UNIVERZITA KARLOVA

Fakulta tělesné výchovy a sportu

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2024 **David Ludvíček**

UNIVERZITA KARLOVA
Fakulta tělesné výchovy a sportu

Využití Velocity Based Training pro rozvoj pohybových schopností pro hráče fotbalu: Systematická rešerše

Bakalářská práce

Vedoucí bakalářské práce:

Mgr. Dan Omcirk, Ph.D.

Vypracoval:

David Ludvíček

Praha, červen 2024

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

V Praze, dne 27. 6. 2024 ……

podpis

Evidenční list

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

Jméno a příjmení:	Fakulta / katedra:	Datum vypůjčení:	Podpis:

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval především Mgr. Danu Omcirkovi, Ph.D. za odborné vedení práce, věnovaný čas, vstřícný přístup a cenné rady, které měly zásadní podíl na zdárném dokončení a odevzdání této práce. Poděkování patří též mé rodině a blízkému okolí za jejich podporu v dobách tvorby této práce.

Abstrakt

Název:

Využití Velocity Based Training pro rozvoj pohybových schopností pro hráče fotbalu: Systematická rešerše

Cíle:

Cílem této bakalářské práce je pomocí systematické rešerše vytvořit přehled o využívání VBT metod v rámci kondičního a zejména silového tréninku u hráčů fotbalu a představit existující dosavadní výsledky a účinky využití VBT ve fotbale z dostupných vědeckých studií.

Metody:

Vytvoření této bakalářské práce se řídilo metodami systematické rešerše v souladu s doporučeními PRISMA2020. Po sestavení vyhledávacího skriptu proběhl výběr dat v rámci tří vědeckých databází (Web of Science, PubMed, Scopus). Dále byly odborné publikace selektovány dle předem stanovených kritérií této práce. Po důkladné analýze byly publikace podrobeny kvalitativnímu hodnocení Risk of Bias a následné syntéze. K přehlednému zpracování studií byl využit citační manažer Zotero.

Výsledky:

Ke zpracování výsledků bylo zahrnuto 5 studií zkoumajících efekt VBT na rozvoj výkonu hráčů fotbalu. V rámci této bakalářské práce bylo ze zkoumaných studií zjištěno, že trénink s využitím VBT metod se prokázal jako prospěšný pro rozvoj hráčů fotbalu. Především přizpůsobení tréninku dle optimální zóny k rozvoji výbušné síly napříč různými konci silově-rychlostní křivky, či optimalizace tréninkových proměnných k maximálnímu rozvoji výbušné síly bez nadbytečného přetěžování sportovce například v důležitých fázích sezony.

Klíčová slova:

Silový trénink; kondice; sportovní výkon; zatížení; programování tréninku

Abstract

Title:

The Use of Velocity Based Training for the Development of Motor Skills in Football Players: A Systematic Review

Objectives:

The aim of this Bachelor´s thesis is to create an overview of the use of VBT methods in context of conditioning and particularly in strength training for football players. Additionally, this thesis summarizes all the knowledge and current findings of the effects of VBT in football based on available scientific studies.

Methods:

The development of this bachelor's thesis followed systematic review methods in accordance with PRISMA2020 guidelines. After creating the search script, data were collected from three scientific databases (Web of Science, PubMed, Scopus). Publications were then selected according to pre-established criteria of this study. Followed by thorough analysis, the publications were subjected to qualitative assessment using the Risk of Bias tool and subsequent synthesis. The citation manager Zotero was utilized for the organized processing of the studies.

Results:

In this bachelor's thesis, five studies investigating the effect of Velocity-based Training on the performance development of football players were included. In the synthesis was found that VBT methods were beneficial for development of football players. Notably, tailoring training to the optimal power load zone across different ends of the force-velocity curve and optimizing training variables to maximize power with overloading the athlete, particularly during crucial phases of the season, proved advantageous.

Keywords:

Strength training, conditioning, athletic performance, load, training programming

Obsah

1 ÚVOD 11

2 TEORETICKÁ ČÁST 13

2.1 Fotbal 13

2.1.1 Evoluce vědy ve fotbale 14

2.1.2 Kondiční požadavky na výkon hráče fotbalu 15

2.1.3 Fyziologické požadavky na výkon hráče fotbalu 16

2.1.4 Funkční a metabolická charakteristika výkonu 17

2.1.5 Aerobní výkonnost 17

2.1.6 Anaerobní výkonnost 18

2.2 Silová příprava ve fotbale 19

2.2.1 Přínos silového tréninku jako prevence zranění 19

2.2.2 Periodizace silového tréninku ve fotbale 20

2.2.3 Monitorování zátěže v silovém tréninku 21

2.3 Velocity Based Training 21

2.3.1 Možnosti využití VBT v rámci tréninku 22

2.3.2 Veličiny používané při využití VBT 24

2.3.3 Technologie zaznamenávání rychlosti pro účely VBT 24

3 CÍLE, ÚKOLY A METODIKA PRÁCE 26

3.1 Cíle systematické rešerše 26

3.1.1 Vědecké otázky 26

3.2 Použité metody 26

3.2.1 Vzorec pro vyhledávání ve vědeckých databázích 27

3.2.2 Proces výběru relevantních studií 27

3.2.3 Kritéria výběru 27

3.2.4 Analýza finálních studií 28

3.2.5 Hodnocení finálních studií ... 28
4 VÝSLEDKY ... 30
4.1 Vybrané studie ... 30
4.2 Charakteristika vybraných studií ... 32
4.3 Akutní (okamžité) výsledky ... 35
4.4 Výsledky chronické – adaptační změny ... 35
5 DISKUSE ... 40
6 ZÁVĚR ... 44
7 LIMITUJÍCÍ FAKTORY PRÁCE ... 45
SEZNAM ZDROJŮ A LITERATURY ... 46
PŘÍLOHY ... 55

Seznam použitých zkratech a symbolů

Zkratka	Význam
km	kilometr
M	metr
WCSF	World Congress of Science and Football
S	sekunda
kJ	kilojoule
Kcal	kilokalorie
VO2max	maximální objem kyslíku
TF	tepová frekvence
TFmax	maximální tepová frekvence
mmol-1	milimol
ATP	adenosintrifosfát
CP	kreatin fosfát
RPE	rate of percieved exertion (škála vnímaného úsilí)
VBT	Velocity Based Training
COD	Change of direction (změna směru)
OPL	Optimal Power Load (teoretická optimální zátěž k rozvoji výbušné síly)
FVimb	Force – Velocity imbalance
F0	teoretická maximální hodnota síly

1 ÚVOD

S neustále narůstajícími nároky na fyzickou připravenost výkonnostních sportovců je neodmyslitelnou součástí jejich přípravy rozvoj síly a výbušnosti. K jejich rozvoji mohou být využívány mnohé metody, ku příkladu odporový, plyometrický, či balistický trénink a mnoho dalších. Jednou z relativně novějších metod pro rozvoj síly a výbušnosti je Velocity Based Training (VBT).

VBT je metoda, která byla vytvořena s myšlenkou zlepšení monitorování výkonu při kondičním a silovém tréninku. Její podstatou je využití rychlosti, jakožto pomocného parametru k autoregulaci tréninkové jednotky. Rychlost je měřena pomocí speciálních zařízení. V profesionálním prostředí se mezi nejvíce používané řadí lineární snímače, které se jeví jako nejpřesnější, ale využívají se i dostupnější akcelerometry; či mobilní aplikace fungující skrze fotoaparát.

Ve fotbale jsou rozvoj síly a výbušnosti jedněmi z hlavních determinant výkonu. Podmiňují mnohé akce, které mohou mít značný vliv na výsledek utkání. Proto je v silově kondiční přípravě u hráčů fotbalu velmi důležité snažit se o co nejoptimálnější rozvoj těchto kondičních schopností. K tomu může být vhodnou pomůckou právě VBT, které zohledňuje aktuální vlivy a změny v rámci tréninku, a lze tak efektivně pracovat na dennodenní bázi s objektivně stanovenou zátěží úměrnou aktuálním potřebám, denní připravenosti či únavě jedince. Taktéž je VBT přínosem v prostředí týmových sportů, kde funguje jako vhodný pomocník kondičním trenérům v rámci sledování aktuálního výkonu a autoregulace tréninku. V neposlední řadě lze VBT využívat jako nástroj ke zvýšení motivace pomocí okamžité zpětné vazby o provedeném opakování či k porovnání mezi jednotlivými sportovci. Veškeré tyto aspekty jsou pro rozvoj hráčské výkonnosti velmi přínosné a je záhodno je správně aplikovat ve fotbalovém prostředí.

VBT mě zaujalo ve chvíli, kdy jsem se s ním prvně setkal jakožto vrcholový sportovec v rámci svého tréninkového procesu. Rád bych se touto prací ponořil více do hloubky dané tematiky, zjistil, jaké byly doposud probádané oblasti, při jakých příležitostech bylo VBT využito a kde mohou sportovci z tréninku těmito metodami vytěžit nejvíce. Tyto poznatky bych poté rád zužitkoval v kondiční přípravě v profesionálním fotbale a přispěl jejich přenesením do prostředí, kde by si zasloužily více prostoru.

Cílem této práce je tedy vypracovat systematickou rešerši, která se bude zaobírat publikovanými studiemi ve vědeckých databázích s tematikou VBT ve výkonnostním sportu a z nich vybrat poznatky, které by mohly být užitečné v silově-kondičním prostředí vrcholového fotbalu. Tato práce by neměla ovšem sloužit pouze pro vlastní účely, ale věřím, že by mohla být podkladem pro další bádání v oblasti silově-kondičního tréninku a zejména v rozvoji síly, rychlosti a výbušnosti u vrcholových sportovců.

2 TEORETICKÁ ČÁST

V této části práce bude rozebráno VBT jakožto metoda pro rozvoj pohybových schopností v rámci kondiční přípravy ve fotbale. Jsou uvedeny obecné charakteristiky a principy práce s VBT na poli kondičního tréninku a je vysvětlena i důležitost rozvoje technologií pro aplikaci VBT metod do běžné sportovní praxe. Neposledně je zmíněno, jaké plynou benefity pro kondiční trenéry z jeho využívání v tréninkových programech na rozdíl od metod doposud tradičnějších, porovnání jejich výhod a nevýhod napříč silovým tréninkem.

Jsou popsány základní charakteristiky a pravidla fotbalu. Též je zmíněn vstup vědeckého bádání do fotbalového prostředí a jeho integrace a využití v rámci sportu. Navazují kondiční a fyziologické nároky na výkon hráče fotbalu na vrcholové úrovni. Dále jsou popsána specifika silově-kondiční přípravy ve fotbale a metody přístupu k plánování a programování v rámci odporového tréninku ve fotbale k dosažení co nejefektivnějšího rozvoje jedince.

2.1 Fotbal

Fotbal je jedním z nejoblíbenějších a nejpopulárnějších sportů jak v České republice, tak po celém světě. Oblíbenost tohoto sportu je ovlivněna jeho dlouhými historickými kořeny, jeho vývojem a atraktivitou, což je značně podpořeno svou nenáročností na materiální vybavení. (Votík, 2005) Fakt, že je fotbal světovým fenoménem, potvrzuje přes 250 milionů lidí hrajících tento sport ve více než 200 zemích po celém světě (Strudwick 2016).

Fotbal je sportovní kolektivní hra, jenž je charakterizována intermitentním zatížením (Bangsbo et al. 2006). Fotbal je branková hra, která má svá jasná pravidla a zákonitosti, v rámci kterých se hráči snaží překonat soupeře vstřelením vyššího počtu branek (Kirkendall 2013).

Fotbal může být také charakterizován jakožto kolektivní branková hra, při které se dva týmy čítající 11 hráčů; snaží v rámci pravidel vstřelit co nejvyšší počet branek a současně jich co nejméně obdržet. Hra jako taková se realizuje v rámci samotného utkání, které je charakterizováno stanovenými pravidly. (Votík a Zabalák, 2011)

Z hlediska zařazení můžeme o fotbalu mluvit jako o vytrvalostním sportu s neustálým dějem, z čehož vyplývá, že se jedná o velmi náročný sport z hlediska nároků na kardiorespirační zdatnost a vytrvalostní úroveň hráčů. Též je pro tuto hru zásadním rysem střídání prováděných činností s vysokou intenzitou a odpočinku, čímž se řadí ke sportům s intermitentním charakterem zatížení (Faigenbaum a Westcott, 2009). Především v dnešní době, kdy se nároky

na kondiční aspekty ve fotbale značně zvyšují, získávají na důležitosti vedle vysoké úrovně vytrvalosti taktéž síla a výbušnost, které se značně podílejí na situacích, které rozhodují utkání (Bradley et al. 2016).

Celosvětový vliv fotbalu a jeho dennodenně narůstající popularita a atraktivita se promítají i do oblasti vědy, kde též stoupá zájem a mnoho akademických institucí po světě zakládá studijní programy s fotbalem přímo spojené. V praxi tak nastal velký posun směrem k metodám rozvoje hráčů fotbalu na základě vědeckých poznatků a studií. Rutinním se stalo i nabírání pracovníků z různých oborů sportovních věd do fotbalových klubů s cílem zlepšení rozvoje sportovního výkonů hráčů. (Strudwick 2016)

2.1.1 Evoluce vědy ve fotbale

Historicky byl fotbal považován za sport nevhodný k vědeckému bádání a zkoumání (Strudwick 2016). První krůčky k prolomení tohoto mínění byly započaty již v roce 1888, kdy se datuje první odborná publikace pojednávající o fotbale (Kirkendall 2020). O něco později a však významněji se o to zasloužil první Světový kongres vědy a fotbalu (World Congress of Science and Football) roku 1987 v Liverpoolu. Kongres představoval velký krok vpřed v propojení vědy a fotbalu (účastnili se zástupci z různých fotbalových sportů – rugby, australský fotbal, americký fotbal, fotbal…); a zároveň měl za cíl spojit odborné pracovníky a jejich poznatky dohromady, překlenout mezery mezi výzkumem a praxí a aplikovat tyto poznatky do fotbalu. (Strudwick 2016)

Od prvního kongresu, o který se velmi zasloužil zesnulý profesor Tom Reilly, se tato akce pořádá každé čtyři roky. Dále tato setkání proběhla například v Eindhovenu (1991), Cardiffu (1995), či v australském Syndey (1999). (Strudwick 2016) Od roku 2008 vzniká World Congress of Science and Soccer, který sdílí stejné cíle jako WCSF, ale primárně se věnuje přímo fotbalu a rozvoji sportovního výkonu na bázi vědeckých poznatků a výzkumů (WCSF, 2023).

V dnešní době už fotbal není jen sport s největší základnou hráčů, ale taktéž je to i nejvíce zkoumaný sport v rámci vědeckých výzkumů. Zpočátku si ale výzkum v této oblasti musel razit cestu, která se značně rozvíjela kolem roku 1980. Pro ilustraci od tohoto roku do roku 2018 bylo vydáno přes 11 000 odborných článků a publikací týkajících se fotbalu, což tvořilo 98 % do té doby vydaných publikací. Stvrzením dominance fotbalu na poli vědeckého bádání ve sportu je fakt, že od roku 2009 má fotbal zastoupení až ve více než 40 % z veškerých publikací v rámci týmových sportů. A především pak počátkem 21. století se pak velmi významně

rozmohl trend zkoumání kondičních aspektů a s tím i značně stoupl počet publikací s tematikou kondičních požadavků a přípravy ve fotbale. (Kirkendall 2020)

2.1.2 Kondiční požadavky na výkon hráče fotbalu

Profesionální hráči na té nejvyšší úrovni v průměru naběhají 10–13 km během utkání (Bangsbo et al., 2006). Další studie uvádí, že hráči top úrovně naběhají v průměru 10-12 km za utkání a brankáři kolem 4 km (Stolen et al., 2005). Jak již bylo výše zmíněno, většinu času ovšem stráví aktivitou nízké intenzity, co však odděluje úplnou špičku hráčů od ostatních, je množství naběhané vzdálenosti ve vysoké intenzitě (Bangsbo et al., 2006).

