES. Miller a kol. (2006) zjišťovali, zda může 6týdenní plyometrický trénink zlepšit hbitost sportovce měřené pomocí T-testu a Illinois agility testu s lepšími výsledky pro měřený T-test v procentuálních i hodnotách ES, oproti Illinois agility testu.

2.7 Vliv kombinovaného tréninku na CODS

Kombinací plyometrického a silového tréninku se zabýval Ramirez-Campillo a kol. (2018). Experimentální skupiny navštěvovaly tradiční bilaterální a unilaterální intervenční program 2krát týdně pod dobu 8 týdnů na jehož výsledku bylo pomocí agility testu, konkrétně modifikovaného T-testu zjištěno zlepšení 3,70 % bilaterální a 2,24 % unilaterální skupiny. Stejnou týdenní intenzitu zařazení tréninku zavedl Makhlouf a kol. (2018), který hodnotil CODS pomocí Illinois agility testu a výsledné zlepšení dosáhlo 2,59 %.

2.8 Shrnutí zjištěných potřebných dat

V rámci rešerše příslušné literatury bylo zpracováno 28 studií. Některé zahrnovaly více experimentálních skupin s různě zaměřenou tréninkovou intervencí o rozdílném tréninkovém vytížení, pohlaví, věku a agility CODS testu. Každá experimentální skupina, tak byla hodnocena zvlášť a rozdělena do vybraných kategorií podle hlavního zaměření tréninkového programu. Konkrétně se jednalo o 17 experimentálních skupin zaměřujících se na silový trénink 26 na trénink plyometrický a 3 experimentální skupinu, která kombinovala obě tréninkové metody dohromady.

Výpočet procentuální změny nebere v úvahu rozptyl zlepšení síly, výkonu, rychlosti a CODS. ES zahrnuje rozptyl každého měření, proto je považovaný za standardizovaný a přesnější (Brughelli a kol. 2008). Průměrné procentuální zlepšení a ES byly vypočítány za účelem srovnání různých tréninkových intervencí. ES byla vypočítaná za pomoci Cohenova d. Velikost účinků nad 0,8, mezi 0,8 a 0,5, mezi 0,5 a 0,2 a nižší než

0,2 byla považována za velkou, střední, malou a triviální stejně jako bylo využito ve studii Yanci a kol. (2017).

Z 18 experimentálních skupin zaměřené na rozvoj silových schopností v prospěch COD vykázalo 11 z nich vyšší hodnoty ES než 0,8. Z těchto skupin obsahoval agility test, alespoň jednu změnu směru s úhlem 180° a délka tratě se pohybovala v rozmezí 18 – 40metrů. Tréninkové programy byly nastaveny s tréninky 2krát týdně, kromě Prieske a kol. (2018), jehož tréninky obsahovali o 1 tréninkový den navíc. Doba trvání jednotlivých tréninkových protokolů se pohybovala v rozmezí 4-12 týdnů v průměru se jednalo o cca 7 týdnů. Pouze 3 studie a jejich experimentální skupiny z výše 18 zmíněných zařadily do svých výzkumů ženy. Z těchto experimentálních skupin dosáhli pouze Arazi a kol. (2014) a Prieske a kol. (2018) hodnoty ES nad 0,8 za využití měření agility testu pomocí T-testu.

Z experimentálních skupin hodnotících plyometrický trénink dosáhlo 11 vyšší hodny ES než 0,8 a zbylých 12 hodnoty ES pod 0,8. Všechny skupiny, které dosáhly vyšší hodnoty trénovaly 2krát týdně, kromě Bouguezzi a kol. (2018) a Ramirez-Campillo a kol. (2018). Všechny skupiny, které odhalily 0,8 <ES použily agility test o délce v rozmezí 10–40 metrů s výjimkou Miller a kol. (2006), který využil, kromě T-testu i Illinois agility test o délce 60 m. Pouze experimentální skupiny studie Ramírez-Campillo a kol. (2018) tvořily ženy, které dosáhly po ukončení 8týdenního protokolu velké hodnoty ES pro obě skupiny za využití COD agility testu zaměřeného na rychlostní schopnosti.

Veškeré studie a experimentální skupiny využité v přechozí rešerši jsou zaznamenány v následující Tabulce č. 4, Tabulce č. 5 a Tabulce č. 6 které obsahují, jak převzatá data z metaanalýzy Falch a kol. (2019), tak studie a jejich experimentální skupiny, které nebyli součástí

vytvořené metaanalýzy a byl tak u nich dopočítán průměrný procentuální rozdíl a ES za účelem porovnání účinků různých tréninkových intervencí, stejně jako využil Falch a kol. (2019).

Na základě předešlé analýzy rešerše příslušné literatury byl navrhnutý pouze obecný hypotetický tréninkový, který vzhledem k nastaveným podmínkám probíhající korona virové krize nebylo možné zkoumat viz kapitola 4.6 Intervenční program.

Tabulka č. 4 Přehled studií a experimentálních skupin zaměřených na silový tréninku

Studie	*ATG*	*ATG (m)/změny/(°)*	*Δ%*	*ES*
McBride a kol. (2002)	T -test		1,71	1,19
McBride a kol. (2002)	T -test		2,27	1,37
de Hoyo a kol. (2016)	Zig - zag	20/3/100°	0,40	0,17
Torres – Torrelo a kol. (2017)	V - Cut test	25/4/45°	1,87	0,54
Keller a kol. (2018)	T- test	18/4/90°, 180°	12,73	1,6
Barbalho a kol. (2018)	T -test	40/4/90°, 180°	-1,74	-0,33
Spineti a kol. (2019)	RSSA	40/1/180°	0,98	0,30
Hammami a kol. (2018)		30/4/180°	2,74	2,30
Hammami a kol. (2017)		30/4/180	3,46	3,22
Arazi a kol. (2014)	T- test	40/4/90°, 180°	6,4	0,97
Negra a kol. (2016)	T- test	40/4/90°, 180°	5,13	1,34
Keller a kol. (2018)	T- test	18/4/90°, 180°	9,09	1,1
İnce (2019)	T- test	40/4/90°, 180°	2,52	0,39
Prieske a kol. (2018)	T- test	40/4/90°, 180°	4,02	0,82
Núñez a kol. (2018)	505 agility test	10/1/180°	D:1,48/ND:1,49	D:0,35/ND:0,31

Núñez a kol. (2018)	505 agility test	10/1/180°	D:0,75/ND:0	D:0,14/ND:0
Siddle a kol. (2019)		20/1/180°	2,67/2,46**	1,27/0,96**

ATG = agility test, m = metry, ° = stupeň změny směru, Δ% = průměrná procentuální hodnota, ES = Cohenovo d effect size, D = dominantní končetina, ND = nedominantní končetina

**hodnoty po 3týdenním detréninku

Tabulka č. 5 Přehled studií a experimentálních skupin zaměřených na plyometrický trénink

Studie	*ATG*	*ATG (m)/změny/(°)*	*Δ%*	*ES*
Ramírez-Campillo a kol. (2018)	Illinois agility test	60/9/60°, 180°	4,43	0,6
Ramírez-Campillo a kol. (2018)	Illinois agility test	60/9/60°, 180°	2,94	0,33
Asadi a Ramírez-Campillo (2016)	T- test	40/4/90°, 180°	8,32	0,84
Asadi a Ramírez-Campillo (2016)	T- test	40/4/90°, 180°	8,93	1,30
Singh a kol. (2018)	505 agility test		0,35	0,11
Singh a kol. (2018)	505 agility test		0,17	0,04
Chaabene a Negra (2017)	T- test	40/4/90°, 180°	6,97	1,82
Chaabene a Negra (2017)	T- test	40/4/90°, 180°	3,02	0,47
Ramírez-Campillo a kol. (2018)	Illinois agility test	60/9/60°, 180°	0,73	0,27
Ramírez-Campillo a kol. (2018)	Illinois agility test	60/9/60°, 180°	4,28	1,18
Ramírez-Campillo a kol. (2015)a		10/4/60°	2,5	0,48
Ramírez-Campillo a kol. (2015)a		10/4/60°	1,9	0,22
Ramírez-Campillo a kol. (2015)a		10/4/60°	5,1	0,52
Ramírez-Campillo a kol. (2015)b		10/4/60°	3,9	0,42
Ramírez-Campillo a kol. (2015)b		10/4/60°	8,3	0,88

Ramírez-Campillo a kol. (2015)b		10/4/60°	8,3	0,72
Yanci a kol. (2017)	505 agility test	10/1/180°	1,75	0,53
Yanci a kol. (2017)	505 agility test	10/1/180°	4,82	2
Ramírez-Campillo a kol. (2018)		10/4/60°	7,49	1,85
Ramírez-Campillo a kol. (2018)		10/4/60°	7,42	1,27
Hernández a kol. (2018)	T- test	40/4/90°, 180°	14,88	2
Hernández a kol. (2018)	T- test	40/4/90°, 180°	10,57	1,18
Miller a kol. (2006)	T- test	40/4/90°, 180°	5,47	0,67
	Illinois agility test	60/9/60°, 180°	2,92	0,30

ATG = agility test, m = metry, ° = stupeň změny směru, Δ% = průměrná procentuální hodnota, ES = Cohenovo d effect size, D = dominantní končetina, ND = nedominantní končetina

Tabulka č. 6 Přehled studií a experimentálních skupin zaměřených na kombinovaný trénink

Studie	*ATG*	*ATG (m)/změny/(°)*	*Δ (%)*	*ES*
Ramirez-Campillo a kol. (2018)	T- test	18/4/90°, 180°	3,70	0,86
Ramirez-Campillo a kol. (2018)	T- test	18/4/90°, 180°	2,24	0,58
Makhlouf a kol. (2018)	Illinois agility test	60/9/60°, 180°	2,59	0,59

ATG = agility test, m = metry, ° = stupeň změny směru, Δ% = průměrná procentuální hodnota, ES = Cohenovo d effect size, D = dominantní končetina, ND = nedominantní končetina

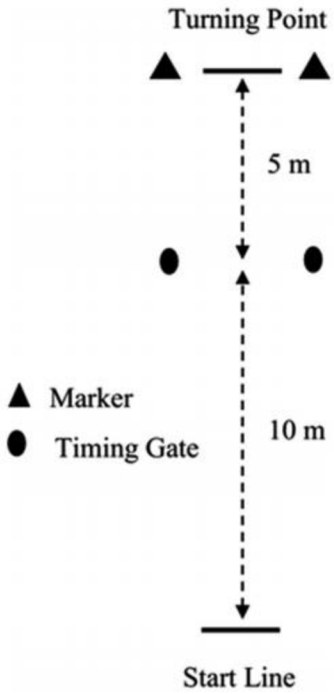
2.9 Testy agility

2.9.1 Testy rychlosti se změnou směru

505 agility test

Jelikož je test agility 505 předem naplánovaný a nevyžaduje žádnou reaktivní schopnost měří tento test ve skutečnosti CODS a byl by tak vhodnější název „505 CODs test“ jak píše ve svém článku Walker (2016).

