

Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta tělesné kultury

Explozivní síla dolních končetin u fotbalistů ve věku 17–18 let

Bakalářská práce

Vedoucí práce: Mgr. Ludvík Valtr, Ph.D.

Olomouc 2021

Jméno a příjmení: Patrik Simichanidis

Název bakalářské práce: Explosivní síla dolních končetin u fotbalistů ve věku 17-18 let

Pracoviště: Katedra přírodních věd v kinantropologii

Vedoucí bakalářské práce: Mgr. Ludvík Valtr, Ph.D.

Rok obhajoby bakalářské práce: 2021

Abstrakt: Cílem bakalářské práce bylo zjistit explozivní sílu dolních končetin u hráčů ve věkové kategorii 17-18 let, porovnání explozivní síly dolních končetin na jednotlivých pozicích na hřišti a porovnání explozivní síly dolních končetin ve věkové kategorii 17-18 let. Explosivní síla dolních končetin byla hodnocena na pomoci přístroje Optojump, v testech Countermovement jump (CMJ) a Squat jump (SJ). výsledky ukázaly lepší vertikální výskoky v testu Countermovement jump než Squat jumpu přibližně o 1 cm nejvyšší vertikální výskok brankáři, oproti ostatním pozicím to bylo až 6 cm v testu CMJ a u testu SJ rozdíl byl přibližně 5 cm. hráči ve věku 18 let oproti 17letým dosáhli lepších výsledků v obou testech, kde rozdíl v testu CMJ byl 1 cm a v testu SJ byl 6 cm.

Klíčová slova: fotbal, silové schopnosti, explozivní síla, výskokové testy, Optojump

Souhlasím s půjčováním závěrečné práce v rámci knihovnických služeb.

First name and surname: Patrik Simichanidis

Title of the thesis: Explosivní síla dolních končetin u fotbalistů ve věku 17-18 let

Department: Department Natural Sciences in Kinanthropology

Supervisor: Magr. Ludvík Valtr, Ph.D.

The year of presentation: 2021

Abstract: The aim of the bachelor thesis was to determine the explosive strength of the lower limbs of the players in the age category from 17 to 18 years, to compare the explosive strength of the lower limbs between different positions on the field and lastly to compare above mentioned explosive strength in the age category between 17 and 18 years. The explosive strength of the lower limbs was evaluated by the Optojump device, where the test of Countermovement jump (CMJ) and Squat jump (SJ) were used. The results showed there were approximately 1 cm higher jumps in the test of Countermovement jump than, Squat jump. The highest vertical jump recorded belong to goalkeepers in general and compared to other positions the difference got as high as 6 cm in the CMJ test and around 5 cm in the SJ test. Players in the age of 18 got better results than 17 years old players in all tests where the difference in CMJ test was 1 cm and in the SJ test 6 cm.

Key words: soccer, power skills, explosive strength, jump tests, Optojump

I agree the thesis paper to be lent within the library service.

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně a použil jen uvedené informační zdroje. Prohlašuji, že odevzdaná tištěná verze bakalářské práce se shoduje s elektronickou verzí vloženou do IS/STAG.

Olomouc.....

podpis

Na tomto místě bych rád poděkoval svému vedoucímu bakalářské práce Mgr. Ludvíku Valtrovi, Ph.D., za jeho čas, cenné rady a připomínky, které mi poskytl v průběhu zpracování mé bakalářské práce. Rovněž bych chtěl poděkovat panu prof. PaedDr. Rudolfovi Psottovi, Ph.D. za vstřícnost a pomoc při získání potřebných informací a podkladů.