„V průběhu utkání hráči vykonají více jak 1200 acyklických a nepředvídatelných změn směrů či běžeckých rychlostí. Model pohybové struktury hráče se skládá z chůze, běhů (různých intenzit), skoků, obratů a pádů, a v utkání se opakují každých 3–5 s.“ (Teplan et al. 2012, s. 71)

Jeden z autorů fotbalové literatury uvádí, že hráči vrcholové úrovně průměrně naběhají ve sprintu 730 až 910 metrů, avšak v 9 až 27-m úsecích (Kirkendall 2011). V jedné ze studií s využitím počítačové analýzy pohybu vyšlo najevo, že hráči na reprezentační úrovni uběhli o 28 % více ve vysoké intenzitě (2,43 vs 1,90 km) a o 58 % více ve sprintu (650 vs 410 m) než hráči na profesionální úrovni nižší kvality. Nutno dodat, že analýza pohybu nebrala v potaz energeticky náročné akce, jako krátká zrychlení či vyražení, výskoky a obranné zákroky, a počty těchto akcí jsou velmi různorodé a závislé na mnohých faktorech jako herní styl týmu, pozice hráče na hřišti či individuální herní projev. (Mohr et al., 2003)

V knize Soccer Anatomy autor uvádí, že muži na vrcholové úrovni průměrně za utkání uběhnou v rozmezí 9,7 km až 13,7 km. Celková vzdálenost se pak zkracuje u mladších hráčů, u kterých bývá tempo utkání nižší a v mladších kategoriích bývá hrací doba kratší. (Kirkendall, 2011)

Stejně tak jako aerobní a anaerobní vytrvalost jsou i síla a výbušnost považovány za velmi podstatné faktory ve výkonnostním sportu obecně. Ve fotbale se využití neuromuskulárního systému k produkování nejvyšší možné síly jeví stejně důležitě jako vytrvalostní předpoklady k výkonu. Neboť právě dovednosti prováděné v utkání jako skákat vysoko, kopat, otáčet se a rychle sprintovat v přímých soubojích se soupeřem přímo souvisí s kapacitou neuromuskulárního aparátu produkovat výbušnost a sílu. (Requena et al. 2009)

V rámci utkání se jak vytrvalostní, tak silové nároky na jednotlivé hráče liší v závislosti na jejich pozici na hřišti. Například nejvíce toho naběhají střední záložníci a krajní hráči

(obránci, záložníci), poté útočníci a nakonec střední obránci (Mohr et al. 2003; Kirkendall 2011). I vzdálenosti ve vyšších intenzitách a ve sprintu se mohou značně měnit v závislosti na postu (Mohr et al. 2003), a proto je vhodné v rámci kondiční přípravy hráčů fotbalu trénink upravovat a individualizovat na základě jejich postu na hřišti (Amani, 2014; Mohr et al., 2003) a zároveň brát ohledy i na individualitu a osobní preference jednotlivých hráčů (Bompa a Haff, 2009).

2.1.3 Fyziologické požadavky na výkon hráče fotbalu

Fotbal je sport charakteristický svým intermitentním zatížením – tedy zatížením kdy se velmi často střídá intenzita zatížení. I když hráči 70 % herního času provozují aktivitu nízké intenzity, měření srdeční tepové frekvence a tělesné teploty ukazují, že průměrná spotřeba kyslíku u profesionálních hráčů je kolem 70 % maxima (VO2max), což odpovídá produkci energie zhruba 5 700 kJ (1360 kcal) pro hráče vážícího 75 kg při VO2max 60 ml/kg-1/min-1. (Bangsbo et al. 2006) Dle Stolena a kolektivu (2005) se VO2max u mužů na vrcholové úrovni pohybuje okolo 50–70 ml/kg-1/min-1 (155–205 ml/kg0.75/min) a u brankařů v rozmezí 50–55 ml/kg-1/min-1 (155–165 ml/kg0.75/min).

Průměrná hodnota TF v průběhu utkání se pohybuje kolem 85 % a maximální hodnoty TF se pohybují kolem 98 % z maxima (Ali a Farrally 1991; Krustrup et al. 2005) Ohledně tepové frekvence při utkání se zmiňuje i Kirkendall (2011) ve své publikaci, kde uvádí, že průměrná TF se u mužů vrcholové úrovně pohybuje okolo 150 až 170 tepů za minutu s krátkými úseky nad 180 tepů za minutu. Tudíž hráči pracují zhruba na 75–80 % své kapacity.

Vlivem vysokointenzivních aktivit se průměrná hladina laktátu v krvi pohybuje v rozmezí 2–10 mmol. -1, u některých až 12 mmol. -1. Dle těchto dat můžeme říci, že produkce svalového laktátu v průběhu utkání je poměrně vysoká. (Mohr et al. 2003) Tyto hodnoty nejsou tak vysoké jako například u více anaerobně zaměřených sportovců (wrestleři, veslaři), kde dosahují až 20mmol. -1. Dále bychom měli brát v potaz i to, že měření je často ovlivněno předcházejícími aktivitami pár minut před ním, a tudíž některé náročné činnosti mohou hladinu laktátu značně zvýšit, či naopak pokud náročný běh nebyl těsně před měřením, hladina laktátu může být poměrně nízká. Značnou roli tak ve výkonu hráče fotbalu hraje schopnost se rychle zotavit po každém náročnějším úseku, a tak u dobře trénovaných hráčů není divu, že se hladina laktátu může pohybovat v nižších číslech. (Kirkendall, 2011)

2.1.4 Funkční a metabolická charakteristika výkonu

Kromě technických a taktických dovedností a nároků na jejich vysokou úroveň je ve fotbale též nezbytné, aby hráči rozvíjeli a udržovali vysokou úroveň pohybových schopností jako předpoklad k podání co nejlepšího výkonu. Při výzkumech v minulosti byly jako hlavní determinanty výkonnosti označovány aerobní vytrvalost, schopnost opakovaně provádět činnost vysoké intenzity, rychlost, obratnost, síla a výbušnost. (McMillan et al. 2005)

Vzhledem k délce trvání utkání jsou hráči fotbalu převážně odkázáni na aerobní metabolismus, jakožto hlavní způsob tvorby energie pro svalovou činnost. Využívá se tak kyslík v biochemickém řetězci ke štěpení primárně cukrů a tuků jakožto hlavních zdrojů energie. (Stolen et al. 2005)

Značné množství akcí ve fotbale je však i anaerobního charakteru, a proto musí v těchto případech organismus k tvorbě energie využívat i makroergní fosfáty adenosintrifosfát a kreatin fosfát. (Mužík 2008)

Průměrná intenzita zatížení v průběhu 90 minut utkání (měřená v % maximální tepové frekvence) se pohybuje blízko hranici anaerobního prahu, tzn. nejvyšší možná intenzita při které je vyrovnaná bilance mezi produkcí a odbouráváním laktátu (u hráčů fotbalu 80-90 % TFmax). Avšak popis intenzity hry jako průměr za 90 minut by značně zkresloval podstatné informace. V utkání se objevují úseky se značnou míry tvorby laktátu, ty však musí být kompenzovány úseky nižší intenzity k odbourání laktátu z pracujících svalů. (Stolen et al. 2005)

2.1.5 Aerobní výkonnost

Úroveň aerobní vytrvalosti je jedním z determinant výkonu hráče a v konečném důsledku i značné ovlivnění jejich přínosu do hry. Maximální aerobní kapacita pozitivně souvisí s výkonnostními parametry ve fotbale jako celková naběhaná vzdálenost, čas držení míče či množství sprintů v utkání. (Turner a Stewart 2014)

Vzhledem k délce trvání utkání jsou hráči fotbalu převážně odkázáni právě na aerobní metabolismus, jakožto hlavní způsob tvorby energie pro svalovou činnost. Využívá se tak kyslík v biochemickém řetězci ke štěpení primárně cukrů a tuků jakožto hlavních zdrojů energie. (Stolen et al. 2005) Dle vícero zdrojů hráči využívají 80 až 90 % aerobní metabolismus k produkci energie pro sportovní výkon (Helgerud et al. 2001; Bangsbo et al. 2006).

„*Při hodnocení aerobního výkonu je VO2max důležitou determinantou z hlediska kondiční přípravy hráče. Vyšší hodnota VO2max umožňuje hráčům šetřit glykogenové zásoby, které jsou nezbytné k uvolnění energie při činnostech vykonávaných ve vysoké intenzitě nebo při sprintech*.“ (Teplan et al. 2012, s. 75)

Hodnota VO2max hraje velmi podstatnou roli ke konci utkání, kdy většinou dochází k rozhodujícím okamžikům utkání a zároveň i mimo zatížení, neb urychluje regenerační procesy organismu a zlepšuje tak připravenost na další zatížení. Obecně vzato intermitentní zatížení klade zvýšené nároky na aerobní kapacitu a aerobní výkon u hráčů fotbalu a je tak vhodné je rozvíjet specifickými tréninkovými metodami. (Teplan et al. 2012)

2.1.6 Anaerobní výkonnost

Ačkoliv ve fotbale dominuje využití aerobního metabolismu, tak ty nejvíce rozhodující akce při utkání jsou kryty právě anaerobním metabolismem (Stolen et al., 2005). Anaerobní výkonnost je tak tedy jedním z klíčových faktorů pro hráče fotbalu, neboť během utkání provedou kolem 150 až 250 těchto krátkých intenzivních pohybů či úkonů (Mohr et al., 2003). Mezi tyto klíčové situace rozhodující o výsledku utkání, které vytvářejí nároky na anaerobní metabolismus, patří především sprinty různé vzdálenosti, výskoky, či souboje o míč (Teplan et al. 2012). Tato forma výkonnosti se odehrává bez přítomnosti kyslíku a organismus se musí spolehnout na zdroje energie ve svalové tkáni (Perič a Dovalil, 2010). Vzhledem k tomu, že tyto vysoce intenzivní činnosti jsou střídány herními pasážemi nižší pohybové aktivity (chůze, klus) či odpočinkem, je schopnost krátkodobé regenerace a opakovaného výkonu pro hráče zásadní k udržení vysokého tempa hry a výkonu po celou dobu utkání (Stolen et al., 2005).

Vzhledem k obrovské důležitosti anaerobních aktivit v průběhu utkání je vhodné sportovce v těchto aspektech zlepšovat a rozvíjet co možná nejvíce pro rozvoj celkové výkonnosti. Tyto anaerobní aktivity vyžadují po sportovci schopnost rychle a výbušně provádět pohyb v daném směru za co nejkratší čas a s co nejnižší spotřebou energie. K rozvoji těchto schopností je za potřebí vybudovat silový základ, který je základním stavebním kamenem pro rozvoj rychlosti, akcelerace a výbušnosti. (Baechle a Earle 2008) Tyto schopnosti lze i ve fotbalovém prostředí ideálně a co nejefektivněji rozvíjet v rámci silové kondiční přípravy. Ideální se jeví kombinace silového a plyometrického tréninku, založená na správné integraci benefitů z obou směrů a jejich aplikace na sportovce a jeho program (Fatouros et al., 2000; Rahimi a Behpur, 2005; Franco-Márquez et al., 2015).

2.2 Silová příprava ve fotbale

Fotbal je dle své délky trvání považován za sport vytrvalostního charakteru (Faigenbaum a Westcott, 2009), avšak síla je též neopomenutelnou složkou pro hráče fotbalu jako jeden ze zásadních faktorů sportovního výkonu (Dhankhar, 2022). Součástí výkonu ve fotbalovém utkání je velké množství opakovaných aktivit založených právě na síle, jakožto kopání, sprintování, bránění či skákání (Turner a Stewart, 2014). Silový odporový trénink jakožto metoda pro rozvoj síly a výbušnosti je tedy klíčovým faktorem a prekurzorem, který může spolurozhodovat o úspěchu či neúspěchu hráče v utkání (Arnason et al., 2004; Wisloff et al., 1998).

Silový odporový trénink v rámci fotbalové přípravy má pozitivní účinky na zrychlení, změny směru a schopnost opakovaně sprintovat v určité zátěži (Edge et al., 2006). V meta-analýze z roku 2014 se zase projevil silný vliv rozvoje síly dolních končetin na maximální rychlost ve sprintu (Seitz et al., 2014). Měření produkce síly ve sprintu; či při skákání prokázalo pozitivní korelaci s výkonem v utkání. Konkrétně pak ve fotbale výška výskoku, sprint na 10 a 30 metrů, či samotná aerobní vytrvalost velmi úzce souvisí s maximální silou u hráčů na elitní úrovni (Turner a Stewart, 2014). Že rozvoj absolutní a relativní maximální síly má přenositelnost do sprintu a akcelerace na míč, dokazují i další zdroje z této oblasti výzkumu (Wisløff et al., 2004; Wong et al., 2010). Tyto výkonnostní charakteristiky jsou jedněmi z podstatných determinant výkonu ve fotbale, a proto je žádoucí zařazovat specifický trénink vyvolávající silové adaptační podněty (Akenhead, 2014).

Jak již bylo zmíněno, činnosti založené na síle a výbušnosti mnohdy mohou rozhodovat fotbalová utkání (Stolen et al. 2005; Wisløff et al. 2004), proto je vhodné, aby realizační tým dokázal co nejefektivněji rozvíjet pro hráče potřebné kondiční schopnosti - sílu a výbušnost - právě pomocí adekvátně nastavených silových a kondičních tréninkových plánů, které by měly cílit na celé spektrum rychlostně-silové křivky. Počínaje cviky s vysokou intenzitou zatížení a pomalou rychlostní provedení (těžké dřepy), přes středně intenzivní a středně rychlé (varianty výskoků se zátěží) až po cviky s nízkým odporem a vysokou rychlostí provedení (plyometrie, sprinty). (Ribeiro et al. 2022)

2.2.1 Přínos silového tréninku jako prevence zranění

Je důležité zmínit, že na fotbalový tým, čítající kolem 25 hráčů, připadá až 50 různě závažných zranění za sezonu, což vychází 1 až 2 zranění na hráče. Proto je prevence a snaha o

co největší redukci zranění velkým tématem na sportovním i medicínském poli. (Ekstrand et al. 2011) Silový trénink jasně prokázal svou účinnost v rámci prevence zranění (Askling et al., 2003; Brughelli a Cronin, 2007), která je tedy dalším jasným činitelem v rámci rozvoje výkonnosti a sportovní dlouhověkosti hráče (Turner, 2000). Ukazuje se, že silová asymetrie ve svalech a nedostatečná silová připravenost zvyšují riziko zranění, a to lze považovat za další pádný argument pro zařazování pravidelného specifického silového tréninku do přípravy hráčů fotbalu. (Akenhead, 2014)

2.2.2 Periodizace silového tréninku ve fotbale

Periodizace je odvozena od anglického slova „period“, neboli časový úsek či určité období v tréninkovém cyklu. Je charakterizována jako předem stanovené promyšlené plánování tréninku a rozděluje trénink do menších, lépe organizovatelných segmentů neboli tréninkových fází. Toto plánování by mělo mít jasně vytyčené cíle, kterým by celý tréninkový proces v daném období měl podléhat a řídit se jimi. Taktéž by tato období měla respektovat posloupnost rozvoje pohybových schopností od obecného až po sportovně specifický s nastupujícím soutěžním obdobím. (Bompa a Haff, 2009)

Roční tréninkový cyklus ve fotbale je obvykle tzv. by-cyklický. Jeho součástí je přípravná část (obvykle v letních měsících), ve které má silová příprava a rozvoj silových schopností největší prostor. Dále následují dvě hlavní soutěžní období (podzimní část a jarní část), které jsou přerušeny zimní přestávkou, ve které je taktéž určitý prostor pro rozvoj kondičních, respektive silových schopností. (Bompa a Haff, 2009)

Obvykle se tedy roční tréninkový cyklus ve fotbale rozděluje na dvě fáze přípravné, kdy první bývá delší a tréninkový objem je značně vyšší oproti druhé přípravné fázi. Především v první přípravné fázi se pohybujeme v menších intenzitách, ale s vyšším tréninkovým objemem k rozvoji solidního vytrvalostního a silového základu, na který se s přibližující se soutěží navazuje více specifickými cvičeními především rychlostního a výbušnostního charakteru. (Bompa a Haff 2009)

V soutěžních fázích se obrací poměr mezi intenzitou a objemem v tréninku a orientace je čistě směrem ke specificky založeným tréninkovým metodám pro maximalizování soutěžního výkonu. V průběhu soutěžní fáze se záměr tréninkových jednotek řídí dle rozložení utkání v jednotlivých mikrocyklech, či dalšími okolnostmi (např. reprezentační srazy). Právě vzhledem k velmi proměnlivým podmínkám během ročního cyklu, nutnosti individualizace

tréninku a přizpůsobení náročnosti dle úrovně svěřenců se pohledy kondičních trenérů velmi odlišují a je tak velmi těžké úzce popsat jednotný přístup v rámci periodizace, respektive konkrétněji v rámci programování tréninku, mikrodávkování, či monitorování zátěže v rámci silového tréninku v posilovně. (Bompa a Haff 2009)

2.2.3 Monitorování zátěže v silovém tréninku

K maximalizaci rozvoje výkonnosti sportovce je třeba zaznamenávat a pracovat s daty, která kvantifikují nashromážděný stres vyvinutý na sportovcův organismus vlivem tréninku. Monitorování tréninkové zátěže a její úpravy jsou vitálním faktorem v rámci rozvoje sportovce a držení se v rámci cílů dané tréninkové fáze. Přílišným navýšením tréninkové zátěže můžeme překročit limity sportovce a vystavujeme ho tak nejen poklesu výkonnosti, ale v horším případě i zranění. Proto je sledování zátěže v tréninkovém procesu důležité ke včasnému předcházení takovýmto rizikům. Současně efektivní monitorování zátěže může trenérům umožnit rozpoznat období, kdy zátěž nebude dostatečná a nebude tak optimálně stimulovat hráčův rozvoj. (Scott et al., 2016)

Existuje mnoho možností, jakým způsobem sledovat zátěž v rámci silového tréninku, avšak je vhodno zvážit časová omezení, počet sportovců ke sledování, dostupnost monitorovacích zařízení či početnost realizačního týmu a dle toho přizpůsobit monitorovací postupy a metody. Sledovat můžeme jak interně – RPE (Lagally et al. 2002), dotazníkově, tak i externě, dle výstupních dat z práce v tréninku - % z opakovacího maxima (Baechle a Earle, 2008), či rychlost (m/s) u VBT (Scott et al. 2016). Z hlediska VBT, jakožto informování o vnějších hodnotách se tato práce orientuje především na jeho využití a manipulaci s proměnnými v rámci tréninkových jednotek.