Tradiční model 505 testu zahrnuje 10 m sprint skrz časosběrnou fotobuňku a následných 5 m sprintu s otočením na konci linie, kde musí proběhnout dotek nohou na této linii a vykonat obrat o 180 °, následně sprintovat zpět přes časosběrnou fotobuňku viz Obrázek č. 4, jak popisuje Nimphius a kol. (2016). Test 505 lze využít pro vyšetření CODS schopnosti pro každou nohu, jako využili Singh a kol. (2018) ve své studii. Podle Nimphius a kol. (2016) je doba trvání 505 testu relativně krátká, pohybuje se okolo 2-3 sekund a může tak klást větší důraz na zjištění schopností CODS, avšak vzhledem ke krátkému času věnovanému pouze CODS, lze maskovat nedostatky ve schopnosti CODS za schopnosti zrychlovat během lineárního sprintu.



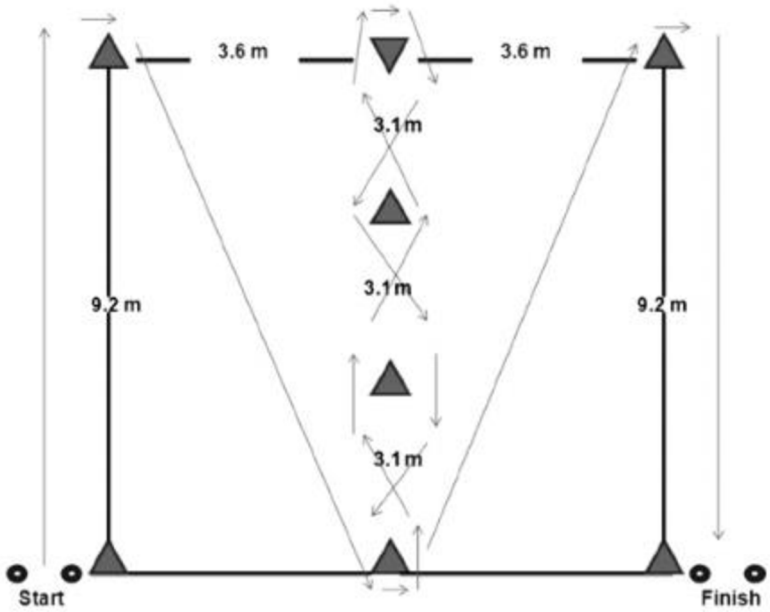
Obrázek č. 4 Schématické znázornění 505 COD testu (Nimphius a kol., 2016)

Illinois agility test

Illinois agility test byl využit k zjištění schopnosti akcelerovat, zpomalit, zatočit pod různými směry a úhly, stejně jak popisuje Miller a kol. (2006).

Hachana a kol. (2013) dospěli ve své studii k závěru, že Illinois agility test je platný reliabilní a validní protokol, který významně koreluje s rychlostí dolních končetin u mužských týmových sportovců. Reliabilitu a validitu testu potvrdili Kutlu a kol. (2017) i u amatérských žen fotbalistek, které byly testovány v souladu se zavedenými metodami podle Wilkinson a kol. (2009). Setkáme se však s mnoha různými modifikacemi testu. Testovací protokol Illinois agility testu Hachana a kol. (2013) byl

složen ze 4 kuželů tvořící testovací oblast. Na povel test začíná 9,2 m dlouhým sprintem na jehož konci oběhne kužel a vrací se ke startovací čáře o které probíhá slalom mezi 4 kužely tam a zpět rozmístěnými od sebe ve vzdálenosti 3,1 m. Následně obíhá druhý vrcholový kužel a dokončuje test závěrečným 9,2 m sprintem viz Obrázek č. 5. Jednou z dalších modifikací viz Kapitola 4.2.1 T – test a Illinois agility test.



Obrázek č. 5 Schéma Illinois agility testu (Hachana a kol.,2013)

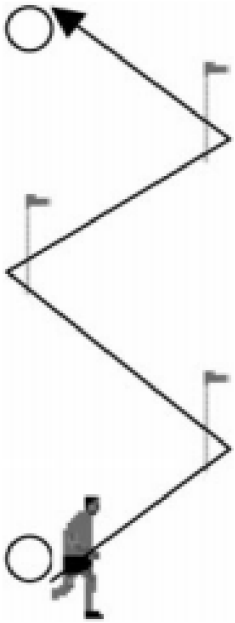
Agility T-test

Agility T-test viz Kapitola 4.2.1 T – test a Illinois agility test.

Zig-zag test

Jedná se o relativně jednoduchý test s aspekty zrychlení a zpomalení (Little a Williams, 2005) Zig-zag test využili ve svém výzkumu de Hoyo a kol. (2016) a Little a Williams (2005). Test byl složen z 20 m sprintu se třemi rychlými změnami směru v úhlu změny 100°. Jedná se tedy o čtyři

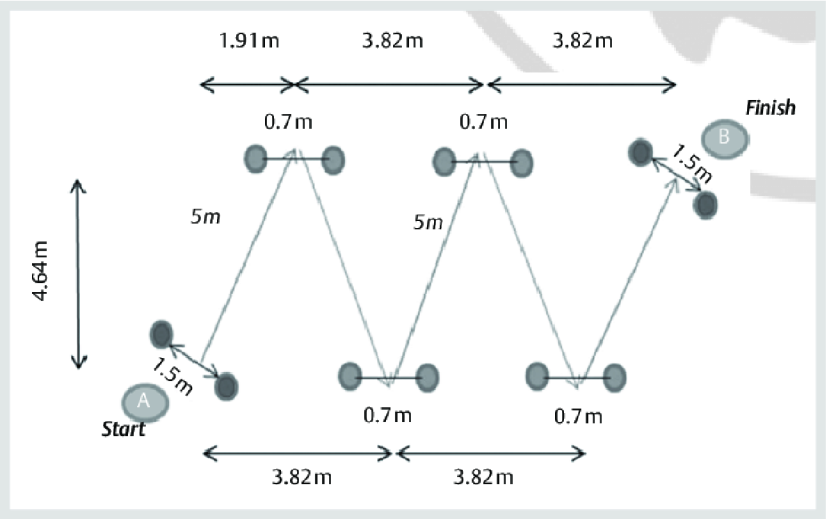
5m úseky se třemi změnami po stejným úhlem, jak znázorňuje Obrázek č. 4.



Obrázek č. 6 Schéma Zig-zag testu (Little a Williams, 2005)

V-cut test

V-cut test se skládá z 25 m sprintu se 4 změnami směru s úhlem změny 45° každých 5 m, jak aplikoval ve výzkumu Gonzalo-Skok a kol., (2015), který mimo jiné vyvodil závěr, že V-cut test je spolehlivým testem pro vyhodnocení schopnosti změnit směr.



Obrázek č. 7 Schéma V-cut testu (Gonzalo-Skok a kol., 2015)

2.10 Vztah relativní a absolutní síly na CODS

Tramel a kol. (2019) v rámci své studie zjišťovali, zda existuje vztah mezi absolutní sílou, relativní sílou, výbušnou (power) sílou a výkonem COD u středoškolských volejbalistek. Tramel a kol. (2019) v rámci studie přišli na zjištění, že existuje velmi významná korelace mezi relativní sílou a opakovaným jump testem, modifikovaným T-test a 5-0-5 agility test. Dále byla zjištěna významná korelace mezi absolutní sílou a modifikovaným T – testem.

V závěrečném shrnutí výsledků Tramel a kol. (2019) uvádějí, že rozvoj relativní síly dolních končetin může pozitivně ovlivnit výkon při COD a opakovaném jump testu u středoškolských volejbalistek. Dále uvádějí, že je třeba klást důraz i na rozvoj absolutní síly, která v kombinaci s nevýznamným přibytkem hmotností rovněž ovlivňuje úroveň relativní síly. Rovněž zdůrazňují i přesto, že nebyla prokázána silná korelace mezi úrovní absolutní síly a výkonem ve vertikálním skoku, neznamená, že

úroveň absolutní síly nemá vliv na jiné faktory, jako například schopnost rychle generovat sílu, u kterých byla zjištěna silná korelace ve vztahu s výkonem ve skoku. Jinými slovy absolutní víla může mít nepřímý vliv na výkon ve vertikálním skoku. Na základě výsledků doporučují, aby kondiční trenéři při tvorbě tréninkových programů kladli důraz na zařazení cviků a tréninkových metod zaměřených jak na rozvoj absolutní, tak i relativní síly dolních končetin. Výslovně doporučují zařazování cviků s plyometrickým charakterem svalové kontrakce, kvůli jejich pozitivnímu vlivu na reakční sílu a schopnost svalů snášet a lépe reagovat na excentrickou zátěž.

3 Cíle výzkumu a výzkumné otázky

Cílem výzkumu je na základě analýzy intervence silového a plyometrického tréninku zjistit míru rozvoje schopnosti rychlé změny směru dolních končetin.

3.1 Úkoly práce

Pro naplnění vytyčených cílů byly definovány následující úkoly práce:

- provedení rešerše příslušných zdrojů;
- výběr testovaného souboru;
- výběr metod pro testování
- tvorba a realizace intervenčního programu;
- zjištění hbitosti pro rychlou změnu směru a zahájení intervenčního programu
- zpracování naměřených dat a jejich následné základní statistické vyhodnocení
- vyhodnocení vlastních výsledků s výsledky dalších autorů a interpretace získaných dat
- ustanovení závěrů vycházejících z diskuse

3.2 Výzkumné otázky

Pro splnění cíle práce byly stanoveny následující výzkumné otázky:

VO1: Jak se bude lišit naměřený čas v pretestu a posttestu na použitých agility CODS testů po intervenci silového tréninku

VO2: Jak se bude lišit naměřený čas v pretestu a posttestu na použitých agility CODS testů po intervenci plyometrického tréninku

VO3: Jaká bude efektivita silového a plyometrikého tréninku v rámci porovnání pretestu a posttestu obou intervencí.

4 Metodika

4.1 Charakteristika výzkumného souboru

Výzkumný soubor, jak popisuje Reicher (2009), je část populace, která se účastní zkoumání a jsou na ni vztahovány jeho výsledky. V téhle práci byl výzkumný soubor tvořen ženami skupiny A vybraného florbalového týmu na vysoké úrovni. Věk žen se prohyboval v průměru okolo 22,3 let. Posledních 24 týdnů měly strávit absolvováním tréninkových programů zaměřených především na dolní polovinu těla. Příjem výživy a doplňků stravy nebyl během studie kontrolován. Před měřeným 16týdenním tréninkovým obdobím s rozdílnými tréninkovými programy měnícími se v polovině doby trvání výzkumu absolvovaly 8týdenní tréninkový program, který jim poskytl seznámení s tréninkovými postupy a přípravu na výzkumné tréninkové období. Časový interval odpočinku mezi tréninky byl nejméně 48 hodin. Před začátkem nového tréninkového programu byla provedena praktická instruktáž, aby se mohly naučit konkrétní tréninkové pohyby. Tréninkové období nebylo z důvodu korona virové krize dokončeno. Pouze 7 účastnic programu po dokončení silového programu bylo zařazeno k vyhodnocení dat, před uzavřením sportovišť z nařízení vlády z původních 33 žen. Ženy A zapojené do výzkumu, pravidelně navštěvovaly mimo výzkum vlastní tréninky v rámci sezónní přípravy.