Obsah

1	ÚVOD	7
2	FOTBAL	8
2.1	HISTORIE FOTBALU	8
2.2	PRAVIDLA FOTBALU.....	9
3	SÍLA A JEJÍ CHARAKTERISTIKA	10
4	VÝZNAM SVALOVÉ SÍLY V HERNÍM VÝKONU FOTBALISTY	13
4.1	TRÉNINK SVALOVÉ SÍLY.....	14
4.1.1	Funkční trénink u fotbalistů.....	16
4.1.2	Základní trénink svalové síly	17
4.1.3	Trénink svalové vytrvalosti	17
5	HODNOCENÍ SVALOVÉ SÍLY	19
5.1	TESTY EXPLOZIVNÍ SÍLY.....	20
5.1.1	Boscův test.....	20
5.1.2	Drop Jump Test.....	20
5.1.3	Test Skoku dalekého z místa	22
5.1.4	Test vertikálního výskoku.....	22
5.1.5	Countermovement jump (CMJ).....	22
5.1.6	Squat jump (SJ).....	23
5.1.7	Čtyřskok z nohy na nohu	24
5.1.8	Skok z jedné nohy.....	24
5.2	NÁSTROJE PRO HODNOCENÍ EXPLOZIVNÍ SÍLY DOLNÍCH KONČETIN	25
5.2.1	Fitro Jumper.....	25
5.2.2	Optojump	25
5.2.3	Silová plošina Kistler (Kistler Instrumente AG Winterthur, Switzerland). 26	
6	DŮLEŽITOST HODNOCENÍ EXPLOZIVNÍ SÍLY U HRÁČŮ FOTBALU 27	
7	CÍL PRÁCE	28
7.1	VEDLEJŠÍ CÍLE.....	28
8	METODIKA	28
8.1	ÚČASTNICI.....	28
8.2	TESTOVÁ PROCEDURA.....	28
8.3	TESTOVÉ NÁSTROJE	29
8.4	GYKO INTERIAL SYSTÉM	29
8.5	ANALÝZA.....	30
9	VÝSLEDKY	31
10	DISKUZE	34
11	ZÁVĚR	36
12	SOUHRN	37
13	SUMMARY	38
14	REFERENČNÍ SEZNAM	39

1 Úvod

Fotbal je populární sport nejen v České republice ale také celosvětově. Díky se jednoduchostí lze tento sport hrát takřka kdekoliv a není k tomu potřeba mnoho náčiní. Existuje řada odborné literatury a manuálů, kde jsou popsány jak pravidla, tak také možnosti tréninku specifických fotbalových dovedností.

Součástí fotbalových schopností jsou schopnosti silové, které jsou velkým předpokladem pro úspěšný rozvoj ostatních schopností. Rozvoj silových schopností u hráčů fotbalu je dobře známý, existuje řada metod, které se ve fotbalovém prostředí využívají. Pro zjištění silových schopností je vhodně využít různé testy k zjištění například úrovně explozivní síly.

Výsledné parametry mohou pomoci při hodnocení explozivní síly na různých pozicích na hřišti, kde lze vidět, jestli se dotyčný může hodit na určitou pozici a v neposlední řadě také pro porovnání mezi mladšími a staršími fotbalisty.

Jsem hráčem fotbalu, který hraje už řadu let a s touhle zkušeností jsem se setkal poprvé. Bylo to velice zajímavé, neboť nikdy jsem neměl šanci si vyzkoušet měřit výškokové testy a také při testování se setkat s prvoligovými hráči. Tahle bakalářská práce mi dala šanci pokračovat v testování explozivní síly v přípravných obdobích u fotbalových mužstev a díky tomu sbírat zkušenosti.

2 Fotbal

Následující kapitola se týká dějin zmiňované míčové hry, které nám pomohou vytvořit podklad pro další kapitoly. Zmíníme důležitá data fotbalu, která nám pomohou dostat se ke standardizovaným pravidlům a blíže je tak popsat.

2.1 Historie fotbalu

Míčová hra podobná dnešnímu fotbalu vznikla v období starověku. Nejpodobnější a nejstarší hrou, která byla doložena, je hra zvaná kudžu v Číně, jejíž počátek je ve 2. století př. n. l. Další zmínky pocházejí z Řecka, Říma, starého Egypta a od Mayů a Aztéků, kde se hrálo množství her nohama.

První zprávy přímo o fotbalu jsou známy ze středověku a pocházejí z Itálie, Anglie a Francie. Středověké hry se nevyvíjely samostatně v každé zemi, ale vzájemně se ovlivňovaly. Přelom ve sjednocení nastal v 18. a hlavně 19. století v Anglii. Hry, které byly podobné fotbalu, začaly být součástí studia a výchovy ve školách. Původní pravidla se poji s rokem 1840, ovšem ke sjednocení rozmanitého přístupu k pravidlům bylo nutné založení prvního fotbalového svazu na světě 26. 10. 1863. Jednalo se o 11 zástupců klubů a škol v Londýně s oficiálním názvem organizace „Football Association“.

První soutěž, pojmenovaná „Anglický pohár“, vznikla v roce 1871. O rok později se konalo první mezistátní utkání mezi Anglií a Skotskem v Glasgow a v roce 1878 se odehrálo utkání ovlivněné novými technologiemi – poprvé se hrálo pod umělým osvětlením. Dalším důležitým datem, které musíme zmínit, je 28. 11. 1885, kdy proběhlo historicky první utkání mimo Evropu v Newarku mezi USA a Kanadou (Macho, 2006).