Momentálně se nejlépe jeví integrace jednotlivých přístupů a metod sledování k co nejvíce relevantním a nejsmysluplnějším informacím o sportovcově pokroku v posilovně. Na tomto základě z více zdrojů je trenér schopen nejlépe vyhodnotit následující kroky v rámci tréninkových cyklů. (Scott et al. 2016)

2.3 Velocity Based Training

Jednou z metod (nejen) monitorování odporového tréninku je VBT, které umožňuje velmi přesné a objektivní sledování, respektive předepisování objemu a intenzity silového tréninku. Je to metoda, která využívá rychlost k informování nebo zlepšování odporového tréninku, a má

širokou škálu implementace v rámci tréninkové praxe. (Weakley et al., 2021a; González-Badillo a Sánchez-Medina, 2010)

Správná manipulace s proměnnými, jako je objem či intenzita tréninku, je potřebná k dosažení požadovaného tréninkového cíle a jak bylo zmíněno v kapitole 2.2.3 Monitorování zátěže v silovém tréninku, jsou většinou určovány pomocí procent z 1 opakovacího maxima (Baechle a Earle 2008). Následné využívání této zjištěné maximální zátěže však může být problematické, pokud se opakovací maximum změní v důsledku tréninku, protože pak předepsaná zátěž nemusí odpovídat reálnému procentu z opakovacího maxima v dané tréninkové jednotce (Weakley et al., 2021a). Kromě toho víme, že počet opakování, které lze provést s daným procentem z opakovacího maxima, se mezi jednotlivci liší, a proto při stejném počtu opakování a sérií pro všechny sportovce může být vyvinuto značně rozlišné úsilí a vyvolána rozdílná únava (Richens a Cleather, 2014). Proto byly vymyšleny alternativní metody jako právě VBT, aby poskytovaly přesné a objektivní údaje k předepisování externí zátěže a tréninkového objemu pro každou tréninkovou jednotku nehledě na výkyvy v únavě a připravenosti sportovce (Weakley et al., 2021a).

VBT je metoda s širokou škálou využití při práci s tréninkovými proměnnými (Weakley et al., 2021a). Jak bylo zmíněno, VBT může ku příkladu vhodně doplňovat trénink založený na procentech z 1RM (Weakley et al., 2021a), ale taktéž s ním lze zlepšovat motivaci a soutěživost sportovce pomocí verbální či vizuální zpětné vazby (Wälchli et al. 2016). Alternativně lze VBT využít a implementovat napříč všemi aspekty silového tréninku, ku příkladu podporovat či kontrolovat předepisování objemu a intenzity cvičení, vyhodnocovat rozvoj či posun v rámci tréninku (Weakley et al., 2021a).

2.3.1 Možnosti využití VBT v rámci tréninku

Jednou z možností pro využití VBT ku příkladu na úvodu tréninkového bloku je vytvoření profilu sportovce na základě vztahu zátěže a rychlosti. Jedná se o predikci jednoho opakovacího maxima na základě opakování provedených se submaximálním odporem (ku příkladu lze využít 40 %, 60 %, 80 % z jednoho opakovacího maxima). Jsme tedy schopni velmi přesně, rychleji, a především bezpečněji zjistit jedno opakovací maximum sportovce, aniž bychom ho vystavovali rizikům spojeným s cvičením proti maximálnímu odporu. Vytváření profilu na základě zátěže a rychlosti může být pro trenéra velmi spolehlivou pomůckou nejen k celkovému lepšímu přehledu o rozvoji a stavu sportovce (Banyard et al., 2018), ale k rozeznávání normálních odchylek od opravdových změn rychlosti vyvolaných

předchozím tréninkem. Toto je zásadní; vzhledem k co největší míře přesnosti pro následné rozhodování o modifikaci tréninkových proměnných. Za předpokladu, že používáme přesné měřicí zařízení, tak můžeme pozorovat významné změny v rychlostech mezi tréninky, které budou reflektovat akutní únavu či rozvoj v oblasti síly, což nám umožňuje v dlouhodobém horizontu přesněji předepisovat zátěž napříč jednotlivými cykly. (Weakley et al. 2021a)

Na základě dat z VBT lze taktéž vhodně předepisovat intenzitu práce a regulovat únavu v rámci dané tréninkové jednotky, a to na základě velikosti poklesu rychlosti činky (Pareja-Blanco et al. 2017; Weakley et al. 2021a). Tzv. práh poklesu rychlosti nám poskytuje informace o adekvátním stupni únavy pro co nejoptimálnější rozvoj výkonnosti (Pareja-Blanco et al. 2017). Předcházíme tak rizikům, která se objevují u nejčastěji využívaných predikčních tabulek na základě % z maxima, kde mohou být obrovské rozdíly mezi jednotlivci; vlivem denní připravenosti, tréninkového věku, pohlaví, úrovní absolutní síly a nebo nedávno absolvovanými tréninky (Richens a Cleather 2014; Weakley et al. 2021a). Velkou výhodou práce s velikostí poklesu rychlosti je, že jsme schopni lépe ovlivňovat únavu a následné vnitřní odezvy organismu na zátěž (Weakley et al. 2021a). Ku příkladu, pokud je cílem rozvoj svalové hypertrofie není problém pracovat až do větších poklesů rychlosti, zatímco pokud bychom maximalizovali rozvoj výkonnosti (sprintování, skákání), je vhodné se pohybovat v nižších či středních velikostech poklesu rychlosti. Zdá se tedy, že cvičení s větším poklesem rychlosti může negativně ovlivňovat maximální produkci síly, taktéž může mít vliv na redukci projevu rychlých svalových vláken a prodlužovat regeneraci po odporovém tréninku. Naopak nižší poklesy rychlosti jsou doporučovány, pokud je cílem sportovně-specifický a silový rozvoj. Tato skutečnost je velmi relevantní právě pro týmové sporty (včetně fotbalu), kde častá utkání v průběhu sezony a dlouhotrvající soutěžní období mohou ovlivňovat dlouhodobý proces rozvoje. Můžeme tak lépe reagovat a upravovat únavu a připravenost na sportovní výkon či specifické tréninky v rámci mikrocyklu. V případě, že je třeba zároveň s tím i rozvíjet svalovou hypertrofii jako nejvýhodnější je volit střední pokles rychlosti při silovém cvičení. Praktikanti by však měli brát v úvahu i ostatní vlivy na poklesy rychlosti, které též mohou mít podíl na poklesu rychlosti, především výběr cviku a zátěž na čince v dané sérii. (Jukic et al., 2023)

Implementace VBT do tréninkového procesu může být taktéž vhodnou pomůckou k motivaci sportovců. Díky zvýšené motivaci mohou sportovci zlepšovat své výkony v tréninku až o 10 % v rámci produkce rychlosti a výbušnosti. (Weakley et al. 2019) Pokud vezmeme v úvahu přirozenou soutěživost mezi sportovci, je právě využívání VBT vodou na mlýn ke zvyšování soutěživosti mezi jednotlivci, když budou mít možnost porovnávat se a sledovat

hodnoty nejen své vlastní, ale i v rámci tréninkové skupiny. V těchto případech je třeba brát v potaz, že zpětná vazba pomocí VBT může způsobit, že sportovci upřednostní rychlost provedení na úrok techniky a správného provedení cviku, a tak je vhodno vnímat a případně upozorňovat i na tuto skutečnost. (Weakley et al., 2021a)

2.3.2 Veličiny používané při využití VBT

VBT metody nejčastěji pracují s dvěma hlavními proměnnými: Mean Velocity neboli průměrná rychlost celé koncentrické fáze pohybu a Peak Velocity neboli maximální okamžitá rychlost dosažená během koncentrické fáze pohybu. Též je alternativně používáno i Mean Propulsive Velocity, v překladu průměrná rychlost od začátku koncentrické fáze do zrychlení menšího než gravitace. Rozdílem mezi průměrnou rychlostí a průměrnou propulsivní rychlostí je, že průměrná rychlost neintegruje do výsledné hodnoty brzdivou fázi pohybu, ale povětšinou pro účely silově-kondičního tréninku v rámci kolektivních sportů jsou preferovány informace udávané v průměrné a maximální okamžité rychlosti. (Weakley et al., 2021a)

2.3.3 Technologie zaznamenávání rychlosti pro účely VBT

Inverzní lineární vztah mezi rychlostí a zátěží existuje napříč mnoha odporovými cviky (Banyard et al. 2017). Kvůli této skutečnosti byla implementace VBT do praxe pouhou otázkou vývoje technologie. Díky vývoji technologií v této oblasti se měření VBT stalo mnohem dostupnější variantou pro monitorování a usnadnění programování silově-kondičního tréninku. Reliabilita a validita některých těchto technologií, jako lineární snímače polohy (LPT), inerciální měřicí jednotky (IMU); či aplikace v chytrých telefonech určené k měření rychlosti činky, však stále potřebují další výzkum a objasnění v této oblasti u některých cvičení. (Thompson et al. 2020)

Lineární snímače polohy (LPT) jsou nejpoužívanějším zařízením ve vědeckém výzkumu (Pérez-Castilla et al. 2019) a jsou velmi spolehlivá a přesná (Lorenzetti et al. 2017). LPT se skládá z izoinerciálního dynamometru s kabelem, kterým je připojen k čince. Tak je odvozována rychlost ze zaznamenaných dat (pohyb činky za určitý čas) pomocí inverzního dynamického přístupu (Harris et al. 2010).

Mezi nejvíce prověřená LPT zařízení se řadí například GymAware či TENDO. Dalšími testovanými zařízeními jsou Fitrodyne (Fitronic) a Open Barbell System, při porovnání shody těchto zařízení se však ukazuje, že existují jisté nesrovnalosti. Zatímco tedy LPT zařízení trvale vykazují vyšší přesnost oproti jiným formám měření, trenéři by se i přesto měli vyhnout

používání a zaměňování různých zařízení během dlouhodobého sledování sportovců. (Weakley et al., 2021b)

Dalšími zařízeními měřícími VBT jsou akcelerometry jako PushBand 1.0 a 2.0, Beast sensor, BarSensei či Myotest. Ty se v několika studiích, kde byla zkoumána jejich přesnost, neprojevily jako ta nejspolehlivější zařízení. Zatímco při vyšších rychlostech (tzn. menší váze na čince) byly nepřesnosti znatelně menší, tak při vyšším zatížení činky dosahovaly velkých nepřesností v porovnání s LPT zařízeními. S těmito poznatky lze doporučit využití akcelerometrů spíše provizorně, a to jako pomůcku ke zvýšení motivace a soutěživosti sportovců, či pak u balistických cviků a cvičení ve vysokých rychlostech, kde se právě nekumulují velké nepřesnosti oproti spolehlivějším přístrojům. (Weakley et al., 2021b)

Alternativou za LPT či akcelerometry pak může být optoelektronické zařízení Velowin, které též ve studii prokázalo přijatelnou validitu měřenou jak v průměrné rychlosti, tak i v nejvyšší možné rychlosti (Laza-Cagigas et al. 2019). Také optické laserové zařízení Flex, které taktéž prokázalo určitou validitu měření v průměrné rychlosti při dřepu či tlaku vleže na rovné lavici s volnou vahou. Nutno ale podotknout, že je nutný další výzkum v měření v rychlosti nejvyšší možné (Weakley et al. 2020).

S přibývajícím zájmem o monitorování rychlosti při silovém tréninku se již objevují i mobilní aplikace pro chytré telefony, které též nabízejí možnosti měření VBT. U těchto způsobů měření však existuje mnoho protichůdných důkazů o jejich přesnosti. (Weakley et al., 2021b)

3 CÍLE, ÚKOLY A METODIKA PRÁCE

V rámci následující části jsou popsány cíle a metody této bakalářské práce tak, aby bylo jasným a přehledným způsobem podáno, s jakými záměry byla tato práce tvořena a jaké způsoby a metody byly využity při jejím psaní.

3.1 Cíle systematické rešerše

Cílem každé systematické rešerše je podání ucelených informací na základě jejich důkladné syntézy v rámci primárního výzkumu v určité oblasti. Na základě těchto informací lze identifikovat problémy primárních výzkumů, lze určit následný postup při výzkumu, či díky nim můžeme podávat přehled doposud získaných poznatků v rámci dané problematiky. (Gurevitch et al., 2018)

Cílem této práce je vytvoření přehledu o využívání VBT metod v rámci kondičního a zejména silového tréninku u hráčů fotbalu, zjistit, jakým způsobem participuje VBT v tréninku a jaké existují dosavadní výsledky a účinky využití VBT ve fotbale z dostupných vědeckých studií. Výsledky byly zpracovány pomocí tabulek formou systematické rešerše.

3.1.1 Vědecké otázky

1. Jaké jsou nejčastěji používané metody využití VBT v rámci tréninku hráčů fotbalu?

3.2 Použité metody

Hlavní metodou v rámci této bakalářské práce byla systematická rešerše na základě preferované selekce položek podléhající doporučením PRISMA2020 (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses), jenž má napomáhat systematickým recenzentům k vhodnému a přehlednému podání informací; proč a jak postupovali při tvorbě přehledu a co je v něm uvedeno v rámci jejich odborné práce (Page et al. 2021). Jakmile byly stanoveny cíle práce, následovalo vyhledávání studií pomocí předem stanoveného vzorce včetně časového rozpětí (3.2.1 Vzorec pro vyhledávání ve vědeckých databázích) ve třech vědeckých databázích. Selekce studií podléhala přesným kritériím a analýze v rámci skriptu. Následně byly výsledné studie použity k vyhodnocení pomocí modifikovaného kvalitativního metodického hodnocení Risk of Bias 2 a zpracování ve výsledné syntéze (Sterne et al., 2019). K práci s publikacemi a také ke vkládání citací byl použit citační manažer Zotero 6.0.37 for Windows (Corporation for Digital Scholarship, Vienna, Virginia, USA).

3.2.1 Vzorec pro vyhledávání ve vědeckých databázích

Před sestavením vzorce byla vybrána klíčová slova pro vyhledávání ve vědeckých databázích. Výběr klíčových slov podléhal nutnosti co nejpřesněji vystihnout cíle této práce a zároveň účelnosti v rámci přehledného vyhledávání ve všech třech databázích. Pro účely této práce byly tedy nadefinována klíčová slova i s Booleovskými operátory AND a OR takto:

VBT* OR velocity-based* AND soccer*

Booleovské operátory AND a OR byly vhodnými pomůckami k propojení klíčových slov, a tak i k zefektivnění a zpřesnění vyhledávání napříč vědeckými databázemi (Carcassi a Sbardolini, 2023).

V rámci vyhledávání pomocí klíčových slov byl taktéž využit pomocný znak*, který umožnil doplnit kořen slova o přípony či jiné slovní dodatky.

Časové rozmezí vyhledávání bylo nastaveno od roku 2020 do roku 2024 včetně a vyhledávání studií bylo ukončeno 1. května 2024. Vyhledávání bylo zpracováno v rámci názvu, abstraktu a klíčových slov a taktéž bylo cíleno na formu odborného článku či rešerše v anglickém jazyce.