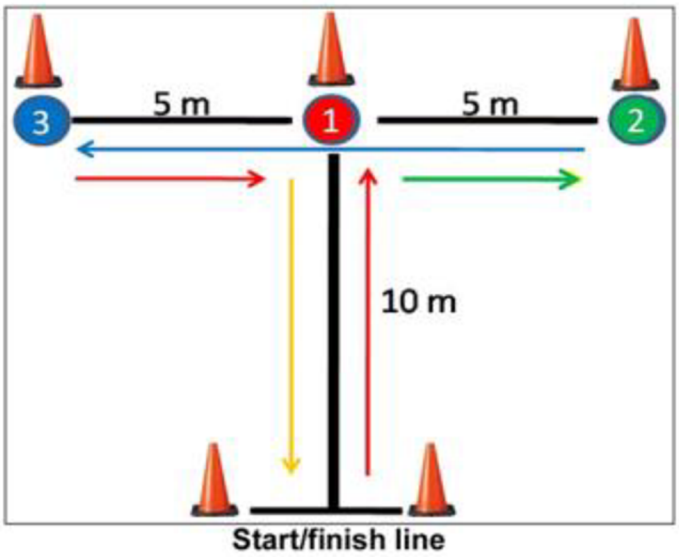
4.2 Výzkumné metody

Pretesty a posttesty byly složeny ze 2 agility testů se změnami směru T-test a Illinois agility test, které byly testovány ve stejný den v 3minutovým intervalem mezi testy. Účastníci měli řádný a opravný pokus. Aby bylo možné dokončit platnou sekvenci, bylo od subjektů požadováno, aby se u T-testu dotýkali vymezovacích kuželů jednou rukou a současně měnili směr. U Illinois agility testu bylo vyžadováno jejich oběhnutí. Oba agility testy byly snímány pomocí fotobuněk, které tvořily startovací a cílovou rovinku. Systém byl automaticky aktivován, jakmile testovaný účastník proběhl prostorem vymezeným 2 fotobuňkami umístěným naproti sobě.

4.2.1 T – test a Illinois agility test

Pro stanovení rychlosti pomocí směrové změny, jako je sprint vpřed, stranou vlevo, vpravo a pozpátku byl použit T – test. Pro zjištění schopnosti zrychlovat, zpomalovat, zatáčet, jinak měnit směry a běžet pod různými úhly, byl použit Illinois agility test, jak popisuje ve své práci Miller a kol. (2006).

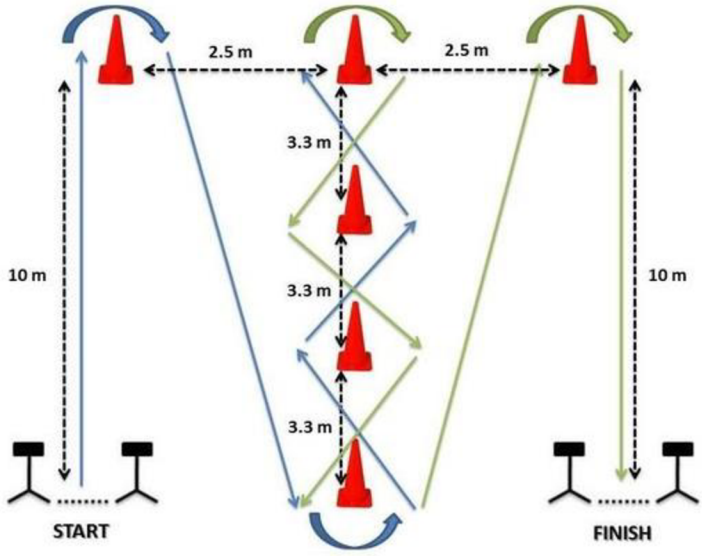
T – test podle Semenick (1990), měří schopnost rychle měnit směr běhu při zachování rovnováhy, bez ztráty rychlosti. Reliabilita a validita testu, jako měřítko rychlosti, síly a hbitosti dolních končetin se zdá být vysoce spolehlivé, jak popisuje Pauole a kol (2000). T – test byl realizován podle standardizované verze z předchozích zdrojů, včetně doteku jednotlivých kuželů i přesto, že podle Raya a kol. (2013), není podle literatury standardizován. Jednotky měření byly změněny z yardů na metry a postup testu byl převzat z pokynů založených na studii Miller a kol. (2006) s modifikací pouze jednoho pokusu.



Obrázek č. 8 Uspořádání T – testu (Raya a kol., 2013)

Test byl navržen podle protokolu (Miller a kol, 2006) za využití fotobuněk umístěných na začátku a konci základny testu. Sportovec začíná podle vlastního uvážení za startovní čarou a sprintuje dopředu k prvnímu 10 m vzdálenému kuželu, jehož základny se následně dotýká. Během stranou bez zkřížení nohou se přesouvá k druhému 5 metrů vzdálenému kuželu a dotýká se jeho základny. Poté se posouvá ke třetímu 10 m vzdálenému kuželu a dotýká se jeho základny. Nakonec se vrací k prvnímu 5 metrů vzdálenému kuželu a po doteku jeho základny se vrací 10 m pozpátku k základně, kde pobíhá fotobuňkou, která následně zastavuje čas. Testovací protokol, tvoří 40 m dlouhou trať o dvou 90° a dvou 180° změnách směru.

Illinois agility test byl využit k zjištění schopnosti akcelerovat, zpomalit, zatočit pod různými směry a úhly, stejně jak popisuje Miller a kol. (2006) od kterého byl převzat.



Obrázek č. 9 Uspořádání Illinois Agility Testu (Muniroglu a Subak, 2018)

Test byl převzat z testování Miller a kol. (2006) s mírnými modifikacemi. Kužely rozmístěné do tvaru obdélníku ve vzdálenosti 10 metrů dlouhé a 5 metrů široké strany společně s kužely umístěnými ve středu 3,3 metrů od sebe tvořily testovací plochu viz Obrázek č. 9. Sportovec začíná z jedné nebo druhé strany. Na signál vybíhá skrze fotobuňku z pozice podporu ležmo na předloktích a spouští čas. Obíhá první kužel a běží ke spodnímu ze středních kuželů, které následně slalomem probíhá v obou směrech. Nakonec obíhá poslední kužel a probíhá cílem, kde protíná fotobuňku, která následně zastavuje čas. Testovací protokol, tvoří cca 60 m dlouhou trať o 60°a 180° změnách směru.

4.3 Metodika intervenčního programu

Tréninkový program s přípravnými sezeními na výzkum by trval v ideálním případě 24týdnů a byl by rozdělen do 8týdeních bloků, ve kterých by se konala 2krát týdně s dobou odpočinku 72 hodin mezi jednotlivými tréninky. Všechny účastnice mohly pokračovat ve svých obvyklých tréninkových programech v rámci sezónní přípravy s výjimkou cvičení dolních končetin mimo tréninkový program. Rovněž jim bylo umožněno pokračovat v pravidelném sportovně zaměřeném tréninku. Kritéria pro nedodržení stanoveného měřeného výzkumného programu byla chybějící 2 sezení v řadě během tréninkového týdne. Skupina měla na každý tréninkový blok speciální tréninkový protokol, ve kterém se v prvních výzkumných 8 týdnech zaměřených na sílu provedla skupina v 5 hlavních sériích o 5 opakováních, kterým předcházely 2 série 10–15 opakování s 3minutovými pauzami mezi sériemi. Před tréninkovým programem provedly hráčky florbalu standardizovanou rozcvičku s důrazem na zahřátí a mobilizaci dolních končetin a beder. Objem tréninku byl po jednotlivé tréninkové programy stejný pro každý tréninkový týden. Účastnicím výzkumu byla poskytnuta dopomoc v případě potřeby. V průběhu výzkumu bylo možné odpor upravit přidáním zátěže pro zachování požadovaného počtu opakování s dostatečnou intenzitou. Plyometrický tréninkový blok nebyl dokončen a byl tak pouze vytvořen tréninkový plán na základě předchozí rešerše příslušené literatury, jakožto možný ideální protokol pro efektivní rozvoj CODS.

4.4 Metodika agility CODS testů

Testy pro předběžné testování byly provedeny v den první intervence před začátkem intervenčního programu. Stejné testy byly provedeny po ukončení jednotlivého 8týdenního intervenčního programu 2 dny po jeho ukončení. Všechny testy byly provedeny ve stejném pořadí T – test, následně Illinoius agility test po předchozím zahřátí s 3minutovou pauzou mezi jednotlivými měřeními viz. Kapitola 3.3.1 T-test a Illinois agility test.

4.5 Metodika přípravného programu k samotnému výzkumu

Před začátkem samotného zkoumání vlivu silového a plyometrického tréninkového tréninku na COD absolvovali všichni účastníci výzkumu přípravný 8týdenní program pro osvojení základů techniky cviků pro pozdější zatížení viz Tabulka č. 7 ve výzkumu v rámci silového tréninku. Účastnici tak absolvovali 8týdenní randomizovaný program 2krát týdně složený ze 6 cviků o 3 sériích po 10-15 opakováních s 60–75 % zatížení z 1 RM daného cviku vypočítaného v rámci přípravného týdně pro jednotlivé cviky, který se konal před začátkem programu. Objem tréninku byl stejný pro každý tréninkový týden. Účastníkům byla poskytnuta dopomoc v případě potřeby. V průběhu přípravného programu bylo možné odpor upravit přidáním zátěže pro zachování požadovaného počtu opakování s dostatečnou intenzitou.

Tabulka č. 7 Přípravný tréninkový program před začátkem výzkumu

PŘÍPRAVNÝ TRÉNINK	***TÝDEN 1 - 8***		
CVIK	**VÁHA**	**SÉRIE**	**OPAKOVÁNÍ**
*SHYB S EXPANDEREM**	60 - 75%	3	10 - 15
BENCH PRESS	60 - 75%	3	10 - 15
DŘEP	60 - 75%	3	10 - 15
VÝPADY	60 - 75%	3	10 - 15
SUMO DŘEP S JEDNORUČKOU	60 - 75%	3	10 - 15
VÝSKOKY NA BEDNU SNOŽMO	60 - 75%	3	10 - 15

*alternativa stahování kladky nadhmatem

4.6 Intervenční program

Intervenční program zaměřený na silový trénink pro rozvoj CODS viz. Tabulka č.8 byl zhotoven na základě předchozí rešerše příslušené literatury a předešlých zkušeností.

Tabulka č. 8 Silový intervenční program

SILOVÝ TRÉNINK	***TÝDEN 1 - 8***		
CVIK	**VÁHA**	**SÉRIE**	**OPAKOVÁNÍ**
SHYB	85%	4	5
BENCH PRESS	85%	4	5
DŘEP	85%	4	5
DEADLIFT	85%	4	5

Intervenční program zaměřený na plyometrický trénink neproběhl z důvodů korona virové krize. Tabulka č. 9 znázorňuje návrh plyometrického tréninku na základě předchozí literární rešerše a předešlých zkušeností.