Od roku 1885 se v Anglii hraje legalizovaný profesionální fotbal, přičemž již v roce 1893 byl v Londýně založen první ženský klub. Z výše zmíněných historických milníků vyplývá, proč je Anglie označována za kolébku fotbalu. Po organizovaném sjednocení se fotbal začal šířit dále do Evropy, nicméně k nám – do střední Evropy – se dostal až po dvaceti letech od založení profesionálního fotbalu v Anglii.

Dalšími organizacemi, pojícími se se zkoumanou míčovou hrou, byly fotbalové svazy. Jedním z prvních na evropském kontinentu vznikl v roce 1889 v Dánsku, dále se tendence šířila do Nizozemí, Německa a dalších zemích. Rok 1904 symbolizuje další významné datum, jelikož byla v Paříži založena Mezinárodní fotbalová federace zvaná FIFA, z pěti zástupců evropských zemí (Belgie, Dánsko, Francie, Nizozemsko a Španělsko), která sídlí od roku 1979 v Žürichu. V roce 1954 byla založena Evropská unie

fotbalových asociací. Fotbal byl poprvé na olympijských hrách představen v roce 1908 v Londýně, kde se vítězem stala Anglie. Zmíňme také prvně konané mistrovství světa, které se odehrálo v roce 1930 v Uruguayi, kde sama hostící země zvítězila v turnaji. Překvapivé je datum konání mistrovství světa oproti prvnímu konání mistrovství Evropy – to se uskutečnilo v Itálii až v roce 1968, kde se vítězem stala taktéž stala hostící země, tedy Itálie (Votík, 2016).

2.2 Pravidla fotbalu

Fotbalové utkání se hraje na 2 poločasy po dobu 45 minut a mezi oběma poločasy je 15minutová přestávka. Pokud se jedná o zápas na mezinárodní úrovni, např. mistrovství Evropy nebo mistrovství světa, může být zápas prodloužen o dalších 30 minut kvůli remíze. Prodloužení se hraje na 2×15 minut, a pokud se ani v této době nerozhodne, přijdou na řadu penalty, během nichž každý z týmů vybere 5 hráčů, kteří jdou provést pokutový kop, tj. penalta.

Na hřišti se může v jednu chvíli pohybovat až 22 hráčů, kteří jsou rozděleni do 2 mužstev. Každý z týmů má tedy 10 hráčů plus 1 brankáře na hřišti. Trenér může během hry střídat 3 hráče, pokud se jedná o zápas, při němž dojde k prodloužení, má nově možnost využít ještě jedno střídání. Na zápas jsou k dispozici 4 rozhodčí – jeden z nich řídí zápas, další dva mu pomáhají na pomezích čarách a poslední se stará o střídání.

Rozměry hrací plochy jsou v rozmezí 90–120 m na délku a na šířku 45–90 m (pro mezinárodní utkání je stanový rozměr 100–110 × 64–75 m). Ve fotbale je důležitou součástí míč, který musí mít obvod mezi 68–70 cm (průměr činní cca 22 cm). (Bastl et al., 2003).

3 Síla a její charakteristika

Sílu u člověka můžeme definovat jako schopnost překonávat odpor vnějšího prostředí pomocí svalového úsilí. Silové schopnosti jsou souhrn vnitřních předpokladů pro vyvinutí síly ve smyslu fyzikálním. Díky optimálnímu rozvoji a jejímu využití umožňuje sportovcům realizovat pohybové činnosti a efektivně řešit pohybové úkoly, s kterými se daný jedinec setká jak na tréninku, tak poté v soutěži. Silová schopnost je kondičním základem pro svalový výkon, při němž se využije síla, a její hodnota se pohybuje minimálně na 30 % individuálně realizovaného maxima. Tato hodnota se považuje za běžně využívaný silový potenciál (Lehnert et al., 2010). Na začátku je třeba si uvědomit, že řada pohybových úkonů nebo sportovních výkonů je značně ovlivněna úrovní silových schopností. Projevuje se to v celé řadě činností, např. ve sportovních hrách při běhu, ve výskoku nebo střelbě. Silové schopnosti neexistují izolovaně, ale jedná se o jakýsi komplex silových schopností (Zatsiorsky, 1995).