3.2.2 Proces výběru relevantních studií

K vyhledání studií pro účely této práce byly použity tři vědecké databáze (Web of Science, PubMed a Scopus). V těchto databázích s přispěním výše zmíněných časových parametrů a klíčových slov bylo uskutečněno vyhledání studií. Tyto studie poté byly zpracovány pomocí citačního a organizačního manažeru Zotero 6.0.37 for Windows, kde byly vyfiltrovány a vyřazeny duplicitní studie. Dále byly studie analyzovány na základě stanovených kritérií autorem práce.

3.2.3 Kritéria výběru

Využití metod VBT v rámci kondičního tréninku u hráčů fotbalu bylo stěžejním kritériem pro výběr studií pro účely této práce. Dále studie musely pracovat s výzkumy, kterých se účastnili hráči mužského pohlaví, mladšího dospělého či dospělého věku a hrající na vyšší než amatérské úrovni. Prvně byly studie hodnoceny na základě názvu a v dalším kroku byly podrobeny důkladnějšímu šetření i na základě abstraktu (Harris et al. 2014). Jakmile došlo k analýze a následnému vyřazení nevhodných publikací na základě názvu a abstraktu, podléhala další selekce studií kritériím, zda je práce v anglickém jazyce, a zda je volně přístupný

kompletní text. Jakákoliv práce, která nesplňovala kritéria této práce neboli neprošla zmiňovanými kroky, byla z výběru vyřazena. Naopak veškeré studie, které selekcí prošly a splnily tak všechna kritéria, byly na základě celého textu zahrnuty do výsledkové části této bakalářské práce (Harris et al. 2014).

3.2.4 Analýza finálních studií

V této fázi byly studie důkladně zkoumány skrze svůj kompletní text. Následně pak pro tuto práci vhodné studie byly analyzovány pomocí podrobné syntézy základních charakteristik a přehledu o designu studie, participantech, cílech, metodách a závěrech jednotlivých prací.

3.2.5 Hodnocení finálních studií

Všechny studie, které prošly výběrem pro tuto bakalářskou práci, byly podrobeny hodnocení z pohledu metodické kvality Risk of Bias 2. Toto hodnocení metodické kvality u každé zařazené studie do systematického přehledu má za cíl vykazovat možné nedostatky a tím tak přispívat k ještě spolehlivějšímu podání důkazů (Sterne et al. 2019).

Hodnocení bylo prováděno na základě modifikované varianty (Bullock et al. 2010), kdy byl vytvořen soubor otázek specifických pro tuto práci, jak je uvedeno v Tabulce 1. To se skládalo ze dvou částí, kdy první část se zaobírala problematikou a vzorkem studie, která byla rozdělena celkem do tří otázek. Pokud na každou z otázek došlo k odpovědi ano, byl udělen 1 bod. A druhá část hodnotila plán a metodiku studií v rámci dalších pěti otázek, kde bylo také za odpověď ano udělováno po jednom bodu, pouze v případě jedné otázky se udělovaly body dva. Pokud na kteroukoli otázku připadla odpověď negativní, nebyl udělen bod žádný.

Poté po sečtení bodů se studie hodnotily a členily do tří skupin na škále: vysoká kvalita se skóre ≤ 6, střední kvalita se skóre 4–5 a nízká se skóre ≤ 3 z maximálně možných 9 bodů (Bullock et al. 2010).

Tabulka 1 – kvalitativní hodnocení vybraných studií (zdroj: Bullock et al., 2010)

Problém a vzorek	Skóre
1. Je jasně formulována hypotéza či výzkumná otázka?	Pokud ano, udělte 1 bod.
2. Jsou jasně popsána kritéria a výběr participantů?	Pokud ano, udělte 1 bod.
3. Je jasně popsána intervence?	Pokud ano, udělte 1 bod.
Plán a metodika studie	
4. Jedná se o randomizovanou kontrolovanou studii?	Pokud ano, udělte 2 body.
5. Jsou statistické metody jasně popsány?	Pokud ano, udělte 1 bod.
6. Jsou použity intervaly spolehlivosti či p-hodnoty?	Pokud ano, udělte 1 bod.
7. Používají se při analýze vícerozměrné metody (tzv. regrese)?	Pokud ano, udělte 1 bod.
8. Obsahuje studie jasně popsané výsledky a pádné argumenty v rámci diskuse?	Pokud ano, udělte 1 bod.
CELKOVÉ HODNOCENÍ	Maximální možné skóre je 9 bodů

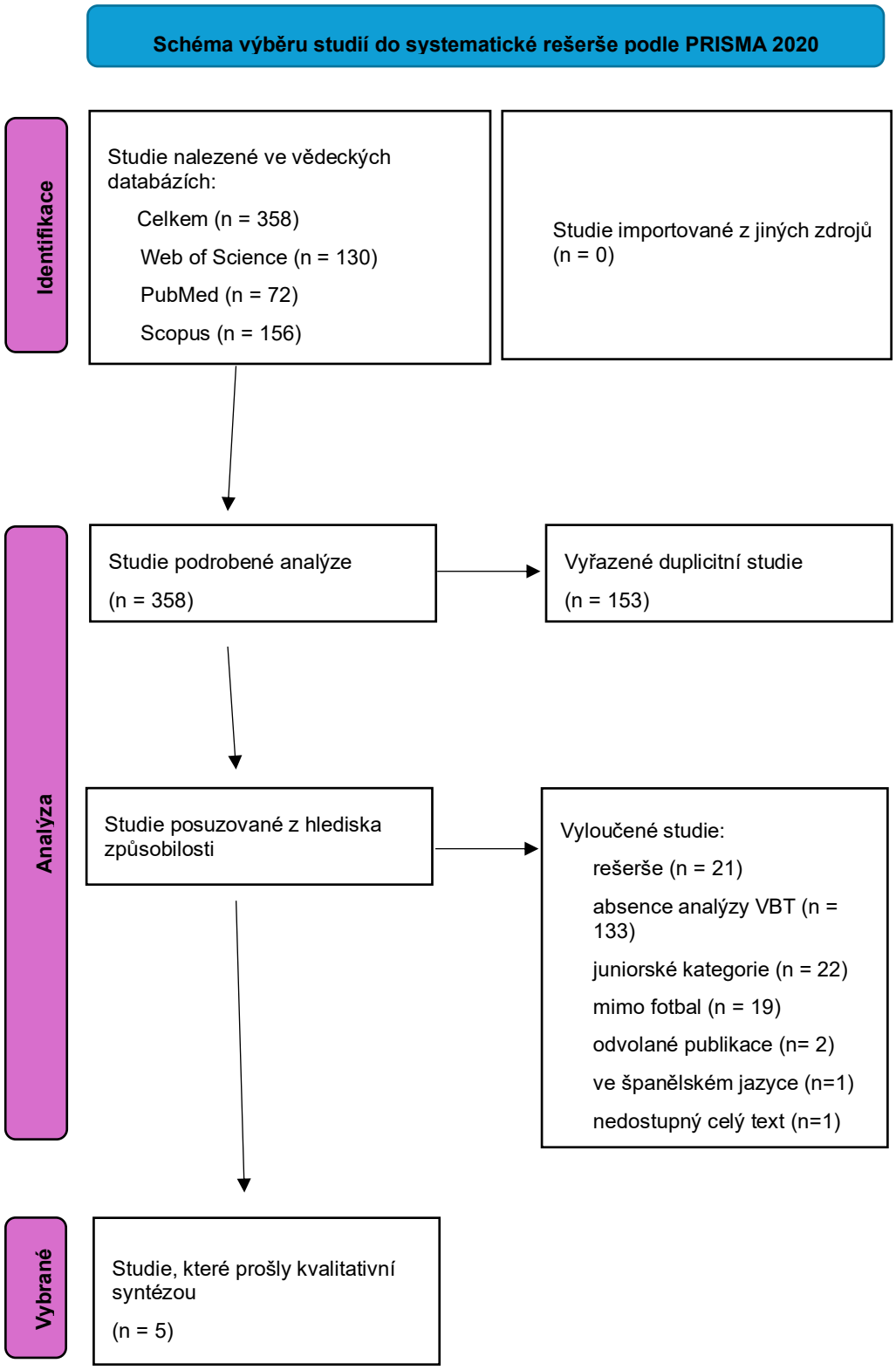
- vysoká kvalita: skóre ≤ 6
- střední kvalita: skóre 4–5
- nízká kvalita: skóre ≤ 3

4 VÝSLEDKY

V této části práce jsou prezentovány výsledná data ze zpracovaných studií, které prošly konečnou syntézou.

4.1 Vybrané studie

Vyhledáváním ve vědeckých databázích Scopus, PubMed a Web of Science na základě výše popsaných parametrů (viz 3.4 Proces výběru relevantních studií) bylo nalezeno celkem 358 výsledků. Z nichž bylo v citačním manažeru Zotero 6 for Windows (Corporation for Digital Scholarship, Vienna, Virginia, USA) vyfiltrováno a vyřazeno 153 duplicitních studií. K prověření z hlediska způsobilosti zbylo tedy 205 studií, ze kterých na základě názvu a abstraktu prošlo 12 k rozsáhlejší analýze. Tyto studie poté byly podrobeny zkoumání celého textu a kompletnímu rozboru, kterým neprošlo 7 studií, neboť nesplňovaly kritéria této rešerše. Celkem tedy pro účely této rešerše zbylo 5 studií, které splňovaly veškerá kritéria a očekávání této bakalářské práce. Podrobné schéma výběru studií lze najít níže – Obrázek 1.



Obrázek 1 – schéma výběru studií dle PRISMA2020 (zdroj: Page et al., 2021)

4.2 Charakteristika vybraných studií

Charakteristika vybraných studií je vidět v Tabulce 2. Všechny studie zahrnuté v této rešerši se věnovaly hráčům mužského pohlaví většinou mladší dospělé či dospělé populace na profesionální úrovni, většinou na nejvyšších úrovních dané oblasti. Všechny studie pracovaly pouze s hráči fotbalu; vyjma studie od Lindberg a kolektivu (2021), kde mezi celkovými 40 participanty z různých týmových sportů bylo zahrnuto 10 hráčů fotbalu. Dále ve všech studiích jsou intervencím podrobeni hráči 18 let a výše, výjimku tvoří opět studie Lindberg a kolektivu, kde je věk participantů uveden 20 ± 4 roky, tudíž nelze s jistotou potvrdit plnoletost participantů.

Jednotlivé tréninkové intervenční programy jsou uvedeny v Tabulce 3. Každá ze studií zahrnovala nějakou formu využití VBT v rámci své intervence. Lahti a kolektiv (2020) využívá VBT k vytvoření profilu vztahu zátěže a rychlosti, na jehož základě následně předepisuje intenzitu a objem práce v rámci intervence. Ve studii Grazioliho a kol. (2022) je taktéž VBT využito v rámci stanovení objemu (počet opakování) práce pomocí prahu poklesu rychlosti pohybu, který byl vyjádřen v procentech. Zatímco ve studiích od Loturca a kol. (2020) a Ribeira a kol. (2020) je VBT využito pomocí zatížení intenzitou, která je optimální pro rozvoj svalové výbušné síly. Nakonec studie od Lindberg a kolektivu (2021) použila VBT k vytvoření profilu na základě vztahu zátěže a rychlosti a profilu nerovnováhy vztahy zátěže a rychlosti, pomocí nichž byl sportovcům předepsán tréninkový intervenční plán.

Dvě studie využívaly sprinty s odporem, jako cvik v rámci intervence, jak je vidět v Tabulce 3. Ve studii Lahti et al. (2020) pak byla intervence doplněna i o sprinty bez odporu. Ve všech studiích byly výsledky orientovány dle testu rychlosti sprintu na různé vzdálenosti 5–30 m. Studie od Loturco et al. (2020) a Ribeiro et al. (2020) pak v rámci testovací baterie ke sprintu přidala ještě dřep s výskokem, výskok ze dřepu a specificky upravené testy na změny směru. Délka trvání intervencí se lišila v rozmezí 9 až 11 týdnů s výjimkou Ribeira et al. (2020), kde intervence trvala 7 týdnů, a Lindberg et al. (2021), kde trvala pouze 4 týdny. Počet intervenčních tréninkových jednotek se pohyboval v rozmezí 10 až 15 tréninků napříč studiemi, týdenní frekvence pak 1-2x týdně s výjimkou Loturco et al. (2020) s 3 tréninky týdně.

Tabulka 2 - charakteristika zahrnutých studií

Studie	Design studie	RoB	Participanti (počet)	Cíl	Metody	Závěr
Lahti et al. (2020)	Ne-Ran.	Vysoká (7)	Muži, profesionální, finská nejvyšší soutěž (32)	Studie zkoumala efekt využití saní (21 kg) ve sprintu s různým (50 % a 60 %) poklesem rychlosti v porovnání s kontrolní skupinou	Hráči rozděleni do kontrolní, HS50% a HS60% skupiny, absolvovali 15 TJ v rámci 9 týdnů, testování pomocí 30 m sprint, F-V profilu a časoprostorové a kinematické změny sprintu	Sprint s odporem saní se jeví jako vhodná metoda k rozvoji rychlosti sprint, adaptace může být potenciálně maximalizována s 50% snížením rychlosti oproti 60 %
Grazioli et al. (2022)	Ne-Ran.	Vysoká (7)	Muži, profesionální, brazilská nejvyšší soutěž (17)	11týdenní studie zkoumala korelaci neuromuskulárního profilu a celkového objemu odporového (45-65 % BM) sprintového tréninku s různými (10 % a 20 %) velikostmi poklesu rychlosti	Hráči náhodně rozdělení do dvou skupin absolvovali tréninky s 20 m odporovým sprintem (saně 6 kg) s progresivním zatížením (45-65 % své hmotnosti), koreloval objem práce s rychlostí sprint, CMJ, SJ	Při nižším poklesu rychlosti (VL10%) silnější hráči provedli méně celkového objemu práce, totéž však neplatilo při vyšším poklesu rychlosti (VL20%) – větší výskyt únavy
Lindberg et al. (2021)	Ne-Ran.	Střední (5)	sportovci reprezentační úrovně (včetně 10 hráčů fotbalu) (40 / 10)	Studie zkoumala efektivitu individualizace tréninku na základě F-V profilu při sprintování, výskoku, síle a výbušnosti	Hráčům byl vytvořen F-V profil na základě 5 měření s různým odporem, dále byli náhodně alokováni do 3 různých skupin, které podstoupili intervenci směrem, či proti jejich teoretickému F-V profilu, či vyrovnaný trénink	Tato studie nepodpořila efektivitu individualizace dle F-V profilu na rozvoj rychlosti sprint, výskoku či síly a výbušnosti
Loturco et al. (2020)	Ran.	Střední (5)	Muži, U20 hráči fotbalu na elitní brazilské úrovni (23)	Studie zkoumala trénink pomocí výskoku ze dřepu se zátěží 20 % pod či nad optimální hranicí pro rozvoj výbušné síly	Hráči rozdělení do dvou skupin podstoupili 4týdenní intervenci, kdy trénovali buď 20 % pod svým OPL či 20 % nad svým OPL, testováno pre- a post- pomocí rychlosti sprintu 5-10-20m, COD, SJ maximální síly a CMJ	Obě tréninková schémata prokázala pozitivní efekt na rozvoj výkonu, Maximální síla při SJ významně vyšší u obou skupin, možná zlepšení u LOPL skupiny u 5–10 m sprint, zatímco možná zlepšení u 5-10m sprint, CMJ a COD u HOPL skupiny
Ribeiro et al. (2020)	Ran.	Vysoká (7)	Muži, mladí hráči fotbalu na elitní úrovni (26)	Studie porovnávala efekt plyometrického tréninku oproti efektu tréninku OPL na rozvoj sportovního výkonu	Rozděleno do dvou skupin, intervence po 7 t.,1. skupina cvičila plyometricky (vertikálně, horizontálně) a OPL skupina hip thrust a zadní dřep, testováno pomocí SJ, CMJ, sprint 10 a 30 m, COD	Oba programy prokázaly zlepšení v celkovém kondičním výkonu, avšak v porovnání skupina trénující v OPL skupině prokázala vyšší zlepšení v COD a 30 m sprintu

(Ne-Ran. = nerandomizovaná studie, Ran. = randomizovaná studie, RoB = výsledky kvalitativního hodnocení, kg=kilogram, HS=heavy sled-těžké sáně, TJ= tréninková jednotka, F-V=silově-rychlostní, BM = tělesná hmotnost, CMJ=dřep s výskokem, SJ= výskok ze dřepu, VL=ztráta rychlosti, OPL = Optimal Power Load – intenzita optimální pro rozvoj svalové výbušné síly, LOPL=skupina pracující pod optimální hranicí k rozvoji výbušné síly, HOPL=skupina pracující nad optimální hranicí k rozvoji výbušné síly, COD = změna směru)

Tabulka 3 - Charakteristiky tréninkových protokolů zahrnujících VBT intervenci

Studie	Trvání (týdny)	Četnost v týdnu	Celkem TJ	cviky	objem	intenzita	Odpočinek
Lahti et al. (2020)	9 t.	6 z 9 t. 2x týdně	15x	Sprinty s (saně) i bez odporu	6-8 x 1	Intenzita nastav. do poklesu rychlosti 50 a 60 %	3 min.
Grazioli et al. (2022)	11 t.	1x týdně vyjma 1 t.	10x	Sprinty s odporem (saně)	Do poklesu rychlosti 10 / 20 %	45-65 % vlastní hmotnosti	30 s mezi opakováními
Lindberg et al. (2021)	10 t.	2x týdně		Kompletní tréninková tabulka v Příloze 1			
Loturco et al. (2020)	4 t.	3x týdně	12x	Výskok ze dřepu	6 x 6	±20 % OPL*	n.
Ribeiro et al. (2020)	7 t.	5 z 7 t. 2x týdně	12x	Poloviční dřep a zdvih pánve vleže na lavici / plyometrická cvičení	4x8 – 4x6 – 4x4 / 56 až 126 op.	Intenzita dle OPL* (66 až 90 kg) / --	2 min

*(*OPL = Optimal Power Load – intenzita optimální pro rozvoj svalové výbušné síly, t. = týden, n. = neuvedeno, TJ = tréninková jednotka, op. = opakování, s = sekunda, kg = kilogram, min = minuta)*

4.3 Akutní (okamžité) výsledky

Výsledky spojené s okamžitým účinkem VBT na hráče fotbalu jsou níže popsány v Tabulce 4. Tyto výsledky nalezneme ve studii Lahti et al. (2020), kde výzkumný tým zkoumal okamžité účinky VBT na kinematiku a časoprostorové změny při sprintu. Obě intervenční skupiny bezprostředně po intervenci prokázaly významné změny v kinematice sprintu, ale pouze u skupiny HS60% (tedy s až 60% poklesem rychlosti sprintu) se prokázaly významné změny u časoprostorových hodnot, konkrétně v délce kontaktu s podložkou, v počtu a délce kroků. Tyto výsledky však zůstaly pod minimální detekovatelnou hranicí mezi intervenčními jednotkami a taktéž všechna porovnání mezi skupiny nenabyly významnosti.