PLYOMETRICKÝ TRÉNINK

	1	***2***	***3***	***4***	***5***	***6***	***7***	***8***
CVIK	**POČET SKOKŮ ZÁ TÝDEN**							
DROP JUMP BILATERALNĚ	8	10	12	14	16	18	20	8
STANDING LONG JUMP BILATERÁLTNĚ	8	10	12	14	16	18	20	8
COUNTER MOVEMENT JUMP BILATERALNĚ	8	10	12	14	16	18	20	8
DROP JUMP UNILATERÁLNĚ	6	8	10	12	14	16	18	6
COUNTER MOVEMENT JUMP UNILATERÁLNĚ	6	8	10	12	14	16	18	6
LATERAL BOUNDS	6	8	10	12	14	16	18	6
LATERAL PLYOMETRIC JUMPS	8	10	12	14	16	18	20	8
VÝSKOK O 180°	6	8	10	12	14	16	18	6

5 Výsledky

Všechny výsledky jsou uvedeny, jako aritmetický průměr z naměřených hodnot ± SD. Průměrné rozdíly mezi pretestem a posttestem byly vyjádřeny v procentech podle výpočtu. Pro lepší interpretaci výsledků a praktický význam mezi pretestem a posttestem nezávisle pro každou skupinu byla hodnocena výpočtem Cohenova d velikosti účinku (ES) viz Tabulka č. 10. Velikost účinků nad 0,8, mezi 0,8 a 0,5, mezi 0,5 a 0,2 a nižší než 0,2 byla považována za velkou, střední, malou a triviální stejně, jako bylo využito ve studii Yanci a kol. (2017). Analýza dat byla proveden pomoci programu Microsoft Excel, ve kterém byla vypočítán průměr, směrodatná odchylka a dvouvýběrový párový t-test na střední hodnotu s výchozí hodnotou hladiny významnosti alfa 0,05 viz Tabulka č. 10.

Tabulka č. 5 Statistické údaje Illinois agility testu a T-testu

	Tréninková skupina (n=7)			
Agility testy	**pretest**	**posttest**		
	průměr ± SD	průměr ± SD	%	ES
T-test	11,99±0,46*	12±0,36*	-0,15	-0,02
Illinois agility test	16,42±0,66	17,04±0,58	-3,74	-0,99

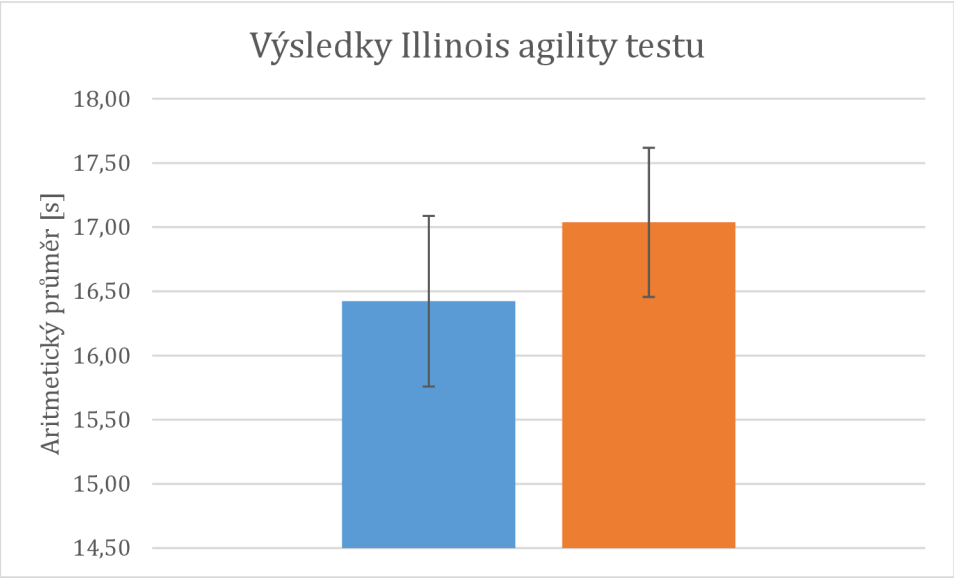
*zřetelně se liší od výchozí hodnoty p <0,05, ES = Cohenovo d effect size, pretest = měření před zahájením intervence, posttest = měření po končení intervence, % = průměrná procentuální hodnota

Naměřené hodnoty pomocí T-testu nevykázaly statisticky významný rozdíl mezi středními hodnotami (p >0,05) pretestu a posttestu na konci silového programu. Došlo k procentuálnímu zhoršení o -0,15 % a hodnota Cohenova d vykázala nepřiznivý efekt. Statisticky významný rozdíl pretestu a posttestu mezi středními hodnotami (p <0,05) vykázaly

výsledné hodnoty měření Illinois agility testu. Silový trénink měl tedy prokazatelně negativní efekt na výsledné měření. Tvrzení potvrzuje -3,74 % negativní nárůst společně s vysokou hodnotou nepříznivou hodnotou Cohenova d, podle přepočtu dle Falch a kol. (2019).

5.1 Illinois agility test

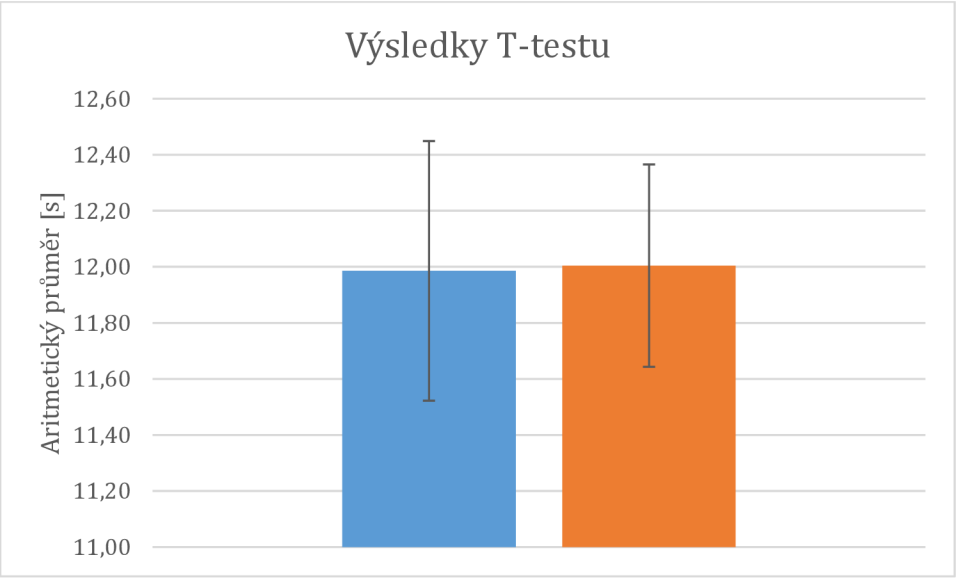
Na konci 8týdenního silového programu nedošlo ke zlepšení v oblasti silově orientovaného agility testu zaměřeného na CODS u tréninkové skupiny (n=7), která jak se zřejmé z Obrázku č. 10 nedosáhla k průměrnému časovému zlepšení, naopak došlo z výchozího času 16,42 sekund ke zhoršení na 17,04 sekund, tedy k navýšení uběhnutí IAT v rozdílu o 0,62 sekund. Součást grafu tvoří směrodatná odchylka (SD), která pro hodnoty pretestu označuje hodnotu 0,66 a 0,58 pro posttest Illinois agility testu.



Obrázek č. 10 Graf měření průměrného procentuálního zlepšení IAT tréninkové skupiny

5.2 T-test

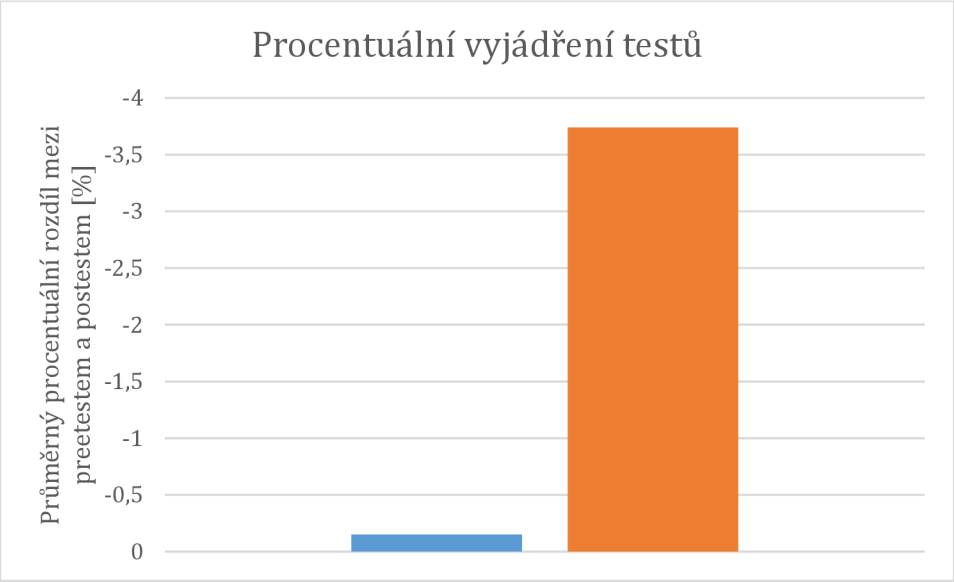
Na konci 8týdenního silového programu nedošlo ke zlepšení v oblasti silově a rychlostně orientovaného agility testu zaměřeného na CODS u tréninkové skupiny (n=7), která jak se zřejmé z Obrázku č. 11 nedosáhla k průměrnému časovému zlepšení ani k výraznému pozorovatelnému zhoršení z 12,00 sekund ke změně na 11,99 sekund, tedy k navýšení uběhnutí T-testu v rozdílu o 0,01 sekund. Součást grafu tvoří směrodatná odchylka (SD), která pro hodnoty pretestu označuje hodnotu 0,46 a 0,36 pro posttest T-testu.



Obrázek č. 11 Graf měření průměrného procentuálního zlepšení T-testu trénující skupiny

5.3 Procentuální vyjádření CODS testů

Průměrná procentuální změna v časech jednotlivých testů zaměřených na CODS se projevila negativně pro oba výsledné časy agility testů tréninkové skupiny, které nevykázaly zlepšení v Illinois agility testu, naopak dospěla skupina ke zhoršení o -3,74 %. Stejně tak nedošlo ke zlepšení v měření T-testu tréninkové skupiny, která vykázala horšení o -0,15 % na konci 8týdenní intervence, jak graficky zvýrazňuje Obrázek č. 12.



Obrázek č. 12 Průměrný procentuální rozdíl tréninkové skupiny ve vybraných testech agility

6 Diskuse

První část diskuse bude zaměřena na silový trénink a jeho promítnutí do CODS, jehož výzkum v omezených podmínkách i přes probíhající korona virovou krizi proběhl a jeho výsledky byly zpracovány i přes nemožnost úplného doměření celého testovaného vzorku, který zahrnuje pouze testovací skupinu. Druhá část diskuse by byla za standartních podmínek zaměřena na zhodnocení plyometrického tréninku a jeho vliv na CODS vytvořeného tréninkového protokolu, který tak vznikl v pouze hypotetické rovině v podobě analýzy předchozí rešerše, a proto druhá část diskuse neobsahuje porovnávaná data.