Taky ji lze definovat jako schopnost neuromuskulárního systému, který vyprodukuje v daném čase co největší svalový tah. Z poznatků ze zátěžové fyziologie vyplývá, že dochází k zapojení typologicky odlišných vláken při změně v nervové impulzaci, která je vymežujícím faktorem pro konečnou úroveň vyprodukované síly. Nejčastěji proto bývají silové schopnosti rozděleny do tří základních skupin (Botek et al., 2017; Dovalil, 2009):

- Síla absolutní (maximální) – schopnost, která je spojena s nejvyšším možným odporem, může také vzniknout při svalové činnosti dynamické (koncentrické nebo excentrické) nebo statické.
- Síla rychlá a výbušná (explozivní) – je spojena s překonáváním nemaximálního odporu vysokou až maximální rychlostí, může být uskutečněna při dynamické (koncentrické) svalové činnosti.
- Síla vytrvalostní – schopnost překonávat nemaximální odpor opakováním daného pohybu v daných podmínkách nebo dlouhodobě odpor udržovat, může být uskutečněna při dynamické nebo statické svalové činnosti.

Vztah jednotlivých silových schopností ve vztahu k velikosti odporu, rychlosti pohybu a opakovanému pohybu lze vidět na níže uvedené tabulce.

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

Druh silové schopnosti	Velikost odporu	Rychlost pohybu	Opakování (trvání) pohybu
Absolutní	maximální	malá	krátce
Rychlá (vybušná)	nemaximální	maximální	krátce
Vytrvalostní	nemaximální	nemaximální	dlouho

Spojení silových schopností je poměrně složité, neboť byly potvrzeny rozdíly mezi jednotlivými silovými schopnostmi. První rozdíl je ten, kdy jedinec, který má vysokou úroveň absolutní síly, nemusí vždy dosáhnout vysoké rychlosti pohybu s nemaximálním odporem, druhým rozdílem absolutní síly vůči vytrvalostní je delší práce s malým odporem. Tato fakta musí být brána v úvahu i v odlišné stimulaci silových schopností.

Sportovní výkon v každém sportovním odvětví je podmíněn silou, která je podstatou pro úspěch. Platí to i v případech, při nichž je rozhodujícím faktorem jiná pohybová schopnost (svalová síla ovlivňuje další motorické schopnosti) nebo také jiný výkonnostní předpoklad (síla má jen podpůrnou roli). V průběhu sportovního výkonu není až tak důležitá velikost síly, ale spíše jde o rychlost jejího vyvinutí nebo opakovaného vyvíjení. Velikost síly je důležitá např. u vzpěračů nebo bojových sportů, zatímco u sportů jako je fotbal, tenis nebo basketbal je přednější rychlost, která je vyvíjena nebo opakovaná. Je logické, že trénink svalové síly bude vycházet ze specifických požadavků pro jednotlivé sporty (může se překonávat např. odpor vlastního těla, aktivní odpor soupeře nebo náčiní s různou hmotností) při současných individuálních specifik u sportovců. Význam síly není spojen pouze se sportovním výkonem, ale také s udržením si pevného zdraví (stavba trupu), tělesné zdatnosti (situace spojené s pohybovým úkolem), vyrovnanosti u člověka a soběstačnosti (aktivity v oblasti sebepečce).

Silové schopnosti jsou závislé na více faktorech, které jsou z části ovlivnitelné. Svalovou kontrakci, která je dána především příčným průměrem svalu, lze z větší části ovlivnit tréninkem, ale je ovlivňována i genetikou. Podobně je možné tréninkem ovlivnit i neuromuskulární faktory, tedy množství zapojených motorických jednotek do svalové činnosti a jejího nervového řízení, mezsvalové aktivace a vnitrosvalové aktivace. Faktor, který už tréninkem nelze tolik ovlivnit, je typ svalových vláken.

Rychlá bílá svalová vlákna a pomalá červená svalová vlákna jsou dána především geneticky. Dalšími faktory, které ovlivňují silové schopnosti jsou biomechanické a antropometrické faktory (Dovalil, 2002).

Svalová kontrakce (konkrétně činnost), která je důležitá pro vznik síly, je mechanickou odpovědí na nervový vzruch (Lehnert & Novosad, 2010).

Svalová kontrakce buď pohyb tělesných segmentů nevyvolává, délka svalů se tedy nemění, nebo pohyb tělesných segmentů vyvolává. V případě, že pohyb vyvolává, může být rychlost pohybu pomalá, konstantní, zrychlována nebo i zpomalována.