4.4 Výsledky chronické – adaptační změny

Syntéza výsledků zahrnující efekty VBT v rámci adaptačních změn: síla, výbušná síla, rychlost sprintu, výška výskoku, lze najít v Tabulce 4. včetně podrobně sepsaných výsledků intervencí. Všechny studie pracovaly s nějakou formou VBT v rámci svého výzkumu.

Celkem čtyři studie sledovaly výsledky v rámci silových či výbušně silových měření včetně jiných výsledkových metrik, až na studii Ribeiro et al. (2023), která vyhodnocovala na základě rychlostních testů a výšky výskoků. Ve studii Loturco et al. (2020) testování po intervenci doznalo významného zlepšení maximálního výkonu ve výskoku ze dřepu u obou skupin a studie Lahti et al. (2020) v rámci dodatečné analýzy zjistila značné zlepšení jedné ze skupin oproti druhé v maximální výkonu. Taktéž v této studii teoretická hodnota maximální horizontální síly (F0) a profil zátěže a rychlosti sprintu prokázala středně silný vztah s adaptačním potenciálem F0. Ve studii Lindberg et al. (2021) se jednalo pouze o zanedbatelné či malé změny v silových hodnotách mezi skupinami trénujícími směrem k/nehledě na/od teoretického optimálního profilu vztahu zátěže a rychlosti – konkrétně na opakovací maximum u zadního dřepu a výkonu na cviku Leg press.

Co se týče rychlostních výsledků měřených pomocí testování rychlosti sprintu, tak ve studii Lahti et al. (2020) obě skupiny trénující s vysokým odporem významně zlepšily své časy ve sprintu 10–30 m. V dodatečné analýze se prokázalo signifikantní zlepšení skupiny s 50% poklesem rychlosti oproti kontrolní skupině v čase sprintu 0–10 m. Též ve studii Loturco et al. (2020) se prokázala pravděpodobná a možná zlepšení ve sprintu na 5 a 10 m u obou intervenčních skupin. Naopak Ribeiro et al. (2020) ve své studii nepopisují žádné významnější změny na tyto kratší vzdálenosti, nýbrž malé a střední zlepšení rychlosti na 30 m sprint u PT a

OPL skupin respektive. Co se týče rozdílu mezi skupinami, tak došlo pravděpodobně k vyššímu zlepšení u OPL skupiny na 30 m sprint. Dvě ze studií (Loturco et al., 2020; Ribeiro et al., 2020) popsaly ještě efekty intervencí i pomocí výsledků testů rychlosti změny směru. U první zmíněné se prokázalo možné zlepšení pouze u jedné ze skupin (HOPL – Tabulka 2), zatímco u Ribeiro et al. (2020) optimální trénink k rozvoji výbušné síly projevil značné zlepšení v testu změny směru, a dokonce ukázal možné větší zlepšení oproti skupině používající plyometrický trénink.

V rámci adaptačních změn výskoku se ve studii Ribeiro et al. (2020) projevilo pravděpodobné zlepšení dřepu s výskokem a velmi pravděpodobné zlepšení výkonu ve dřepu z výskoku u skupiny využívající plyometrický trénink. U skupiny využívající trénink na optimální hranici k rozvoji výbušné síly se v rámci dřepu s výskokem ukázalo velmi pravděpodobné zlepšení a ve výskoku ze dřepu téměř jisté zlepšení. Možná zlepšení se potvrdila i ve studii Loturco et al. (2020) v rámci dřepu s výskokem u skupiny trénující +20 % optimální hranice pro rozvoj výbušné síly.

Studie Grazioli et al. (2022) pak zkoumala korelaci mezi neuromuskulárním profilem a celkovým objemem sprintového odporového tréninku s různými poklesy rychlosti. Skupina s 10% poklesem rychlosti provedla o 31 % méně opakování a celkové vzdálenosti oproti skupině s 20% poklesem. Také byla pozorována silná negativní Pearsonova korelace mezi celkovým objemem vykonaným skupinou s poklesem 10 % a výškou výskoku ze dřepu, výškou dřepu s výskokem a koncentrickým vrcholovým točivým momentem extenze v koleni.

Tabulka 4 – Kvalitativní syntéza a souhrn účinků využití tréninkových metod, které zahrnovali VBT

studie	Síla, výbušná síla	Sprint	Výskok	Kinematika sprintu a časoprostorové okamžité změny
Lahti et al. (2020)	Významné zlepšení F0 (N/kg) u HS60% (p=0,02, ES=1,00) a HS50% (p=0,002, ES=1,04). Významné zlepšení prům. RFmax u HS60% (p=0,013, ES=0,80) a HS50% (p <0,001, ES=1,14). Významné zlepšení Pmax (W.kg-1) u HS60% (p=0,011, ES=0,84) a HS50% (p <0,001, ES=1,18). Významné zlepšení rychlosti v0 u HS50% (3,08 %, p=0,04, ES=0,78). Rychlost v0 (m/s) u HS60% (1,79 %, p=1,00, ES=0,32). Významné zlepšení Pmax ve skupině HS50% oproti skupině kontrolní (p=0,03, ES=1,16).	Významné zlepšení 10 m sprint u HS60% (p=0,001, ES=-0,96) a HS50% (p <0,001, ES=-1,25). Významné zlepšení 20 m sprint u HS60% (p=0,008, ES=-0,77) a HS50% (p <0,001, ES=-1,15). Významné zlepšení 30 m sprint u HS60% (p=0,02, ES=-0,62) a HS50% (p <0,001, ES=-1,18). Post-hoc analýza zjistila HS50% značné zlepšení 10 m sprint oproti CON.		Okamžitá významná změna u HS60% v čase kontaktu s podložkou (s) (p=0,002), v počtu kroků (p=0,004) a délce kroků (p=0,008). Okamžité významné zmenšení vzdálenosti místa odrazu a těžiště těla (m/délka těla) u HS60% (p=0,003) a u HS50% (p=0,003). Významné zmenšení úhlu těžiště při odrazu (º) u HS60% (p=0,005) a HS50% (p=0,005). V rámci pre-to-post výsledku testu významné snížení úhlu kontralaterálního kyčelního kloubu při odrazu (º) u HS60% (-4,01 %, p=0,004) CON (-3,13%, p=0,006).

Grazioli et al. (2022)	Významně velká až velmi velká negativní korelace mezi celkovým objemem práce a PT koncentrické extenze v koleni (675,0±184,5 m, 95 % CI 547,2–802,8 m; 247,6±39,0 N m, 95% CI 220,6–274,7 N m; r=−0,69, 95% CI, −0,99-(-0,91), p=0,05, ES=0,03).		Významně velká až velmi velká negativní korelace mezi celkovým objemem práce a výšky CMJ u G10 (675,0 ±184,5 m, 95 % CI 547,2–802,8 m; 39,5 ±4,6 cm, 95% CI 36,3–42,7 cm; r=− 0,85, 95% CI – 0,98-(− 0,58), p =0,02, ES=0,41). Významně velká až velmi velká negativní korelace mezi celkovým objemem práce a výšky SJ (675,0 ±184,5 m, 95% CI 547,2–802,8 m; 35,0 ±3,5 cm, 95% CI 32,6–37,4 cm; r=− 0,90, 95% CI, −0,99-(−0,66), p=0,005, ES=0,80).
Lindberg et al. (2021)	Zanedbatelné či malé zlepšení 1RM dřepu (kg) u skupin TOW/AW/BAL (2,9%/4,6%/6,5% resp.). Zanedbatelné či malé zlepšení P (W) u Leg Press u skupin TOW/AW/BAL (6,7%/4,2%/2,9% resp.).	Zanedbatelné či malé zlepšení 10 m sprintu u skupin TOW/AW/BAL (1,0%/-0,9%/-1,7% resp.) a 30 m sprint (0,9%/-0,6%/-0,4% resp.).	Zanedbatelné či malé zlepšení CMJ u skupin TOW/AW/BAL (4,3%/3,1%/5,7% resp.). Taktéž zanedbatelné či malé zlepšení SJ u TOW/AW/BAL (4,8%/3,7%/5,7% resp.).
Loturco et al. (2020)	Pravděpodobné až velmi pravděpodobné zlepšení PP JS u LOPL u–20 % OPL (ES=0,64), OPL (ES=0,68) a +20 % OPL	Pravděpodobné zlepšení 5 m sprint u LOPL (ES=0,64, 90 CL, -0,20-11,48) a možné zlepšení u HOPL (ES=0,26, 90 % CL, -0,20-0,73).	Možné zlepšení CMJ u HOPL skupiny (ES=0,26, 90 % CL, 0,04-0,48).

	(ES=0,54) a možné zlepšení PP JS u HOPL u OPL (ES=0,23) a +20 % OPL (ES=0,48). LOPL prokázala větší zlepšení PP SJ -20 % OPL (ES=0,51, 83 %/15 %/02 %) a OPL (ES=0,59, 88%/11%/01%) oproti HOPL.	Možné zlepšení 10 m sprint u LOPL (ES=0,41, 90 % CL, -0,25-1,06) a u HOPL taktéž možné zlepšení (ES=0,23, 90 % CL, -0,19-0,65). Pravděpodobné zlepšení COD rychlosti u HOPL (ES=0,48, 90 % CL, 0,03-0,92)	
Ribeiro et al. (2020)		Možné zlepšení 10 m sprint u PT (ES=0,25, 90 % CI, -0,05-0,54) a žádné zlepšení u OPL (nejasný efekt = 60%/25%/01%, ES= 0,36, 90% CI, -0,40-1,13). Možné zlepšení 30 m sprint u PT* (54%/45%/01%, ES=0,21, 90% CI, -0,02-0,45) ale pravděpodobné zlepšení u OPL (93%/05%/02%, ES=1,02, 90% CI, 0,09-1,95). Velmi pravděpodobné zlepšení COD u PT* (ES=0,53, 90 % CI, 0,24-0,81) a u OPL (ES=0,93, 90% CI, 0,50-1,36). OPL skupina možná (ES=0,30, 90% CI, -0,20-0,81) větší zlepšení COD oproti PT*. Taktéž OPL na 30 m sprint pravděpodobněji (ES=0,81, 90 % CI, -0,16-1,78) větší zlepšení oproti PT* skupině.	Pravděpodobné zlepšení CMJ (cm) u PT skupiny (ES=0,62, 90 % CI, 0,18-1,06) a velmi pravděpodobné zlepšení u OPL (ES=1,02, 90 % CI, 0,46-1,57). Velmi pravděpodobné zlepšení SJ u PT (ES=0,97, 90 % CI, 0,32-1,61) a téměř jisté zlepšení u OPL (ES=1,08, 90% CI, 0,66-1,51).

(F0 = maximální teoretická hodnota síly, HS= těžké saně, p=p hodnota, RFmax=maximální množství vyprodukované síly, Pmax=max. výbušná síla, v0=maximální teoretická rychlost, ES= velikost efektu, CON = kontrolní skupina, PT=maximální točivý moment, G10=, CI=konfidenční interval, Nm=Newton metr , CMJ=dřep s výskokem, r=Pearsonův korelační koeficient, RM=opakovací maximum, TOW=směrem k, AW=směrem od, BAL=vyrovnaný trénink, P=výbušná síla, SJ= výskok ze dřepu, PP=maximální výbušná síla, LOPL=níže než OPL, OPL=optimální hranice k rozvoji výbušné síly, HOPL=výše než OPL, CL=, PT=plyometický trénink)*

5 DISKUSE

Cílem této části bakalářské práce je rozebrání zjištěných informací a poznatků vyplývajících z výsledků jednotlivých studií a diskuse o nich. Hlavními zjištěními této práce jsou (I) trénink v rámci optimální zóny k rozvoji výbušné síly napříč různými konci silově-rychlostní křivky se jeví jako benefitní vzhledem k rozvoji silově výbušnostních schopností; (II) optimalizace tréninkových proměnných pomocí VBT metod umožňuje sportovcům maximalizovat rozvoj výkonnosti bez nadbytečného přetěžování; (III) pomocí VBT metod lze efektivně rozvíjet pohybové schopnosti důležité pro výkon ve fotbalovém utkání, zejména silové a rychlostní schopnosti.

V rámci akutních výsledků jsou v této práci data pouze z jedné studie – Lahti et al. (2020), kde byl zkoumán efekt využití VBT na kinematické a časoprostorové změny ve sprintu. K zamyšlení vybízí volba poměrně vysokých odporů při sprintu a dalo by se předpokládat, že se kvůli nim zvýší čas kontaktu sportovce s podložkou, což by poskytlo sportovci více času na dosažení maximální síly, a tak stimulovalo více silový rozvoj (Kawamori et al., 2013). Avšak tato studie v tomto ohledu nedošla k žádným výraznějším změnám, neboť zjištěné hodnoty nepřesáhly statisticky významnou hranici. Taktéž bylo autory uvedeno, že nebyl nalezen žádný vztah mezi změnami v těchto proměnných a změnou výkonu ve sprintu, proto sami avizují, že by bylo za potřebí přesněji zvolených metodologických přístupů či větší vzorek participantů při takto krátkých intervencích. Taktéž se výsledky této studie staví proti dřívějším studiím v rámci potenciálních škodlivých účinků na techniku sprintu i pod působením vyššího odporu (Alcaraz et al. 2018). Toto tvrzení lze podpořit, že s přispěním vhodně zvoleného programování tréninku lze takové negativní účinky minimalizovat či jim zamezovat.