6.1 Vliv silového tréninku na rozvoj agility COD

Prvním použitým agility CODS testem byl T-test, který je převážně silově, ale i rychlostně zaměřený a dokáže hbitost dolních končetin spolehlivě změřit. Bylo využito modifikované verze s převedenými jednotkami z yardů na metry. Zjištěním zlepšení hbitosti dolních končetin zaměřených na CODS za využití T-testu, jako výchozího měřícího testu ať jeho standartní verze nebo za využití různých modifikací, ale za zachování počtů změn směru a stejného úhlu se zabývala řada studií. Stejně tak druhý použitý Illinois agility test, který zjišťuje silové, ale i z velké části rychlostní schopnosti promítající se do CODS vzhledem k úhlům změny směrů. Po absolvování 8týdenního silového programu s tréninkovými dny 2krát do týdne nedošlo k významnému zlepšení, ale ani zhoršení v případě agility T-testu. V případě Illinois agility testu naopak došlo k pozorovatelnému zhoršení. Agility T-testu vykázal na konci silového

tréninkového protokolu zhoršení pouze o -0,15 % s negativní nepříznivou hodnotou Cohenova d -0,02. Illinois agility test prokázal u tréninkové skupiny o poznání výraznější zhoršení s průměrnou procentuální změnou - 3,74 % a velkou nepříznivou hodnotu Cohenova d - 0,99. Tento výrazný rozdíl mezi jednotlivými testy může být zapříčiněn právě v rozdílné převaze silové a rychlostní orientace.

Pouze 2 nalezené studie a jejich experimentální skupiny se zaměřily na zkoumání silového tréninku a jeho projevu na CODS u žen.

Jednou z těchto studií byla Arazi a kol. (2014) do které se zapojilo 29 zdravých netrénovaných žen, které prováděli svůj tréninkový program 2krát týdně po dobu 6 týdnů. Experimentální skupina zaměřená na odporový trénink složený ze 4 cviků o 60 % intenzitě vypočítané z 1RM o 6 opakováních po 3 sériích s 1minutovou pauzou vykázala průměrné 6,4 % zlepšení a velkou hodnotu ES >0,8. K zjištění CODS byl využitý agility T-test, stejně jako tomu bylo i v naší studii. V porovnání jednotlivých výsledku s našimi výsledky agility T-testu o stejné rozloze, jako tomu bylo ve zmíněné studii jsme nevykázali zlepšení s výsledkem -0,15 % se nepříznivou hodnotou ES. Tento rozdíl ve výsledných hodnotách pravděpodobně zapříčinilo odlišné složení cviků a intenzita tréninkového protokolu tvořeného mimo jiné z podřepu, který se mohl pravděpodobně projevit v síle běhu vzhledem k jeho bližšímu rozsahu pohybu, než je tomu u hlubokého dřepu. Stejně jako mohl mít nižší výsledný efekt tréninku v porovnání trénujících a netrénujících žen.

Studie İnce (2019) se zúčastnilo 34 vysokoškolských žen, která zkoumala účinky randomizovaného tréninku pro rozvoj Olympijského vzpírání složeného ze cviků Hang split snatch, Hang split clean a Split jerk. Během 6týdenního tréninku se zvyšující intenzitou 5 % z 1RM za týden od 70 % do 90 % a 3 sérií po 5 opakováních s proměnlivými počty

sérií během tréninkového programu, došli k 2,52 % zlepšení v agility T-testu s malou hodnotou ES. Oproti našim hodnotám došlo ke zlepšení v případě T-testu i přesto, že experimentální skupina výše zmíněné studie vykázala pouze malou hodnotu ES. Opět mohlo přispět k těmto výrazným rozdílům ve srovnání jednotlivých studií v rozdílném přístupu k tréninku. Všechny pohyby byly navíc provedeny co nejrychleji a výbušně, což mohlo mít taky výrazný vliv na výsledný účinek tréninku na COD, oproti našemu tréninku, v němž byly všechny cviky provedeny pomalu a kontrolovaně.

K zjištění vlivu různých přístupů silového tréninku s využitím dřepu v plném rozsahu na zlepšení CODS, stejně jako tomu bylo v našem případě se zařazením mrtvého tahu do silových cviků zaměřených na rozvoj silových schopností se využila řada studii a jejich experimentálních skupin.

Většina studií, které do svých výsledků silových tréninků zahrnuly mimo jiné i agility CODS testy využila mužských účastníků. Přestože vliv silových schopností promítajících se ze silových tréninků nelze zcela porovnávat mezi opačnými pohlavími, jsou níže porovnány výsledky výzkumů blížících svým přístupem k tréninku našemu výzkumu a porovnávány bez ohledu na pohlaví účastníků. Je tak možné srovnat případný účinek podobného silového trénink mezi pohlavími.

Jednou z těchto studií byla McBride a kol. (2002), které se zúčastnilo 26 mužů ve věku v rozmezí 18-30 let ve které využili mimo jiné T-test pro zjištění hbitosti. Účastníci výzkumu podstoupili 8týdenní silový trénink, který absolvovali 2krát týdně. Trénink probíhal ve 2 experimentálních skupinách rozdělených na základě příslušených protokolů, které byly tvořeny ze cviku dřepu s výskokem prováděného pomocí multipressu (Smith machine) s rozdílně přidanou zátěží 30 % nebo 80 % z

vypočítaného 1RM. Z pohledu průměrného procentuálního zlepšení došlo pro obě skupiny k výraznému zlepšení. Skupina se 30 % přidanou zátěží na dřep vykázala 1,71 % zlepšení, kdežto cvičení s 80 % jednoho přidaného maxima přispělo k výslednému 2,27 % zlepšení ve výsledných časech agility testu. Výsledky z mého výzkumu nevykázaly žádné zlepšení pro T-test na konci tréninkového programu došlo ke zhoršené o -0,15 %. Výrazný rozdíl v porovnání hodnot vykázal velikost účinku, který tvořil pro porovnávané experimentální skupiny velkou hodnotu ES >0,8 pro 30 % z 1RM i skupinu s 80 % z 1RM. Oproti nepříznivé negativní malé hodnotě našeho výzkumu ES pro agility T-test. Rozdílné výsledky mohou být zapříčiněné rozdílným přístupem tréninku, kdy v případě porovnávané studie došlo k provedení cviků s výskokem, a tedy co nejrychleji a výbušně, oproti našim pomalému a kontrolovanému způsobu tréninku. Stěžejním faktorem samozřejmě bude i rozdílné pohlaví účastníků jednotlivých výzkumů, a tak i pravděpodobně jiný výsledný silový nárůst.

Autoři využívali mimo námi zvolené agility testy i jiné. Zig-zag test použili de Hoyo a kol. (2016), kteří srovnávali mimo jiné účinky cvičení silového dřepu v plném rozsahu pohybu na změny v CODS. Experimentální skupiny výcvikového programu dřepu se zúčastnilo 11 elitních fotbalistů U-19, kteří podstoupili 8týdenní silový trénink 2krát týdně. Tréninkový program složený z 2-3 sérií po 4-8 opakováních při 40-60 % vypočítaných z 1RM neprokázala výrazné zlepšení s 0,4 % zlepšení a s triviální hodnotou ES po výsledném Zig-zag testu. Výsledky studie neprokázali zlepšení ani zhoršení v oblasti CODS testu. Ve srovnání bychom mohli říct, že se jeví i přes nedosažení výrazných výsledků výhodnější zvolit výše zmíněný tréninkový plán o stejné intenzitě, oproti námi sestavenému tréninku o vyšší intenzitě i přesto, že se jedná v minimální

zlepšení oproti našim výsledkům. V případě, že bychom zanedbali fakt, že se jednalo o účastníky opačného pohlaví a efekt tréninku tak může být rozdílný. V potaz však musíme brát i rozdílné zvolení agility testu u kterého by se mohl objevit rozdíl v časech u jednotlivých tréninkových přístupů i přesto, že se jednalo o oba testy svými parametry hodnoticí silové schopnosti jedince.

Jedním z autorů, který nevykázal zlepšení po absolvování silového tréninku byl Barbalho a kol. (2018), který použil ve svém výzkumu nelineární model periodizace fyzické zdatnosti mladých fotbalistů. Tréninková experimentální skupina podstoupila 15týdenní silový program ve 3 tréninkových dnech týdně z toho 2 dny tvořili právě tréninkový plán zaměřený na rozvoj síly v dolních končetinách. Výsledky agility T-testu prokázaly zhoršení o -1,7 %. Dospěli k výraznějšímu negativnímu procentuálnímu zhoršení, než tomu bylo u výsledků T-testu naše tréninkového programu. Stejně, jako tomu bylo v našem případě vykázali nepříznivou negativní hodnotu ES. Pokud bychom srovnali jednotlivá data, jako by se jednalo o výzkumy zaměřené na stejné pohlaví bylo by nežádoucí aplikovat dlouhodobý nelineárně periodizovaný trénink s rozdílnou intenzitou tréninku, každý týden. Stejně tak by výrazných změn hbitosti nedosáhl lineární silový tréninkový protokol o vysoké intenzitě. Nízká výsledná hodnota může být dále zapříčiněna dlouhou délkou tratě T-testu.

Stejně tak neprokázal významné zlepšení CODS hodnoceném RSSA testem agility Spineti a kol. (2018) se zlepšením 0,98 % a malou hodnotou významností ES po dokončení 8týdenního programu ve 3 tréninkových dnech týdně, který tvořil mimo jiné dřep v multipressu a různé modifikace mrtvého tahu s narůstajícím počtem sérií v rozmezí 2-4 a doby intervalu odpočinku 1-3 minut během týdne a snižováním počtu

opakování 4-15 RM. Nízká hodnota mohla být zapříčiněna zvoleným agility testem, který tvořil poměrně dlouhou dráhu pouze přímého sprintu s 1 změnou směru. Stejné vzdálenosti s větším počtem změn směru bylo využito v našem výzkumu, který stejně jako zmíněný výzkum nevykázal požadované zlepšení.

Siddle a kol. (2019) zvolili pro měření CODS 20metrový lineární sprint s jedním otočením o 180°. Jednalo se tedy o poloviční dráhu, oproti předchozí studii Spineti a kol. (2018). Výsledné měření proběhlo 6 týdnů po skončení tréninkového programu, které vykázalo 2,67% zlepšení s velkou hodnotou ES a následně udržení 2,46 % nárustu po 3týdenním detréniku. Náš výzkum nedosáhl významných výsledků ve srovnáním se zmíněným výzkumem. Kratší dráha se však mohla projevit více ve výsledných silových schopnostech, naproti tomu v námi vybrané delší délce tratě se tak mohla naopak projevit rychlostní schopnost jedince.