Na základě výsledků studie Loturco et al. (2020), kde zjistily pozitivní efekty na výkon pomocí tréninku okolo zóny pro optimální rozvoj výbušné síly, lze vyvodit tyto poznatky. Přes nižší zátěž byla skupina pracující o 20 % níže, než bylo jejich teoretické optimum k rozvoji výbušné síly, schopna více zlepšit maximální výbušnou sílu se všemi zátěžemi, zatímco skupina pracující o 20 % výše nad optimem zlepšila produkci síly pouze při vyšších zátěžích. Obě skupiny tedy prokázaly pozitivní změny s významnými a statisticky relevantními rozdíly. To, že byli sportovci schopni zvýšit výbušnou sílu v odlišných silově-rychlostních zónách, lze odůvodnit tím, že se zátěž na čince pohybovala okolo teoretického optima právě pro rozvoj výbušné síly. Pokud vezmeme tyto výsledky společně s úvahou, že lehčí zatížení zejména u balistických cviků vyvolává větší rozvoj silových schopností (Cormie et al., 2011; Cronin et al.,

2001), lze to brát jako velkou výhodu pro rozvoj zmíněných schopností bez nadbytečného zatížení a únavy u hráčů fotbalu. Lze spekulovat, že tyto větší změny u jedné ze skupin (-20%) mohou být zapříčiněny vyššími rychlostmi pohybu dosaženými s lehčí zátěží a mohou tak zvýšit rychlost nervové aktivace a vyvolat větší adaptace v mezisvalové koordinaci, mimo jiné snížením koaktivace antagonistických svalů (Cormie et al. 2011a; 2011b). To by ovlivňovalo produkci síly nejen ve vysokorychlostních zónách, ale napříč různými konci silově-rychlostní křivky; včetně zóny nízké rychlosti pohybu a vysoké produkce síly, čímž by byl vysvětlen rozdíl mezi výsledky jednotlivých skupin. Ve studii Lahti et al. (2020) byla maximální výbušná síla jedinou proměnnou, která doznala významnějších změn (u skupiny s 50% poklesem rychlosti). Toto je podpořeno i další studií udávající, že maximální externí výbušná síla je produkována přibližně při 50% maximální rychlosti při maximální akceleraci ve sprintu (Cross et al., 2017). Pozitivní výsledky obou studií (Lahti et al., 2020; Cross et al., 2017) mohou být vysvětleny tím, že schopnost produkovat vyšší výbušnou sílu při vyšších rychlostech jsou předním faktorem pro zlepšení výkonu sprintu spíše než schopnost produkce absolutní síly (Morin et al., 2010; 2015).

V návaznosti na faktory zlepšení sprintu se v rámci rychlostních výsledků ve studii Lahti et al. (2020) projevila zlepšení u obou skupin v rychlosti sprintu na 10 až 30 m, ale významné zlepšení se prokázalo především u skupiny pracující s 50% poklesem rychlosti oproti kontrolní skupině v rámci maximální výbušné síly. Rozvoj maximální výbušné síly bylo pravděpodobně hlavním faktorem ke zlepšení sprintu. Díky VBT se dala předepsat sportovcům optimální zátěž k rozvoji těchto schopností, která je variabilní dle konkrétního cviku, sportovce či jeho tréninkového stavu. Proto se jeví využití VBT k vytvoření individuálních tréninkových preskripcí jako vhodné k maximalizaci rozvoje výbušné síly, potažmo rozvoje rychlostních schopností. Můžeme tedy říct, že pomocí vhodně programovaného tréninku sprintu s vysokým odporem lze zlepšit výkon ve sprintu u hráčů fotbalu bez nepříznivých změn v kinematice sprintu. Ve studii Loturco et al. (2020) zjistili, že skupina pracující o 20 % nad optimem k rozvoji výbušné síly se zlepšila v rychlosti změny směru. Skupina -20 % z optima k rozvoji výbušné síly zase měla významně větší zlepšení na kratší úseky sprintu (konkrétně 5 m), načež se tyto poznatky vzájemně podporují i s dříve publikovanou literaturou, která taktéž udává výše zmíněná zlepšení (Loturco et al. 2016; 2015). Většina zjištěných fyzických zlepšení v této studii však nedoznala významnějších hodnot (vyjma hodnot maximální výbušné síly a právě rychlosti sprintu na 5 m), což je v předsezónních kondičních programech v týmových sportech běžným jevem (Loturco et al. 2015). V rámci této studie tak výsledky mohou být ovlivněny krátkou

délkou trvání intervence; a lze jen spekulovat, jak by se projevily výsledky v dlouhodobějším horizontu. Jiným vysvětlením nepřesvědčivých výsledků by mohl být tréninkový režim ve fotbalovém předsezonním období, kdy je snaha o současný rozvoj aerobní i anaerobní složky výkonu. Pomocí kontinuálních či intervalových metod může docházet k pozitivním adaptacím v rámci aerobní vytrvalosti, avšak se současným zhoršením či stagnací v rozvoji anaerobní výkonnosti (Meckel et al., 2014). Tato interference mezi souběžným aerobním a silově-výbušnostním tréninkem může být právě tím ovlivňujícím faktorem anaerobního rozvoje (Docherty a Sporer 2000; Helgerud et al. 2011). Proti tomu lze argumentovat, že pokud v rámci rozvoje silových schopností předchází silově zaměřená část před aerobní, lze takto rozvíjet i silové schopnosti současně s aerobním tréninkem, jak dokazují některé publikace (Schumann a Rønnestad, 2019; Murlasits et al., 2018).

Během fotbalových utkání se provádí značný počet skoků, a proto tvoří hodnocení a rozvoj skokových schopností ve fotbale taktéž poctivou součást kondičních aspektů tohoto sportu. Ve studii Ribeiro et al. (2020) oba programy (plyometický trénink / trénink v optimální zóně k rozvoji výbušné síly) prokázaly statisticky významné výsledky ve zlepšení výskoku ze dřepu. Rozdíly mezi skupinami ale nevykazovaly žádné statisticky významné rozdíly, a tak se dá předpokládat, že obě intervence vyvodily pozitivní a podobné neuromuskulární adaptační změny v rámci výskoku, mezi kterými pravděpodobně může být zlepšená mezisvalová koordinace, či mechanické vlastnosti svalovo-šlachového komplexu. To by vyvracelo předpoklad, že k rozvoji výskoku je nutno používat pouze pohyby zahrnující cyklus zkrácení a natažení. Toto lze obhájit skutečností, že biomechanicky podobné silové cviky s důrazem na vyvinutí výbušné síly (poloviční dřep se zátěží podobný vertikálnímu výskoku, kdy je u obou vyvíjena síla po vertikální ose); jsou podobně účinné při zlepšování výskoku jako prvky plyometrické (Hammami et al. 2019). Zde je podstatným faktorem i obdobná aktivace svalu přední strany stehna (m. quadracepsu femoris) v rámci obou výše zmíněných cviků (Bloomquist et al. 2013), což může být možným vysvětlujícím mechanismem příznivých adaptací u obou skupin. Taktéž studie Loturco et al. (2020) doznala pozitivních změn v rámci testování výskoku po zahrnutí tréninku kolem optimální hranice pro rozvoj výbušné síly, avšak tyto výsledky nedoznaly statistické významnosti. To lze vysvětlit stejnými poznatky jako ve výše zmíněném případě rozvoje rychlostních schopností v rámci této studie. Celkové výsledky této studie ale podporují důležitost předepisování zátěže pomocí VBT metod v silovém tréninku, neboť právě jejich implementace a využití v praxi mohou znamenat přínos pro kondiční rozvoj hráčů fotbalu (Loturco et al. 2015; 2013; 2017). Neb právě trénink na úrovni

optimální hranice k rozvoji výbušné síly se jeví jako vhodná metoda k preskripci tréninku dle daných cílů – v tomto případě maximální výbušné síly či zrychlení na 5 m.

Výsledky studie Lindberg et al. (2021) nedoznaly žádných statisticky významných změn. Nosným poznatkem této studie tedy je, že trénink směřující ke křivce počátečního silově rychlostního profilu výskoku ze dřepu byl stejně účinný ve zlepšení výkonnostních parametrů ve srovnání se skupinami, které trénovaly nehledě či proti směru jejich počátečních silově rychlostním profilům. Sami autoři uznávají, že tyto poznatky mohou mít několik příčin; včetně menšího procenta účasti na tréninkových jednotkách v rámci intervence oproti předchozím studiím, které prokázaly střední či velké změny. Celkově výsledky této studie mohla ovlivnit i randomizované řazení sportovců do skupin, neboť došlo k nerovnoměrnému rozdělení na základě kritérií řazení do skupin. Výsledky této studie tedy nepodporují efektivitu individualizovaného tréninku na základě silově rychlostního profilu.

Grazioli et al. (2022) ve své studii zkoumali efekt různých poklesů rychlosti při tréninku odporových sprintů na výkonnostní parametry. Hlavním zjištěním této studie bylo, že celkový objem sportovců pracujících do 10 % (nižším oproti druhé skupině) poklesu hodně až velmi hodně negativně koreloval s naměřenými výškami výskoku ze dřepu, dřepu s výskokem a koncentrickým vrcholovým točivým momentem extenze v koleni. Tyto vztahy však nebyly nalezeny u skupiny pracující do 20 % poklesu rychlosti, což by do praxe mohlo vypovídat o potřebě nižšího objemu odporových sprintů k dosažení podobné úrovně poklesu rychlosti pro sportovce s vyšším neuromuskulárním výkonem, tedy alespoň při nižším (10 %) poklesu rychlosti v rámci obdobných podmínek, jak udávala tato studie. Tato zjištění tak jsou v rozporu s původní hypotézou strůjců této studie. Pravděpodobným vysvětlením by mohlo být, že hráči výkonnějšího a silovějšího charakteru mají vyšší podíl svalových vláken typu IIx, které jsou rychleji unavitelné (Schumann a Rønnestad 2019), tudíž dosáhli vyšší únavy dříve i při nižších poklesech rychlosti. Nicméně k ověření této úvahy by bylo třeba provést jiných invazivních metod, ku příkladu svalovou biopsii ke 100% jistotě zjištěných poznatků.

6 ZÁVĚR

Závěrem je vhodno vzpomenout, že cílem této práce bylo vytvořit přehled možných efektů VBT metod v tréninku hráčů fotbalu a jaké jsou možnosti jejich aplikace do praxe. Zjištění této práce došla k tomu, že zkoumané studie s jednou výjimkou dokázaly alespoň v některých aspektech účinnost využití VBT v rámci silového a kondičního tréninku pro hráče fotbalu. Především přizpůsobení tréninku dle optimální zóny k rozvoji výbušné síly napříč různými konci silově-rychlostní křivky, či optimalizace tréninkových proměnných k maximálnímu rozvoji výbušné síly bez nadbytečného přetěžování sportovce například v důležitých fázích sezony, zejména pomocí práce do určitých rychlostních poklesů. Všechny studie však přinesly cenné poznatky vlivu jednotlivých intervencí na výkonnostní parametry, především na rychlost sprintu a výšku výskoku.

Ukázalo se, že s vhodným začleněním VBT do programování tréninku lze rozvíjet výkonnost hráčů fotbalu. Ku příkladu správně nastavený trénink sprintu s odporem saní lze efektivně použít k rozvoji sportovců bez významnějších negativních změn v kinematice sprintu a taktéž lze pro rozvoj výkonnosti hráčů fotbalu aplikovat trénink kolem optimální hranice pro rozvoj výbušné síly. Je třeba však respektovat individuální potřeby a dispozice jednotlivce, tudíž se jeví jako výhodné přihlédnout k použití silově rychlostních profilů ke zlepšení tréninkového procesu právě v prostředí kolektivních sportů, kde je individualizace tréninkových proměnných významným krokem vpřed v rozvoji kondičních schopností sportovců.

Na základě provedené systematické rešerše v rámci využití VBT pro rozvoj pohybových schopností u hráčů fotbalu lze na výzkumnou otázku odpovědět, že nejčastěji používanými metodami je předepisování tréninkových proměnných pomocí VBT k optimalizaci tréninku pro účelný rozvoj požadovaných schopností s minimalizací nežádoucího přetížení sportovců.

Další výzkum by se mohl zaměřit více na konkrétní využívání VBT metod v dlouhodobějších horizontech v rámci tréninku hráčů fotbalu a prohloubit znalosti v aplikování těchto metod do sportovního prostředí. Možnou variantou je zkoumání možností využití VBT metod při tréninku v soutěžním období.

7 LIMITUJÍCÍ FAKTORY PRÁCE

V rámci této práce byly zahrnuty studie pouze z posledních 5 let s úmyslem ucelení co možná nejnovějších poznatků. Avšak toto nastavení časového rozpětí může práci limitovat, neboť nevyužívá některé z dříve zjištěných poznatků v rámci studií, které mohly být nosnými v rámci této problematiky.

Vzorec pro vyhledávání studií využívá poměrné skromný počet klíčových slov. Především v rámci fotbalové tematiky by bylo vhodné zahrnout do vyhledávání i slovo „football“ k maximalizaci vyhledaných studií pro účely této práce. To však nebylo autorem zahrnuto s domněním, že v zahraničních studiích je pro fotbal využíváno zejména „soccer“ vzhledem k záměnnosti slova „football“ pro americký fotbal (s přihlédnutím k velkému objemu publikací z USA v rámci výzkumu).

V některých zahrnutých studiích se věk participantů neudává přesně a odchylky mohou atakovat hranici 18 let, a tak se nemůže s naprostou přesností určit, zda se jedná o pouze dospělou populaci. Autorem je tento fakt akceptován s přihlédnutím na vývoj fotbalu, ve kterém se v posledních letech na vrcholové úrovni velmi běžně do týmů začleňují hráči značně mladší 18 let.

Participanti jedné ze studií (Lindberg et al., 2021) jsou tvořeni hráči několika týmových sportů včetně části tvořené hráči fotbalu. Vzhledem k tomu nelze vyvozovat závěry co se týče pouze hráčů fotbalu, a tak lze pouze teoretizovat ohledně výsledků pro rozvoj kondičních schopností ve fotbale z této studie. Tyto výsledky by se tudíž neměly do fotbalových podmínek aplikovat samostatně.

SEZNAM ZDROJŮ A LITERATURY

1. AKENHEAD, Richard, 2014. Examining the Physical and Physiological Demands of Elite Football [online]. [vid. 2024-04-08]. Dostupné z: doi:10.13140/2.1.2497.7288

2. ALCARAZ, Pedro E., Jorge CARLOS-VIVAS, Bruno O. OPONJURU a Alejandro MARTÍNEZ-RODRÍGUEZ, 2018. The Effectiveness of Resisted Sled Training (RST) for Sprint Performance: A Systematic Review and Meta-analysis. *Sports Medicine* [online]. **48**(9), 2143–2165. ISSN 0112-1642, 1179-2035. Dostupné z: doi:10.1007/s40279-018-0947-8

3. ALI, Araz a Martin FARRALLY, 1991. Recording soccer players' heart rates during matches. *Journal of Sports Sciences* [online]. **9**(2), 183–189. ISSN 0264-0414, 1466-447X. Dostupné z: doi:10.1080/02640419108729879

4. AMANI, Ali Reza, 2014. Distance Covered and Activity Analysis of Football Players during World Cup 2014.

5. ARNASON, Arni, Stefan B. SIGURDSSON, Arni GUDMUNDSSON, Ingar HOLME, Lars ENGEBRETSEN a Roald BAHR, 2004. Physical Fitness, Injuries, and Team Performance in Soccer: *Medicine & Science in Sports & Exercise* [online]. **36**(2), 278–285. ISSN 0195-9131. Dostupné z: doi:10.1249/01.MSS.0000113478.92945.CA

6. ASKLING, C., J. KARLSSON a A. THORSTENSSON, 2003. Hamstring injury occurrence in elite soccer players after preseason strength training with eccentric overload. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* [online]. **13**(4), 244–250. ISSN 0905-7188, 1600-0838. Dostupné z: doi:10.1034/j.1600-0838.2003.00312.x

7. BAECHLE, Thomas R. a Roger W. EARLE, 2008. *Essentials of Strength Training and Conditioning*. 3rd vyd. B.m.: Human Kinetics. ISBN 0-7360-5803-6.

8. BANGSBO, Jens, Magni MOHR a Peter KRUSTRUP, 2006. Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. *Journal of Sports Sciences* [online]. **24**(7), 665–674. ISSN 0264-0414, 1466-447X. Dostupné z: doi:10.1080/02640410500482529

9. BANYARD, Harry G., Kazunori NOSAKA a G. Gregory HAFF, 2017. Reliability and Validity of the Load–Velocity Relationship to Predict the 1RM Back Squat. *Journal of Strength and Conditioning Research* [online]. **31**(7), 1897–1904. ISSN 1064-8011. Dostupné z: doi:10.1519/JSC.0000000000001657

10. BANYARD, Harry G., Kazunori NOSAKA, Alex D. VERNON a G. Gregory HAFF, 2018. The Reliability of Individualized Load–Velocity Profiles. *International Journal of Sports Physiology and Performance* [online]. **13**(6), 763–769. ISSN 1555-0265, 1555-0273. Dostupné z: doi:10.1123/ijspp.2017-0610

11. BLOOMQUIST, K., H. LANGBERG, S. KARLSEN, S. MADSGAARD, M. BOESEN a T. RAASTAD, 2013. Effect of range of motion in heavy load squatting on muscle and tendon adaptations. *European Journal of Applied Physiology* [online]. **113**(8), 2133–2142. ISSN 1439-6319, 1439-6327. Dostupné z: doi:10.1007/s00421-013-2642-7

12. BOMPA, Tudor O. a G. Gregory HAFF, 2009. *Periodization: Theory and Methodology of Training*. 5th vyd. B.m.: Human Kinetics Publishers. ISBN 978-0-7360-7483-4.