Nejvíce se k námi zvolené metodě blížila tréninková metoda Keller a kol. (2018) zaměřena na maximální sílu složená ze cviků zadního hlubokého dřepu a mrtvého tahu zlepšila po 4týdenním tréninku ve 2 trénincích týdně rychlost CODS o přibližně 12,73 % a dosáhla tak největšího průměrného procentuálního nárůstku ze všech zmíněných studií navíc i velké hodnoty ES 1,94 v agility modifikovaném T-test o délce cca 25 m. Studie tak naznačuje, že k výraznému zlepšení v oblasti CODS dochází už po 4týdněch silového tréninku se zvyšováním ze 4 na 6 sérií a snižováním počtu opakování z 10 na 4 mezi prvním a posledním týdnem stejně tak s dobou odpočinku 3 až 5 minut během postupu v tréninkovém programu. V našem případě lineárně nastavený tréninkový plán s pevně danými počty sérií a opakování po dobu celého programu neprokázaly tak významné zlepšení po dokončení výzkumu. Rozdílné hodnoty mohli být zapříčiněny nestejnou délkou tratě T-test, kdy u porovnávaného

výzkumu byla délka zkrácena, oproti naší o necelou polovinu a tím tak mohlo dojít k lepšímu projevu silové schopnosti, kdežto u námi zvolené vzdálenosti se mohl projevit rychlostní charakter v průběhu testu. Stejně tak jak tomu bylo v předchozích studiích v porovnání neodmyslitelně hraje významný faktor opačné pohlaví účastníků výzkumu.

6.2 Vliv plyometrického tréninku na rozvoj agility CODS

Z výsledků Ramírez-Campillo a kol. (2015) integrovaných plyometrikých cviků fotbalistů s nízkým objemem a vysokou intenzitou v rámci fotbalového tréninku mladých fotbalistů by měla být zahrnutá bilaterální i unilaterální cvičení pro efektivní zvýšení ve sprintu i CODS. Stejně tak dochází k výhodnějšímu zlepšení výkonu v případě zařazení kombinace vertikálních a horizontálních cviků, jak poukázali Ramírez-Campillo a kol. (2015). K dalšímu zjištění by bylo vhodné zjistit změny hodnot vzhledem ke sprintu a COD tréninkových programů s více směrnými bilaterálními a unilaterálními skoky, kterými se zabývala studie Hernandéz a kol. (2018). Jejich krátkodobý randomizovaný a non-randomizovaný vysoko intenzivní trénink mladých mužů v rámci sezónního basketbalového tréninku vykázal maximální zlepšení v případě randomizovaného programu. Z pohledu zatížení prepubertálních mužských fotbalistů naznačuje studie Chaabene a Negra (2017), že krátkodobý vysoký objem ve srovnání s nízkým objemem tréninku nemá žádný další účinek na výkon ve sprintu, COD a schopnosti skákat. Z hlediska časové efektivity se jeví jako vhodnější nízko objemový trénink oproti vysoko objemovému, aby s zlepšila výkonnost. Zjištěná data jsou vhodná do jisté míry i pro pubertální a postpubertální mužské fotbalistů u jiných druhů

sportů je potřeba dále zkoumat. Na účinky různých frekvencí poukázali Bouguezzi a kol. (2018), konkrétně na provedení jednoho nebo dvou sezení týdně vyvolá podobný výsledný efekt u prepubertálních mužských fotbalistů. Z důvodů vyššího rizika úrazovosti souvisejícího s plyometrickým tréninkem během vyššího zatížení vystavovaného během dvou sezení týdně. Stejnou problematikou se zabývali Yanci a kol. (2017), který potvrzuje tvrzení, že tréninkový program s 1 plyometrickým tréninkem může být vhodný program pro zlepšení fyzické výkonnosti u hráčů futsalu. Ovšem pokud se zaměříme pouze na COD skupina praktikující trénink dvakrát týdně vykazovala lepší výsledky než skupina trénující pouze jeden den během týdne. Je možné, že některé vybrané cviky byli více efektivní pro zlepšení CODS to ovšem vyžaduje více studií. Předešlé studie se zabývaly projevy tréninkové frekvence u mužů, Ramírez-Campillo a kol. (2018) zkoumali vliv tréninkové frekvence na výsledky plyometrického tréninku u žen, konkrétně amatérských hráček fotbalu. Závěry výzkumu naznačují že vyšší frekvence sezení nemá žádné další účinky na rozvoj fyzických zdatností hráček v případě vyrovnání středního objemu krátkodobého tréninku. Na porovnání ženských a mužských fotbalistů vzhledem k maximální intenzitě cvičení a vytrvalosti plyometrického tréninku se zaměřili Ramírez-Campillo (2015), kteří naznačují, že adaptace na plyometrický trénink se u mužů a žen neliší. V případě výšky seskoku se jeví, jako ideální varianta optimální výška boxu, proti výšce fixované, jak popisuje Ramírez-Campillo a kol. (2018).

7 Závěry

Na počátku diplomové práce jsme se zabývali syntézou poznatků k dané problematice. V této části jsme nastínili, co je to silový, plyometrický trénink a jejich benefity. Porovnaly jednotlivé pojmy agility a CODS. Nastínili jednotlivé agility a CODS testy. A porovnali vzájemný vztah mezi přímým sprintem, sílou a CODS.

Z nastudovaných zdrojů vyplynuly výzkumné otázky.

První výzkumná otázka (VO1) se týkala časové změny agility CODS testu po silové intervence, které se promítly v průměrných procentuálních hodnotách a hodnotách velikosti účinku. Po absolvování 8týdenního silového programu se 2 tréninkovými dny za týden nedošlo k pozitivní, ani výrazné negativní změně v případě agility T-testu s výslednými hodnotami průměrného procentuálního zhoršen o -0,15 % s nepříznivou hodnotou Cohenova d -0,02. Illinois agility test prokázal u tréninkové skupiny o poznání výraznější zhoršení s průměrnou procentuální změnou - 3,74 % a velkou negativní hodnotou ES -0,99 Cohenova d. Tato zjištění byla s pravděpodobností přičítána odlišnému zaměření na silové a rychlostní schopnosti jednotlivých CODS testů.

Druhá výzkumná otázka (VO2) se týkala časové změny agility CODS testu po plyometrické intervenci, která z důvodu korona virové krize nebyla uskutečněna a bylo navrhnuto doporučení k sestavení tréninkového protokolu na základě předešlé analýzy literární rešerše.

Třetí výzkumná otázka (VO3) se týkala porovnání časových změn obou zvolených tréninkových metod. K porovnání nebylo možné dospět na základě nemožnosti provedení plyometrické intervence.

Podle zjištění našeho současného výzkumu nelze doporučit, aby stanovená silová tréninková metoda byla vhodnou formou tréninku pro

zlepšení svalové síly u žen ve vztahu ke zlepšení CODS. Musíme si také uvědomit, že mohlo dojít k ovlivnění výsledků v rámci sezónní přípravy žen, která probíhala paralelně s naším výzkumem.

Jsou nutné další studie změřené na jednotlivé metody tréninku a jejich projev v hodnotách různých agility CODS testů u žen, jelikož neexistuje příliš mnoho studií zabývajících se tohle problematikou. V nejlepším případě srovnat vliv jednotlivých metod na různé agility CODS testy paralelně u ženských i mužských účastníků. V případě plyometrického tréninku bychom do výzkumu navrhovali na základě analýzy dat z uvedené literatury randomizovaný plyometrický tréninkový protokol se zařazením skokových prvků o nízké intenzitě se zařazením kombinace unilaterálních, bilaterálních a horizontálních a vertikálních cviků s nízkým objemem tréninku s případnou optimální výškou seskokového boxu.

Zdroje

1. ARAZI, Hamid, Abbas ASADI a Somayeh ROOHI. ENHANCING MUSCULAR PERFORMANCE IN WOMEN: COMPOUND VERSUS COMPLEX, TRADITIONAL RESISTANCE AND PLYOMETRIC TRAINING ALONE. *Journal of Musculoskeletal Research* [online]. 2014, **17**(02) [cit. 2021-6-18]. ISSN 0218-9577. Dostupné z: doi:10.1142/S0218957714500079
2. ASADI, Abbas a Rodrigo RAMÍREZ-CAMPILLO. Effects of cluster vs. traditional plyometric training sets on maximal-intensity exercise performance. *Medicina* [online]. 2016, **52**(1), 41-45 [cit. 2021-6-2]. ISSN 1010660X. Dostupné z: doi:10.1016/j.medici.2016.01.001
3. BAKER, D a NANCE, S. The relation between running speed and measures of strength and power in professional rugby league players. J Strength Cond Res 13: 230–235, 1999.
4. BARBALHO, Matheus, Paulo GENTIL, Rodolfo RAIOL, Fabrício DEL VECCHIO, Rodrigo RAMIREZ-CAMPILLO a Victor COSWIG. Non-Linear Resistance Training Program Induced Power and Strength but Not Linear Sprint Velocity and Agility Gains in Young Soccer Players. *Sports* [online]. 2018, **6**(2) [cit. 2021-6-18]. ISSN 2075-4663. Dostupné z: doi:10.3390/sports6020043
5. BERNACIKOVÁ, Martina, Kateřina KAPOUNKOVÁ, Jan NOVOTNÝ a kol. Fyziologie sportovních disciplín. *Fyziologie sportovních disciplín* [online]. Brno: Fakulta sportovních studií, 2010 [cit. 2021-6-18]. Dostupné z: https://is.muni.cz/do/fsps/e-learning/fyziologie_sport/sport/hry-florbal.html
6. BOUGUEZZI, Raja, Helmi CHAABENE, Yassine NEGRA, Rodrigo RAMIREZ-CAMPILLO, Zied JLALIA, Bessem MKAOUER a Younés HACHANA. Effects of Different Plyometric Training Frequencies on Measures of Athletic Performance in Prepuberal Male Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research* [online]. 2018, **34**(6), 1609-1617 [cit. 2021-6-3]. ISSN 1064-8011. Dostupné z: doi:10.1519/JSC.0000000000002486
7. BOURGEOIS, Frank A., Mike R. MCGUIGAN, Nicholas D. GILL a Paul GAMBLE. *PHYSICAL CHARACTERISTICS AND PERFORMANCE IN CHANGE OF DIRECTION TASKS: A BRIEF REVIEW AND TRAINING CONSIDERATIONS* [online]. 2017 [cit. 2021-6-18]. Dostupné z:

https://www.researchgate.net/publication/343657597_Bourgeois_et_al_2017_-_Physical_characteristics_and_performance_in_change_of_direction_tasks_a_brief_review_and_training_considerations

8. CRONIN, J a HANSEN, K. Strength and power predictors of sports speed. J Strength Cond Res 19: 349–357, 2005.
9. DE HOYO, Moises, Oliver GONZALO-SKOK, Borja SAÑUDO, Claudio CARRASCAL, Jose R. PLAZA-ARMAS, Fernando CAMACHO-CANDIL a Carlos OTERO-ESQUINA. Comparative Effects of In-Season Full-Back Squat, Resisted Sprint Training, and Plyometric Training on Explosive Performance in U-19 Elite Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research* [online]. 2016, **30**(2), 368-377 [cit. 2021-6-18]. ISSN 1064-8011. Dostupné z: doi:10.1519/JSC.0000000000001094
10. DOVALIL, Josef. *Výkon a trénink ve sportu*. 3. vyd. Praha: Olympia, 2009. ISBN 978-80-7376-130-1. https://www.fsps.muni.cz/emuni/data/reader/book-5/Cover.html
11. GONZALO-SKOK, O., J. TOUS-FAJARDO, L. SUAREZ-ARRONES, J. ARJOL-SERRANO, J. CASAJÚS a A. MENDEZ-VILLANUEVA. Validity of the V-cut Test for Young Basketball Players. *International Journal of Sports Medicine* [online]. 2015, **36**(11), 893-899 [cit. 2021-6-18]. ISSN 0172-4622. Dostupné z: doi:10.1055/s-0035-1554635
12. HACHANA, Younes, Helmi CHAABÈNE, Mohamed A. NABLI, Ahmed ATTIA, Jamel MOUALHI, Najiba FARHAT a Mohamed ELLOUMI. Test-Retest Reliability, Criterion-Related Validity, and Minimal Detectable Change of the Illinois Agility Test in Male Team Sport Athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research* [online]. 2013, **27**(10), 2752-2759 [cit. 2021-6-18]. ISSN 1064-8011. Dostupné z: doi:10.1519/JSC.0b013e3182890ac3
13. HAMMAMI, Mehréz, Yassine NEGRA, François BILLAUT, Souhail HERMASSI, Roy J. SHEPHARD a Mohamed Souhaiel CHELLY. Effects of Lower-Limb Strength Training on Agility, Repeated Sprinting With Changes of Direction, Leg Peak Power, and Neuromuscular Adaptations of Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research* [online]. 2018, **32**(1), 37-47 [cit. 2021-6-18]. ISSN 1064-8011. Dostupné z: doi:10.1519/JSC.0000000000001813

14. HAMMAMI, Mehréz, Yassine NEGRA, Roy J. SHEPHARD a Mohamed Souhaiel CHELLY. The Effect of Standard Strength vs. Contrast Strength Training on the Development of Sprint, Agility, Repeated Change of Direction, and Jump in Junior Male Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research* [online]. 2017, **31**(4), 901-912 [cit. 2021-6-18]. ISSN 1064-8011. Dostupné z: doi:10.1519/JSC.0000000000001815
15. HERNÁNDEZ S, RAMÍREZ-CAMPILLO R, ÁLVAREZ C, SANCHEZ-SANCHEZ J, MORAN J, PEREIRA LA, LOTURCO I. Effects of Plyometric Training on Neuromuscular Performance in Youth Basketball Players: A Pilot Study on the Influence of Drill Randomization. J Sports Sci Med. 2018 Aug 14;17(3):372-378. PMID: 30116110; PMCID: PMC6090388.
16. CHAABENE, Helmi a Yassine NEGRA. The Effect of Plyometric Training Volume on Athletic Performance in Prepubertal Male Soccer Players. *International Journal of Sports Physiology and Performance* [online]. 2017, **12**(9), 1205-1211 [cit. 2021-6-2]. ISSN 1555-0265. Dostupné z: doi:10.1123/ijspp.2016-0372
17. İNCE, İzzet. Effects of Split Style Olympic Weightlifting Training on Leg Stiffness Vertical Jump Change of Direction and Sprint in Collegiate Volleyball Players. *Universal Journal of Educational Research* [online]. 2019, **7**(1), 24-31 [cit. 2021-6-18]. ISSN 2332-3205. Dostupné z: doi:10.13189/ujer.2019.070104
18. KELLER, Sebastian, André KOOB, Dino CORAK, Valerian VON SCHÖNING a Dennis-Peter BORN. How to Improve Change-of-Direction Speed in Junior Team Sport Athletes—Horizontal, Vertical, Maximal, or Explosive Strength Training? *Journal of Strength and Conditioning Research* [online]. 2018, **34**(2), 473-482 [cit. 2021-6-18]. ISSN 1064-8011. Dostupné z: doi:10.1519/JSC.0000000000002814
19. KUTLU, Mehmet, Hakan YAPICI a Abdullah YILMAZ. Reliability and Validity of a New Test of Agility and Skill for Female Amateur Soccer Players. *Journal of Human Kinetics* [online]. 2017, **56**(1), 219-227 [cit. 2021-6-18]. ISSN 1899-7562. Dostupné z: doi:10.1515/hukin-2017-0039
20. KYSEL, Jiří. *Florbal: kompletní průvodce*. Praha: Grada, 2010. Sport extra. ISBN 978-80-247-3615-0.
21. LEHNERT, Michal a kol. [online]. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2014 [cit. 2021-6-18]. ISBN 978-80-244-4330-0. Dostupné z: https://publi.cz/books/148/Cover.html

22. LITTLE, Thomas a Alun G. WILLIAMS. Specificity of Acceleration, Maximum Speed, and Agility in Professional Soccer Players. *The Journal of Strength and Conditioning Research* [online]. 2005, **19**(1) [cit. 2021-6-18]. ISSN 1064-8011. Dostupné z: doi:10.1519/14253.1
23. MAKHLOUF, Issam, Anis CHAOUACHI, Mehdi CHAOUACHI, Aymen BEN OTHMAN, Urs GRANACHER a David G. BEHM. Combination of Agility and Plyometric Training Provides Similar Training Benefits as Combined Balance and Plyometric Training in Young Soccer Players. *Frontiers in Physiology* [online]. 2018, **9** [cit. 2021-6-18]. ISSN 1664-042X. Dostupné z: doi:10.3389/fphys.2018.01611
24. MCBRIDGE, Jeffrey M., Travis TRIPLETT-MCBRIDE, Allan DAVIE a Robert Usher NEWTON. The Effect of Heavy- Vs. Light-Load Jump Squats on the Development of Strength, Power, and Speed. *The Journal of Strength and Conditioning Research* [online]. 2002 [cit. 2021-6-18]. Dostupné z: doi:10.1519/1533-4287(2002)016<0075:TEOHVL>2.0.CO;2
25. MECKEL, Y, ATTERBOM, H, GRODJINOVSKY, A, BEN-SIRA, D, a ROSTEIN, A. Physiological characteristics of female 100 metre sprinters of different performance levels. J Sports Med Phys Fitness 35: 169–175, 1995
26. MILLER, M. G., HERNIMAN, J. J., RICARD, M. D., CHEATHAM, C. C., & MICHAEL, T. J. (2006). The effects of a 6-week plyometric training program on agility. *Journal of sports science & medicine*, *5*(3), 459–465.
27. MUNIROGLU, Surhat a Erdem SUBAK. A Comparison of 5, 10, 30 Meters Sprint, Modified T-Test, Arrowhead and Illinois Agility Tests on Football Referees. *Journal of Education and Training Studies* [online]. 2018, **6**(8), 70-76 [cit. 2021-6-18]. ISSN 2324-8068. Dostupné z: doi:10.11114/jets.v6i8.3360
28. NEGRA, Yassine, Helmi CHAABENE, Mehréz HAMMAMI, Younés HACHANA a Urs GRANACHER. Effects of High-Velocity Resistance Training on Athletic Performance in Prepuberal Male Soccer Athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research* [online]. 2016, **30**(12), 3290-3297 [cit. 2021-6-18]. ISSN 1064-8011. Dostupné z: doi:10.1519/JSC.0000000000001433
29. NEGRETE, R a BROPHY, J. The relationship between isokinetic open and closed chain lower extremity strength and functional performance. J Sport Rehabil 9: 46–61, 2000.

30. NIMPHIUS, Sophia, Michael R MCGUIGAN a Robert U NEWTON. Relationship Between Strength, Power, Speed, and Change of Direction Performance of Female Softball Players. *Journal of Strength and Conditioning Research* [online]. 2010, 24(4), 885-895 [cit. 2021-6-18]. ISSN 1064-8011. Dostupné z: doi:10.1519/JSC.0b013e3181d4d41d
31. NÚÑEZ, Francisco Javier, Alfredo SANTALLA, Irene CARRASQUILA, Jose Antonio ASIAN, Jose Ignacio REINA, Luis Jesús SUAREZ-ARRONES a Jaime SAMPAIO. The effects of unilateral and bilateral eccentric overload training on hypertrophy, muscle power and COD performance, and its determinants, in team sport players. *PLOS ONE* [online]. 2018, **13**(3) [cit. 2021-6-18]. ISSN 1932-6203. Dostupné z: doi:10.1371/journal.pone.0193841
32. NYGAARD FALCH, Hallvard, Håvard GULDTEIG RÆDERGÅRD a Roland VAN DEN TILLAAR. Effect of Different Physical Training Forms on Change of Direction Ability: a Systematic Review and Meta-analysis. *Sports Medicine - Open* [online]. 2019, **5**(1) [cit. 2021-6-18]. ISSN 2199-1170. Dostupné z: doi:10.1186/s40798-019-0223-y
33. NYGAARD FALCH, Hallvard, Håvard GULDTEIG RÆDERGÅRD a Roland VAN DEN TILLAAR. Effect of Different Physical Training Forms on Change of Direction Ability: a Systematic Review and Meta-analysis. *Sports Medicine - Open* [online]. 2019, **5**(1) [cit. 2021-6-2]. ISSN 2199-1170. Dostupné z: doi:10.1186/s40798-019-0223-y
34. PAUOLE, KAINOA, KENT MADOLE, JOHN GARHAMMER, MICHAEL LACOURSE a RALPH ROZENEK. Reliability and Validity of the T-Test as a Measure of Agility, Leg Power, and Leg Speed in College-Aged Men and Women. *Journal of Strength and Conditioning Research* [online]. 2000, **14**(4), 443-450 [cit. 2021-6-18]. ISSN 1064-8011. Dostupné z: doi:10.1519/00124278-200011000-00012
35. PERIČ, Tomáš a Josef DOVALIL. *Sportovní trénink*. Praha: Grada, 2010. Fitness, síla, kondice. ISBN 9788024721187.
36. PETR, Miroslav a Petr ŠŤASTNÝ. *Funkční silový trénink*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Fakulta tělesné výchovy a sportu, 2012. ISBN 978-80-86317-93-9.
37. PRIESKE, Olaf, Tom KRÜGER, Markus AEHLE, Erik BAUER a Urs GRANACHER. Effects of Resisted Sprint Training and Traditional

Power Training on Sprint, Jump, and Balance Performance in Healthy Young Adults: A Randomized Controlled Trial. *Frontiers in Physiology* [online]. 2018, **9** [cit. 2021-6-18]. ISSN 1664-042X. Dostupné z: doi:10.3389/fphys.2018.00156