13. BRADLEY, Paul S., David T. ARCHER, Bob HOGG, Gabor SCHUTH, Michael BUSH, Chris CARLING a Chris BARNES, 2016. Tier-specific evolution of match performance characteristics in the English Premier League: it's getting tougher at the top. *Journal of Sports Sciences* [online]. **34**(10), 980–987. ISSN 0264-0414, 1466-447X. Dostupné z: doi:10.1080/02640414.2015.1082614

14. BRUGHELLI, Matt a John CRONIN, 2007. Altering the Length-Tension Relationship with Eccentric Exercise: Implications for Performance and Injury. *Sports Medicine* [online]. **37**(9), 807–826. ISSN 0112-1642. Dostupné z: doi:10.2165/00007256-200737090-00004

15. BULLOCK, Steven H., Bruce H. JONES, Julie GILCHRIST a Stephen W. MARSHALL, 2010. Prevention of Physical Training–Related Injuries. *American Journal of Preventive Medicine* [online]. **38**(1), S156–S181. ISSN 07493797. Dostupné z: doi:10.1016/j.amepre.2009.10.023

16. CARCASSI, Fausto a Giorgio SBARDOLINI, 2023. Assertion, denial, and the evolution of Boolean operators. *Mind & Language* [online]. **38**(5), 1187–1207. ISSN 0268-1064, 1468-0017. Dostupné z: doi:10.1111/mila.12448

17. CORMIE, Prue, Michael R. MCGUIGAN a Robert U. NEWTON, 2011a. Developing Maximal Neuromuscular Power: Part 1 – Biological Basis of Maximal Power Production. *Sports Medicine* [online]. **41**(1), 17–38. ISSN 0112-1642. Dostupné z: doi:10.2165/11537690-000000000-00000

18. CORMIE, Prue, Michael R. MCGUIGAN a Robert U. NEWTON, 2011b. Developing Maximal Neuromuscular Power: Part 2 – Training Considerations for Improving Maximal Power Production. *Sports Medicine* [online]. **41**(2), 125–146. ISSN 0112-1642. Dostupné z: doi:10.2165/11538500-000000000-00000

19. CRONIN, John, Peter J MCNAIR a Robert N MARSHALL, 2001. Developing explosive power: A comparison of technique and training. *Journal of Science and Medicine in Sport* [online]. **4**(1), 59–70. ISSN 14402440. Dostupné z: doi:10.1016/S1440-2440(01)80008-6

20. CROSS, Matt R., Matt BRUGHELLI, Pierre SAMOZINO, Scott R. BROWN a Jean-Benoit MORIN, 2017. Optimal Loading for Maximizing Power During Sled-Resisted Sprinting. *International Journal of Sports Physiology and Performance* [online]. **12**(8), 1069–1077. ISSN 1555-0265, 1555-0273. Dostupné z: doi:10.1123/ijspp.2016-0362

21. DHANKHAR, Pratik, 2022. Effect of resistance training on soccer performance. *Journal of Sports Science and Nutrition* [online]. **3**(2), 34–36. ISSN 27077012, 27077020. Dostupné z: doi:10.33545/27077012.2022.v3.i2a.95

22. DOCHERTY, David a Ben SPORER, 2000. A Proposed Model for Examining the Interference Phenomenon between Concurrent Aerobic and Strength Training: *Sports Medicine* [online]. **30**(6), 385–394. ISSN 0112-1642. Dostupné z: doi:10.2165/00007256-200030060-00001

23. EDGE, Johann, Stephen HILL-HAAS, Carmel GOODMAN a David BISHOP, 2006. Effects of Resistance Training on H+ Regulation, Buffer Capacity, and Repeated Sprints. *Medicine & Science in Sports & Exercise* [online]. **38**(11), 2004–2011. ISSN 0195-9131. Dostupné z: doi:10.1249/01.mss.0000233793.31659.a3

24. EKSTRAND, J., M. HAGGLUND a M. WALDEN, 2011. Injury incidence and injury patterns in professional football: the UEFA injury study. *British Journal of Sports Medicine* [online]. **45**(7), 553–558. ISSN 0306-3674. Dostupné z: doi:10.1136/bjsm.2009.060582

25. FAIGENBAUM, Avery a Wayne L. WESTCOTT, 2009. *Youth Strength Training*. 1. B.m.: Human Kinetics Publishers. ISBN 978-0-7360-6792-8.

26. FATOUROS, Ioannis G., Athanasios Z. JAMURTAS, D. LEONTSINI, Kyriakos TAXILDARIS, N. AGGELOUSIS, N. KOSTOPOULOS a Philip BUCKENMEYER, 2000. Evaluation of Plyometric Exercise Training, Weight Training, and Their Combination on Vertical Jumping Performance and Leg Strength: *Journal of Strength and Conditioning Research* [online]. **14**(4), 470–476. ISSN 1064-8011. Dostupné z: doi:10.1519/00124278-200011000-00016

27. FRANCO-MÁRQUEZ, F, D RODRÍGUEZ-ROSELL, JM GONZÁLEZ-SUÁREZ, F PAREJA-BLANCO, R MORA-CUSTODIO, JM YAÑEZ-GARCÍA a J GONZÁLEZ-BADILLO, 2015. Effects of Combined Resistance Training and Plyometrics on Physical Performance in Young Soccer Players. *INTERNATIONAL JOURNAL OF SPORTS MEDICINE* [online]. **36**(11), 906–914. ISSN 0172-4622. Dostupné z: doi:10.1055/s-0035-1548890

28. GONZÁLEZ-BADILLO, J. J. a L. SÁNCHEZ-MEDINA, 2010. Movement Velocity as a Measure of Loading Intensity in Resistance Training. *International Journal of Sports Medicine* [online]. **31**(05), 347–352. ISSN 0172-4622, 1439-3964. Dostupné z: doi:10.1055/s-0030-1248333

29. GRAZIOLI, R, I LOTURCO, F VEECK, R RADAELLI, JL TEODORO, I GARCIA-TABAR, M INACIO, RS PINTO a EL CADORE, 2023. Relationship between neuromuscular profile and total volume of resisted sprint training in male professional soccer players. *SPORT SCIENCES FOR HEALTH* [online]. **19**(4), 1119–1127. ISSN 1824-7490. Dostupné z: doi:10.1007/s11332-022-00998-x

30. GUREVITCH, Jessica, Julia KORICHEVA, Shinichi NAKAGAWA a Gavin STEWART, 2018. Meta-analysis and the science of research synthesis. *Nature* [online]. **555**(7695), 175–182. ISSN 0028-0836, 1476-4687. Dostupné z: doi:10.1038/nature25753

31. HAMMAMI, Mehrez, Nawel GAAMOURI, Roy J. SHEPHARD a Mohamed Souhaiel CHELLY, 2019. Effects of Contrast Strength vs. Plyometric Training on Lower-Limb Explosive Performance, Ability to Change Direction and Neuromuscular Adaptation in Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research* [online]. **33**(8), 2094–2103. ISSN 1064-8011. Dostupné z: doi:10.1519/JSC.0000000000002425

32. HARRIS, Joshua D., Carmen E. QUATMAN, M.M. MANRING, Robert A. SISTON a David C. FLANIGAN, 2014. How to Write a Systematic Review. *The American*

Journal of Sports Medicine [online]. **42**(11), 2761–2768. ISSN 0363-5465, 1552-3365. Dostupné z: doi:10.1177/0363546513497567

33. HARRIS, Nigel K, John CRONIN, Kristie-Lee TAYLOR, Jidovtseff BORIS a Jeremy SHEPPARD, 2010. Understanding Position Transducer Technology for Strength and Conditioning Practitioners. *Strength & Conditioning Journal* [online]. **32**(4), 66–79. ISSN 1524-1602. Dostupné z: doi:10.1519/SSC.0b013e3181eb341b

34. HELGERUD, J., G. RODAS, O. J. KEMI a J. HOFF, 2011. Strength and Endurance in Elite Football Players. *International Journal of Sports Medicine* [online]. **32**(09), 677–682. ISSN 0172-4622, 1439-3964. Dostupné z: doi:10.1055/s-0031-1275742

35. HELGERUD, Jan, Lars Christian ENGEN, Ulrik WISLØFF a Jan HOFF, 2001. Aerobic endurance training improves soccer performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise* [online]. **11**(1925–31). Dostupné z: doi:10.1097/00005768-200111000-00019.

36. JUKIC, Ivan, Alejandro Pérez CASTILLA, Amador García RAMOS, Bas VAN HOOREN, Michael R. MCGUIGAN a Eric R. HELMS, 2023. The Acute and Chronic Effects of Implementing Velocity Loss Thresholds During Resistance Training: A Systematic Review, Meta-Analysis, and Critical Evaluation of the Literature. *Sports Medicine* [online]. **53**(1), 177–214. ISSN 0112-1642, 1179-2035. Dostupné z: doi:10.1007/s40279-022-01754-4

37. KAWAMORI, Naoki, Nosaka KAZUNORI a Robert NEWTON, 2013. Relationships between ground reaction impulse and sprint acceleration performance in team sport athletes. *JOURNAL OF STRENGTH AND CONDITIONING RESEARCH* [online]. **2013**(27(3):568-73), 27(3):568-73. Dostupné z: doi:10.1519/JSC.0b013e318257805a

38. KIRKENDALL, Donald T., 2011. *Soccer Anatomy*. 1. United States: Human Kinetics. ISBN 978-0-7360-9569-3.

39. KIRKENDALL, Donald T., 2013. *Fotbalový trénink*. B.m.: Grada Publishing.

40. KIRKENDALL, Donald T., 2020. Evolution of soccer as a research topic. *Progress in Cardiovascular Diseases* [online]. **63**(6), 723–729. ISSN 00330620. Dostupné z: doi:10.1016/j.pcad.2020.06.011

41. KRUSTRUP, Peter, Magni MOHR, Helga ELLINGSGAARD a Jens BANGSBO, 2005. Physical Demands during an Elite Female Soccer Game: Importance of Training Status. *Medicine & Science in Sports & Exercise* [online]. **37**(7), 1242–1248. ISSN 0195-9131. Dostupné z: doi:10.1249/01.mss.0000170062.73981.94

42. LAGALLY, Kristen M, Kara I GALLAGHER, Robert J ROBERTSON, Randall GEARHART a Fredric L GOSS, 2002. Ratings of Perceived Exertion during Low- and High-Intensity Resistance Exercise by Young Adults.

43. LAHTI, J, T HUUHKA, V ROMERO, I BEZODIS, JB MORIN a K HÄKKINEN, 2020. Changes in sprint performance and sagittal plane kinematics after heavy resisted sprint training in professional soccer players. *PEERJ* [online]. **8**. ISSN 2167-8359. Dostupné z: doi:10.7717/peerj.10507

44. LAZA-CAGIGAS, Roberto, Mark GOSS-SAMPSON, Eneko LARUMBE-ZABALA, Leke TERMKOLLI a Fernando NACLERIO, 2019. Validity and reliability of a novel optoelectronic device to measure movement velocity, force and power during the back squat exercise. *Journal of Sports Sciences* [online]. **37**(7), 795–802. ISSN 0264-0414, 1466-447X. Dostupné z: doi:10.1080/02640414.2018.1527673

45. LINDBERG, K, P SOLBERG, BR RONNESTAD, MT FRANK, T LARSEN, G ABUSDAL, S BERNTSEN, G PAULSEN, O SVEEN, O SEYNNES a T BJORNSEN, 2021. Should we individualize training based on force-velocity profiling to improve physical performance in athletes? *SCANDINAVIAN JOURNAL OF MEDICINE & SCIENCE IN SPORTS* [online]. **31**(12), 2198–2210. ISSN 0905-7188. Dostupné z: doi:10.1111/sms.14044

46. LORENZETTI, Silvio, Thomas LAMPARTER a Fabian LÜTHY, 2017. Validity and reliability of simple measurement device to assess the velocity of the barbell during squats. *BMC Research Notes* [online]. **10**(1), 707. ISSN 1756-0500. Dostupné z: doi:10.1186/s13104-017-3012-z

47. LOTURCO, I, R KOBAL, T MALDONADO, AF PIAZZI, A BOTTINO, K KITAMURA, CCC ABAD, LA PEREIRA a FY NAKAMURA, 2017. Jump Squat is More Related to Sprinting and Jumping Abilities than Olympic Push Press. *INTERNATIONAL JOURNAL OF SPORTS MEDICINE* [online]. **38**(8), 604–612. ISSN 0172-4622. Dostupné z: doi:10.1055/s-0035-1565201

48. LOTURCO, I, LA PEREIRA, VP REIS, C BISHOP, V ZANETTI, PE ALCARAZ, TT FREITAS a MR MCGUIGAN, 2020. Power training in elite young soccer players: Effects of using loads above or below the optimum power zone. *JOURNAL OF SPORTS SCIENCES* [online]. **38**(11–12), 1416–1422. ISSN 0264-0414. Dostupné z: doi:10.1080/02640414.2019.1651614

49. LOTURCO, I, C UGRINOWITSCH, V TRICOLI, B PIVETTI a H ROSCHEL, 2013. Different Loading Schemes in Power Training During the Preseason Promote Similar Performance Improvements in Brazilian Elite Soccer Players. *JOURNAL OF STRENGTH AND CONDITIONING RESEARCH* [online]. **27**(7), 1791–1797. ISSN 1064-8011. Dostupné z: doi:10.1519/JSC.0b013e3182772da6

50. LOTURCO, Irineu, Lucas A. PEREIRA, Ronaldo KOBAL, Vinicius ZANETTI, Saulo GIL, Katia KITAMURA, Cesar Cavinato Cal ABAD a Fabio Y. NAKAMURA, 2015. Half-squat or jump squat training under optimum power load conditions to counteract power and speed decrements in Brazilian elite soccer players during the preseason. *Journal of Sports Sciences* [online]. **33**(12), 1283–1292. ISSN 0264-0414, 1466-447X. Dostupné z: doi:10.1080/02640414.2015.1022574

51. LOTURCO, Irineu, Lucas Adriano PEREIRA, Ronaldo KOBAL, Thiago MALDONADO, Alessandro Fromer PIAZZI, Altamiro BOTTINO, Katia KITAMURA, Cesar Cavinato CAL ABAD, Miguel DE ARRUDA a Fabio Yuzo NAKAMURA, 2016. Improving Sprint Performance in Soccer: Effectiveness of Jump Squat and Olympic Push Press Exercises. *PLOS ONE* [online]. **11**(4), e0153958. ISSN 1932-6203. Dostupné z: doi:10.1371/journal.pone.0153958

52. MCMILLAN, K, J HELGERUD, R MACDONALD a J HOFF, 2005. Physiological adaptations to soccer specific endurance training in professional youth soccer players. *British Journal of Sports Medicine* [online]. **39**(5), 273–277. ISSN 0306-3674, 1473-0480. Dostupné z: doi:10.1136/bjsm.2004.012526

53. MECKEL, Yoav, Alon ELIAKIM a Y MICHAELY, 2014. Effects of a very short-term preseason training procedure on the fitness of soccer players. *The Journal of sports medicine and physical fitness*. **2014**, 54(4):432-40.

54. MOHR, Magni, Peter KRUSTRUP a Jens BANGSBO, 2003. Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *Journal of Sports Sciences*. (21), 439–449.

55. MORIN, J.B., P. SAMOZINO, R. BONNEFOY, P. EDOUARD a A. BELLI, 2010. Direct measurement of power during one single sprint on treadmill. *Journal of Biomechanics* [online]. **43**(10), 1970–1975. ISSN 00219290. Dostupné z: doi:10.1016/j.jbiomech.2010.03.012

56. MORIN, Jean-Benoît, Jean SLAWINSKI, Sylvain DOREL, Eduardo Saez DE VILLAREAL, Antoine COUTURIER, Pierre SAMOZINO, Matt BRUGHELLI a Giuseppe RABITA, 2015. Acceleration capability in elite sprinters and ground impulse: Push more, brake less? *Journal of Biomechanics* [online]. **48**(12), 3149–3154. ISSN 00219290. Dostupné z: doi:10.1016/j.jbiomech.2015.07.009

57. MURLASITS, Zsolt, Zsuzsanna KNEFFEL a Lukman THALIB, 2018. The physiological effects of concurrent strength and endurance training sequence: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Sports Sciences* [online]. **36**(11), 1212–1219. ISSN 0264-0414, 1466-447X. Dostupné z: doi:10.1080/02640414.2017.1364405

58. MUŽÍK, Jan, 2008. *Fyziologie fotbalu* [online]. Brno. bakalářská práce. Masarykova univerzita. Dostupné z: https://is.muni.cz/th/frlav/FYZIOLOGIE_FOTBALU.pdf

59. PAGE, Matthew J, Joanne E MCKENZIE, Patrick M BOSSUYT, Isabelle BOUTRON, Tammy C HOFFMANN, Cynthia D MULROW, Larissa SHAMSEER, Jennifer M TETZLAFF, Elie A AKL, Sue E BRENNAN, Roger CHOU, Julie GLANVILLE, Jeremy M GRIMSHAW, Asbjørn HRÓBJARTSSON, Manoj M LALU, Tianjing LI, Elizabeth W LODER, Evan MAYO-WILSON, Steve MCDONALD, Luke A MCGUINNESS, Lesley A STEWART, James THOMAS, Andrea C TRICCO, Vivian A WELCH, Penny WHITING a David MOHER, 2021. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ* [online]. n71. ISSN 1756-1833. Dostupné z: doi:10.1136/bmj.n71

60. PAREJA-BLANCO, F, L SÁNCHEZ-MEDINA, L SUÁREZ-ARRONES a JJ GONZÁLEZ-BADILLO, 2017. Effects of Velocity Loss During Resistance Training on Performance in Professional Soccer Players. *INTERNATIONAL JOURNAL OF SPORTS PHYSIOLOGY AND PERFORMANCE* [online]. **12**(4), 512–519. ISSN 1555-0265. Dostupné z: doi:10.1123/ijspp.2016-0170

61. PÉREZ-CASTILLA, Alejandro, Antonio PIEPOLI, Gabriel DELGADO-GARCÍA, Gabriel GARRIDO-BLANCA a Amador GARCÍA-RAMOS, 2019. Reliability and Concurrent Validity of Seven Commercially Available Devices for the Assessment of

Movement Velocity at Different Intensities During the Bench Press. *Journal of Strength and Conditioning Research* [online]. **33**(5), 1258–1265. ISSN 1064-8011. Dostupné z: doi:10.1519/JSC.0000000000003118

62. PERIČ, Tomáš a Josef DOVALIL, 2010. *Sportovní trénink*. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-247-2118-7.

63. RAHIMI, Rahman a Naser BEHPUR, 2005. THE EFFECTS OF PLYOMETRIC, WEIGHT AND PLYOMETRIC-WEIGHT TRAINING ON ANAEROBIC POWER AND MUSCULAR STRENGTH.

64. REQUENA, Bernardo, Juan José GONZÁLEZ-BADILLO, Eduardo Saez Saez De VILLAREAL, Jaan ERELINE, Inmaculada GARCÍA, Helena GAPEYEVA a Mati PÄÄSUKE, 2009. Functional Performance, Maximal Strength, and Power Characteristics in Isometric and Dynamic Actions of Lower Extremities in Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research* [online]. **23**(5), 1391–1401. ISSN 1064-8011. Dostupné z: doi:10.1519/JSC.0b013e3181a4e88e

65. RIBEIRO, J, J AFONSO, M CAMOES, H SARMENTO, M SÁ, R LIMA a FM CLEMENTE, 2022. Methodological characteristics, physiological and physical effects, and future directions for velocity-based training in soccer: A systematic review. *BALTIC JOURNAL OF HEALTH AND PHYSICAL ACTIVITY* [online]. **14**(3). ISSN 2080-1297. Dostupné z: doi:10.29359/BJHPA.14.3.01

66. RIBEIRO, J., L. TEIXEIRA, R. LEMOS, A.S. TEIXEIRA, V. MOREIRA, P. SILVA a F.Y. NAKAMURA, 2020. Effects of plyometric versus optimum power load training on components of physical fitness in young male soccer players. *International Journal of Sports Physiology and Performance* [online]. **15**(2), 222–230. Dostupné z: doi:10.1123/ijspp.2019-0039

67. RICHENS, Ben a Daniel CLEATHER, 2014. THE RELATIONSHIP BETWEEN THE NUMBER OF REPETITIONS PERFORMED AT GIVEN INTENSITIES IS DIFFERENT IN ENDURANCE AND STRENGTH TRAINED ATHLETES. *Biology of Sport* [online]. **31**(2), 157–161. ISSN 0860-021X, 2083-1862. Dostupné z: doi:10.5604/20831862.1099047

68. SCOTT, Brendan R., Grant M. DUTHIE, Heidi R. THORNTON a Ben J. DASCOMBE, 2016. Training Monitoring for Resistance Exercise: Theory and Applications. *Sports Medicine* [online]. **46**(5), 687–698. ISSN 0112-1642, 1179-2035. Dostupné z: doi:10.1007/s40279-015-0454-0

69. SEITZ, Laurent B., Alvaro REYES, Tai T. TRAN, Eduardo Saez DE VILLARREAL a G. Gregory HAFF, 2014. Increases in Lower-Body Strength Transfer Positively to Sprint Performance: A Systematic Review with Meta-Analysis. *Sports Medicine* [online]. **44**(12), 1693–1702. ISSN 0112-1642, 1179-2035. Dostupné z: doi:10.1007/s40279-014-0227-1

70. SCHUMANN, Moritz a Bent R. RØNNESTAD, ed., 2019. *Concurrent Aerobic and Strength Training: Scientific Basics and Practical Applications* [online]. Cham: Springer International Publishing [vid. 2024-06-12]. ISBN 978-3-319-75546-5. Dostupné z: doi:10.1007/978-3-319-75547-2

71. STERNE, Jonathan A C, Jelena SAVOVIĆ, Matthew J PAGE, Roy G ELBERS, Natalie S BLENCOWE, Isabelle BOUTRON, Christopher J CATES, Hung-Yuan CHENG, Mark S CORBETT, Sandra M ELDRIDGE, Jonathan R EMBERSON, Miguel A HERNÁN, Sally HOPEWELL, Asbjørn HRÓBJARTSSON, Daniela R JUNQUEIRA, Peter JÜNI, Jamie J KIRKHAM, Toby LASSERSON, Tianjing LI, Alexandra MCALEENAN, Barnaby C REEVES, Sasha SHEPPERD, Ian SHRIER, Lesley A STEWART, Kate TILLING, Ian R WHITE, Penny F WHITING a Julian P T HIGGINS, 2019. RoB 2: a revised tool for assessing risk of bias in randomised trials. *BMJ* [online]. l4898. ISSN 0959-8138, 1756-1833. Dostupné z: doi:10.1136/bmj.l4898

72. STOLEN, Tomas, Karim CHAMARI, Carlo CASTAGNA a Ulrik WISLOFF, 2005. Physiology of Soccer: An Update. *Sports Medicine* [online]. **35**(6), 501–536. ISSN 0112-1642. Dostupné z: doi:10.2165/00007256-200535060-00004

73. STRUDWICK, Tony, 2016. *Soccer Science*. B.m.: Human Kinetics Publishers. ISBN 978-1-4504-9679-7.

74. TEPLAN, Jaroslav, Tomáš MALÝ, Pavel HRÁSKÝ, František ZAHÁLKA, Aleš KAPLAN, Lucía MALÁ a Jan HELLER, 2012. Funkční charakteristiky hráčů fotbalu Determinations of functional characteristics of soccer players.

75. THOMPSON, Steve W., David ROGERSON, Harry F. DORRELL, Alan RUDDOCK a Andrew BARNES, 2020. The Reliability and Validity of Current Technologies for Measuring Barbell Velocity in the Free-Weight Back Squat and Power Clean. *Sports* [online]. **8**(7), 94. ISSN 2075-4663. Dostupné z: doi:10.3390/sports8070094

76. TURNER, A. P, 2000. Long term health impact of playing professional football in the United Kingdom. *British Journal of Sports Medicine* [online]. **34**(5), 332–336. ISSN 03063674. Dostupné z: doi:10.1136/bjsm.34.5.332

77. TURNER, Anthony N. a Perry F. STEWART, 2014. Strength and Conditioning for Soccer Players. *Strength & Conditioning Journal* [online]. **36**(4), 1–13. ISSN 1524-1602. Dostupné z: doi:10.1519/SSC.0000000000000054

78. VOTÍK, Jaromír, 2005. *Trenér fotbalu „B" UEFA licence: (učební texty pro vzdělávání fotbalových trenérů)*. 2. Praha: Olympia ve spolupráci s Českomoravským fotbalovým svazem. ISBN 80-7033-921-7.

79. VOTÍK, Jaromír a ZABALÁK, 2011. *Fotbalový trenér: základní průvodce tréninkem*. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-247-3982-3.

80. WÄLCHLI, Michael, Jan RUFFIEUX, Yann BOURQUIN, Martin KELLER a Wolfgang TAUBE, 2016. Maximizing Performance: Augmented Feedback, Focus of Attention, and/or Reward? *Medicine & Science in Sports & Exercise* [online]. **48**(4), 714–719. ISSN 0195-9131. Dostupné z: doi:10.1249/MSS.0000000000000818

81. WCSF, 2023. *World Congress on Science and Football* [online]. Dostupné z: https://wcsf2023.com/history/

82. WEAKLEY, Jonathon, Daniel CHALKLEY, Rich JOHNSTON, Amador GARCÍA-RAMOS, Andrew TOWNSHEND, Harry DORRELL, Madison PEARSON, Matthew

MORRISON a Michael COLE, 2020. Criterion Validity, and Interunit and Between-Day Reliability of the FLEX for Measuring Barbell Velocity During Commonly Used Resistance Training Exercises. *Journal of Strength and Conditioning Research* [online]. **34**(6), 1519–1524. ISSN 1064-8011. Dostupné z: doi:10.1519/JSC.0000000000003592

83. WEAKLEY, Jonathon J.S., Kyle M. WILSON, Kevin TILL, Dale B. READ, Joshua DARRALL-JONES, Gregory A.B. ROE, Padraic J. PHIBBS a Ben JONES, 2019. Visual Feedback Attenuates Mean Concentric Barbell Velocity Loss and Improves Motivation, Competitiveness, and Perceived Workload in Male Adolescent Athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research* [online]. **33**(9), 2420–2425. ISSN 1064-8011. Dostupné z: doi:10.1519/JSC.0000000000002133

84. WEAKLEY, Jonathon, Bryan MANN, Harry BANYARD, Shaun MCLAREN, Tannath SCOTT a Amador GARCIA-RAMOS, 2021a. Velocity-Based Training: From Theory to Application. *Strength & Conditioning Journal* [online]. **43**(2), 31–49. ISSN 1524-1602. Dostupné z: doi:10.1519/SSC.0000000000000560

85. WEAKLEY, Jonathon, Matthew MORRISON, Amador GARCÍA-RAMOS, Rich JOHNSTON, Lachlan JAMES a Michael H. COLE, 2021b. The Validity and Reliability of Commercially Available Resistance Training Monitoring Devices: A Systematic Review. *Sports Medicine* [online]. **51**(3), 443–502. ISSN 0112-1642, 1179-2035. Dostupné z: doi:10.1007/s40279-020-01382-w

86. WISLØFF, U, C CASTAGNA, J HELGERUD, R JONES a J HOFF, 2004. Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players: Figure 1. *British Journal of Sports Medicine* [online]. **38**(3), 285–288. ISSN 0306-3674, 1473-0480. Dostupné z: doi:10.1136/bjsm.2002.002071

87. WISLOFF, Ulrik, J HELGERUD a J HOFF, 1998. Strength and endurance of elite soccer players. *Medicine & Science in Sports & Exercise* [online]. (30), 462–467. Dostupné z: doi:10.1097/00005768-199803000-00019

88. WONG, Pui-lam, Anis CHAOUACHI, Karim CHAMARI, Alexandre DELLAL a Ulrik WISLOFF, 2010. Effect of Preseason Concurrent Muscular Strength and High-Intensity Interval Training in Professional Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research* [online]. **24**(3), 653–660. ISSN 1064-8011. Dostupné z: doi:10.1519/JSC.0b013e3181aa36a2

PŘÍLOHY

Příloha 1 – trénink v rámci intervence ve studii Lindberg et al. (2021)

Day 1	***Reps x Set***				
Exercise	***Session 1-3***	***Session 4-6***	***Session 7-9***	***Load/intensity***	***Break***
Deadlift	8 x 3	5 x 3	3 x 3	1-2 RIR	2-3 min
Hip-thrust	8 x 3	5 x 3	3 x 3	1-2 RIR	2-3 min
Bulgarian split squat	10 x 2	7 x 2	5 x 2	5-6 RIR	2-3 min
Front squat	10 x 2	7 x 2	5 x 2	1-2 RIR	2-3 min
Trap bar	5 x 2	5 x 2	5 x 2	70 % 1RM	3-4 min

Day 2	***Reps x Set***				
Exercise	***Session 1-3***	***Session 4-6***	***Session 7-9***	***Load/intensity***	***Break***
Squat	8 x 2	5 x 2	3 x 3	1-2 RIR	2-3 min
Stiff-leg dead lift	8 x 2	5 x 2	3 x 3	1-2 RIR	2-3 min
Bulgarian split squat	8 x 2	7 x 2	5 x 2	5-6 RIR	2-3 min
Trap bar jumps	5 x 2	5 x 2	5 x 2	50 % 1RM	3-4 min
Calf-raises	10 x 2	10 x 2	10 x 2	5-6 RIR	1-2 min

Supplementary table 1: High load strength training program

RIR= Reps in reserve, 1RM=One repetition maximum, min=minutes, reps=repetitions, Set=training sets.

Supplementary table 2: Balanced strength training program

Day 1	***Reps x Set***				
Exercise	***Session 1-3***	***Session 4-6***	***Session 7-9***	***Load/intensity***	***Break***
Deadlift	8 x 3	5 x 3	3 x 3	1-2 RIR	2-3 min
Front squat	8 x 2	5 x 2	3 x 2	1-2 RIR	2-3 min
Bulgarian split squat	10 x 2	7 x 2	5 x 2	5-6 RIR	2-3 min
Hip-thrust	10 x 3	7 x 3	5 x 3	1-2 RIR	2-3 min
Trap bar jumps	5 x 2	5 x 2	5 x 2	50 % 1RM	2-3 min
Stair jumps	5 x 2	5 x 2	5 x 2	Bodyweight	2-3 min

Day 2	***Reps x Set***				
Exercise	***Session 1-3***	***Session 4-6***	***Session 7-9***	***Load/intensity***	***Break***
Squat jump w/rubber band	5 x 3	5 x 3	5 x 3	Unloading	3-4 min
Trap bar jumps	5 x 2	5 x 2	5 x 2	50 % 1RM	3-4 min
Box jumps	5 x 2	5 x 2	5 x 2	Bodyweight	3-4 min
Stair jumps	5 x 2	5 x 2	5 x 2	Bodyweight	2-3 min
Single leg stair jumps	10 x 2	10 x 2	10 x 2	Bodyweight	1-2 min
Deadlift	8 x 3	5 x 3	3 x 3	1-2 RIR	2-3 min

RIR= Reps in reserve, 1RM=One repetition maximum, min=minutes, reps=repetitions, Set=training sets.

Supplementary table 3: "Velocity" training program

Day 1	***Reps x Set***				
Exercise	***Session 1-3***	***Session 4-6***	***Session 7-9***	***Load/intensity***	***Break***
Half Squat	8 x 3	5 x 3	3 x 3	1-2 RIR	2-3 min
Squat-jumps	5 x 3	5 x 3	5 x 3	Unloading	3-4 min
Trap bar jumps	5 x 2	5 x 2	5 x 2	50 % 1RM	3-4 min
Explosive Step ups	5 x 2	5 x 2	5 x 2	10-20kg	3-4 min
Hip-thrust	8 x 3	5 x 3	3 x 3	1-2 RIR	2-3 min
Countermovement jumps	5 x 2	5 x 2	5 x 2	Bodyweight	2-3 min

Day 2	***Reps x Set***				
Exercise	***Session 1-3***	***Session 4-6***	***Session 7-9***	***Load/intensity***	***Break***
Squat jump w/rubber band	5 x 3	5 x 3	5 x 3	Unloading	3-4 min
Trap bar jumps	5 x 2	5 x 2	5 x 2	50 % 1RM	3-4 min
Box jumps	5 x 2	5 x 2	5 x 2	Bodyweight	3-4 min
Clean Pull	5 x 2	5 x 2	5 x 2	50 % 1RM	3-4 min
Stair jumps	5 x 2	5 x 2	5 x 2	Bodyweight	2-3 min
Single leg stair jumps	10 x 2	10 x 2	10 x 2	Bodyweight	1-2 min

RIR= Reps in reserve, 1RM=One repetition maximum, min=minutes, reps=repetitions, Set=training sets.

Zdroj: (Lindberg et al. 2021)