38. RAMÍREZ-CAMPILLO, Rodrigo, Carlos H. BURGOS, Carlos HENRÍQUEZ-OLGUÍN, et al. Effect of Unilateral, Bilateral, and Combined Plyometric Training on Explosive and Endurance Performance of Young Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research* [online]. 2015, **29**(5), 1317-1328 [cit. 2021-6-2]. ISSN 1064-8011. Dostupné z: doi:10.1519/JSC.0000000000000762
39. RAMÍREZ-CAMPILLO, Rodrigo, César MEYLAN, Cristian ÁLVAREZ, Carlos HENRÍQUEZ-OLGUÍN, Cristian MARTÍNEZ, Rodrigo CAÑAS-JAMETT, David C. ANDRADE a Mikel IZQUIERDO. Effects of In-Season Low-Volume High-Intensity Plyometric Training on Explosive Actions and Endurance of Young Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research* [online]. 2014, **28**(5), 1335-1342 [cit. 2021-6-2]. ISSN 1064-8011. Dostupné z: doi:10.1519/JSC.0000000000000284
40. RAMIREZ-CAMPILLO, Rodrigo, Cristian ALVAREZ, Felipe GARCÍA-PINILLOS, et al. Optimal Reactive Strength Index: Is It an Accurate Variable to Optimize Plyometric Training Effects on Measures of Physical Fitness in Young Soccer Players? *Journal of Strength and Conditioning Research* [online]. 2018, **32**(4), 885-893 [cit. 2021-6-3]. ISSN 1064-8011. Dostupné z: doi:10.1519/JSC.0000000000002467
41. RAMIREZ-CAMPILLO, Rodrigo, Cristian ALVAREZ, Paulo GENTIL, et al. Sequencing Effects of Plyometric Training Applied Before or After Regular Soccer Training on Measures of Physical Fitness in Young Players. *Journal of Strength and Conditioning Research* [online]. 2018, **34**(7), 1959-1966 [cit. 2021-6-2]. ISSN 1064-8011. Dostupné z: doi:10.1519/JSC.0000000000002525
42. RAMIREZ-CAMPILLO, Rodrigo, Felipe GARCÍA-PINILLOS, Amador GARCÍA-RAMOS, Javier YANCI, Paulo GENTIL, Helmi CHAABENE a Urs GRANACHER. Effects of Different Plyometric Training Frequencies on Components of Physical Fitness in Amateur Female Soccer Players. *Frontiers in Physiology* [online]. 2018, **9** [cit. 2021-6-3]. ISSN 1664-042X. Dostupné z: doi:10.3389/fphys.2018.00934

43. RAMÍREZ-CAMPILLO, Rodrigo, Francisco GALLARDO, Carlos HENRIQUEZ-OLGUÍN, et al. Effect of Vertical, Horizontal, and Combined Plyometric Training on Explosive, Balance, and Endurance Performance of Young Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research* [online]. 2015, **29**(7), 1784-1795 [cit. 2021-6-3]. ISSN 1064-8011. Dostupné z: doi:10.1519/JSC.0000000000000827
44. RAMIREZ-CAMPILLO, Rodrigo, Javier SANCHEZ-SANCHEZ, Oliver GONZALO-SKOK, Alejandro RODRÍGUEZ-FERNANDEZ, Manuel CARRETERO a Fabio Y. NAKAMURA. Specific Changes in Young Soccer Player's Fitness After Traditional Bilateral vs. Unilateral Combined Strength and Plyometric Training. *Frontiers in Physiology* [online]. 2018, **9** [cit. 2021-6-18]. ISSN 1664-042X. Dostupné z: doi:10.3389/fphys.2018.00265
45. RAYA, Michele A., Robert S. GAILEY, Ignacio A. GAUNAURD, et al. Comparison of three agility tests with male servicemembers: Edgren Side Step Test, T-Test, and Illinois Agility Test. *Journal of Rehabilitation Research and Development* [online]. 2013, **50**(7), 951-960 [cit. 2021-6-18]. ISSN 0748-7711. Dostupné z: doi:10.1682/JRRD.2012.05.0096
46. REICHEL, Jiří. *Kapitoly metodologie sociálních výzkumů*. Praha: Grada, 2009. Sociologie (Grada). ISBN 978-80-247-3006-6.
47. SEMENICK, D. The T-test. NSCA J. 12(1):36–37. 1990.
48. SHEPPARD, J a YOUNG, W. Agility literature review: Classifications, training and testing. J Sport Sci 24: 919–932, 2006.
49. SHEPPARD, J. M. a W. B. YOUNG. Agility literature review: Classifications, training and testing. *Journal of Sports Sciences* [online]. 2006, 24(9), 919-932 [cit. 2021-6-18]. ISSN 0264-0414. Dostupné z: doi:10.1080/02640410500457109
50. SIDDLE, James, Matt GREIG, Kristian WEAVER, Richard Michael PAGE, Damian HARPER a Christopher Michael BROGDEN. Acute adaptations and subsequent preservation of strength and speed measures following a Nordic hamstring curl intervention: a randomised controlled trial. *Journal of Sports Sciences* [online]. 2018, **37**(8), 911-920 [cit. 2021-6-18]. ISSN 0264-0414. Dostupné z: doi:10.1080/02640414.2018.1535786
51. SINGH, Jasdev, Brendyn APPLEBY a Andrew LAVENDER. Effect of Plyometric Training on Speed and Change of Direction Ability in Elite Field Hockey Players. *Sports* [online]. 2018, **6**(4) [cit. 2021-6-2]. ISSN 2075-4663. Dostupné z: doi:10.3390/sports6040144

52. SPINETI, Juliano, Tiago FIGUEIREDO, Jeffrey WILLARDSON, et al. Comparison between traditional strength training and complex contrast training on soccer players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* [online]. 2019, **59**(1) [cit. 2021-6-18]. ISSN 00224707. Dostupné z: doi:10.23736/S0022-4707.18.07934-3
53. TORRES-TORRELO, Julio, David RODRÍGUEZ-ROSELL a Juan José GONZÁLEZ-BADILLO. Light-load maximal lifting velocity full squat training program improves important physical and skill characteristics in futsal players. *Journal of Sports Sciences* [online]. 2017, **35**(10), 967-975 [cit. 2021-6-18]. ISSN 0264-0414. Dostupné z: doi:10.1080/02640414.2016.1206663
54. TRAMEL, Whitney, Robert G. LOCKIE, Keston G. LINDSAY a J. Jay DAWES. *Associations between Absolute and Relative Lower Body Strength to Measures of Power and Change of Direction Speed in Division II Female Volleyball Players* [online]. 2019 [cit. 2021-6-18]. Dostupné z: doi:https://doi.org/10.3390/sports7070160
55. VESCOVI, JD a McGUIGAN, MR. Relationships between sprinting, agility, and jump ability in female athletes. J Sport Sci 26: 97–107, 2008.
56. WILKINSON, Michael, Damon LEEDALE-BROWN a Edward M. WINTER. Validity of a Squash-Specific Test of Change-of-Direction Speed. *International Journal of Sports Physiology and Performance* [online]. 2009, **4**(2), 176-185 [cit. 2021-6-18]. ISSN 1555-0265. Dostupné z: doi:10.1123/ijspp.4.2.176
57. WISLOFF, U, CASTANGA, C, HELGERUD, J, JOSEF, R, a HOFF J. Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. Br J Sports Med 38: 285– 288, 2004.
58. YANCI, Javier, Daniel CASTILLO, Aitor ITURRICASTILLO, Rubén AYARRA a Fábio Y. NAKAMURA. Effects of Two Different Volume-Equated Weekly Distributed Short-Term Plyometric Training Programs on Futsal Players' Physical Performance. *Journal of Strength and Conditioning Research* [online]. 2017, **31**(7), 1787-1794 [cit. 2021-6-3]. ISSN 1064-8011. Dostupné z: doi:10.1519/JSC.0000000000001644
59. YOUNG, W, McLEAN, B, a ARDANGA, J. Relationship between strength qualities and sprinting performance. J Sports Med Phys Fitness 35: 13–19, 1995.
60. YOUNG, W.B., M. MCDOWELL a Bentley J. SCARLETT. *Specificity of Sprint and Agility Training Methods* [online]. 2001 [cit. 2021-6-

18]. Dostupné z: doi:10.1519/1533-4287(2001)015<0315:SOSAAT>2.0.CO;2

61. YOUNG, Warren B a kol. *Is Muscle Power Related to Running Speed With Changes of Direction?* [online]. 2002 [cit. 2021-6-18]. Dostupné z: doi:42(3):282-8

62. ZAHRADNÍK, David a Pavel KORVAS. *Základy sportovního tréninku* [online]. Brno: Masarykova univerzita, 2012 [cit. 2021-6-18]. ISBN 978-80-210-5890-3.

Příloha A Informovaný souhlas

Informovaný souhlas účastníka výzkumu

Název a adresa fakulty: Fakulta sportovních studií Masarykovy univerzity, Kamenice 5, 62500 Brno.
Výzkum provádí:
Jméno:
Příjmení:
UČO:
2. ročník navazujícího magisterského studia Učitelství tělesné výchovy pro základní školy
tel:
email:
Jméno a název katedry vedoucího práce:
Jméno:
Příjmení:
Katedra:
tel:
Název výzkumné práce:

Informace pro účastníka výzkumu:

Cílem práce je formou studie zjistit vliv silového a plyometrického tréninku na hbitost dolních končetin v délce dvaceti čtyř týdenního období rozděleného na tři intervenční programy z kterých následně silový a plyomerický budou obsahem zpracování dat ve výzkumu.

Po dobu dvaceti čtyř týdnů se budete snažit dodržovat předepsaný intervenční program, který bude prováděn, dvakrát týdně. Program bude vytvořen na míru s ohledem na Vaši fyzickou zdatnost a kondici. Dále se podrobíte vstupnímu a výstupnímu měření vybranými agility testy na měření rychlé změny směru, konkrétně T-testu a Illinois agility testu a jejich možnými modifikacemi.

Budete obeznámeni s průběhem celého programu a se správným provedením jednotlivých cviků. Po dobu celého výzkumu bude s Vámi udržován kontakt. V případě potřeby bude intervenční program poupraven.

S Vašimi údaji bude nakládáno jako s přísně důvěrnými podle zásad pro ochranu osobních údajů, v souladu s platnými právními předpisy České republiky. K Vašim osobním údajům budou mít přístup pouze

pověření vědečtí pracovníci a účastníci této studie. Jsou povinni zajišťovat a zachovávat důvěrnost Vašich osobních údajů. Budou Vás na Vaši žádost informovat, které údaje o Vás shromažďují a za jakým účelem. Máte právo nahlížet do záznamů vedených o své osobě. Vaše účast ve výzkumu je dobrovolná, výzkum můžete kdykoliv bez uvedení důvodu opustit, aniž by tomu řešitelé výzkumu bránili.

Prohlášení a souhlas účastníka se zapojením do výzkumu:

Byla jsem seznámena s podmínkami, cílem a obsahem výzkumného projektu Tomáše Bendy s názvem „Vliv silového a plyometrického tréninku na hbitost dolních končetin". Rozumím jim a souhlasím s nimi.

Souhlasím se zapojením do tohoto výzkumu. Dávám své svolení výzkumníkovi, aby materiál, který jsem mu poskytla, použil za účelem sepsání diplomové práce, popř. odborného článku a pro jakékoliv další odborné publikace a prezentace vycházející z tohoto výzkumu.

Souhlasím se způsobem, jak bude zachovávána důvěrnost a jak bude má identita chráněna během výzkumu i po jeho ukončení.

Souhlasím se vstupním a výstupním měřením a s použitím naměřených výsledků v tomto výzkumu. Porozuměla jsem tomu, že svou účast ve studii mohu kdykoliv přerušit či odstoupit. Moje účast ve studii je dobrovolná.

Svůj souhlas se zapojením do výzkumu potvrzuji svým podpisem

Jméno účastníka: …….. Podpis: ……...

Podle zákona 101/2000 sbírky o ochraně osobních údajů ve znění pozdějších předpisů uděluji souhlas s účastí v uvedeném výzkumném projektu a s poskytnutím výzkumného materiálu.

V …….. dne …….. Podpis: ……