Svalovou kontrakci lze rozdělit na různé typy kontrakce (statická a dynamická). Dynamickou činností kontrakce je označována kontrakce, kdy se délka svalu mění a je zřejmý mechanický pohyb. Činnost koncentrická vykonává pozitivní práci, síla působí ve stejném směru jako pohybující se segment těla a je pro ni typické zvětšení břicha svalu a jeho zkrácení.

Při excentrické svalové kontrakci se sval prodlužuje, protahuje a svalové úpony se oddalují. Izokinetická kontrakce je charakteristická konstantní rychlostí zkrácení. Výbušně svalová kontrakce je dána vysokou akcelerací. U statické kontrakce se délka svalu nemění, vzdálenost úponů svalu zůstává stejná. Plyometrická svalová kontrakce je kombinací excentrického prodloužení svalu s následnou koncentrickou činností (Dovalil, 2009).

4 Význam svalové síly v herním výkonu fotbalisty

Silové schopnosti významně ovlivňují herní výkon hráče během utkání. Bez jejich rozvoje nemůže být hráč produktivní, tzn., může zaostávat v některých herních činnostech na hřišti oproti jiným hráčům, zároveň mu mohou silové schopnosti pomoci k překonání (obejití) hráče – může se jednat např. o výskok, start na míč, střelu, zrychlení apod. Požadovaná úroveň pro rozvoj silových schopností a svalových skupin vždy závisí na hráčově stylu a pozici na hřišti. Jiné svalové partie bude využívat brankář, záložník nebo útočník.

Hráči fotbalu jsou známí svou vysokou úrovní dynamické síly extenzorů kolene, tedy čtyřhlavého stehenního svalu, flexorů kolene, tj. dvouhlavého stehenního svalu, a také trojhlavého svalu lýtkového. Uvedené svaly jsou důležité hlavně pro akceleraci, při níž kontrahují koncentricky, zatímco v deceleraci kontrahují excentricky (Bompa, 1999). K provedení kopu je důležité mít na vysoké úrovni svalovou sílu flexorů v kyčelním kloubu a extenzorů v kolenním kloubu (Cerrah et al., 2011; Psotta et al., 2006). Flexory kolenního kloubu kontrolují jak běžeckou lokomci, tak se rovněž starají o stabilizaci kolenního kloubu při případné změně pohybu (Cometti, Maffiuletti, Pousson, Chatard & Maffuli, 2001; Lehance et al., 2009).

Vysoké nároky na tvorbu svalové síly v průběhu utkání se soustřeďují do krátkých opakujících se intervalů při vysoké intenzivní činnosti, jako je např. sprint, dále v situacích, při nichž dochází k soubojům, při vhazování a dalších úkonech. Tyto činnosti tedy vyžadují rychlé vyvinutí svalové síly. Explozivní síla je důležitým faktorem pro úspěšnost v herních významných činnostech (např. zrychlení, změna směru, střelba, přihrávka, výskok na míč apod.).

Výkon v těchto činnostech však není zcela závislý na samotné maximální produkci síly, ale na tom, aby byla vyvinuta dostatečná síla co nejrychleji. Celková tvorba svalové síly za utkání je podmíněna svalovou vytrvalostí. Díky svalům, které jsou přizpůsobené pro dynamickou práci, je potřeba také udržovat posturální svaly trupu, které jsou důležité k vykonávání statické práce. Funkce posturálních svalů je taková, že musí udržovat optimální stav svalového skeletu, udržuje rovnováhu těla a zpevňuje příslušné články těla pro efektivní přenos hybných sil, kde dochází k provádění činnosti s míčem a běžecké lokomoce.

4.1 Trénink svalové síly

Tento druh tréninku je zaměřený nejen na kondiční udržování, ale i na rozvoj základních nervosvalových a morfologických předpokladů pro výkon, přičemž se v rámci naší práce zaměříme na svalové skupiny v herním výkonu u fotbalistů (Psotta, 2006). Je nutné podotknout, že součástí tréninku fotbalistů mladších osmnácti let také by měla být cvičení, která jsou zaměřena nejen na rozvoj síly, ale také na předávání základních informací o lidském těle, čímž je zajištěna podpora zájmů o další aktivity. Takto pojaté tréninkové schéma má pozitivní odezvu v rámci soutěžní a tréninkové činnosti, neboť hráčům utváří základ pro vysokou výkonnost v dospělosti. Vzhledem k mnoha okolnostem nelze začáteční absolvování posilovacího programu jasně stanovit věkem, jelikož mají mladí sportovci poměrně často chabé svaly zajišťující držení těla, jako jsou např. svaly trupu, ramenou nebo kolem kyčlí. Ze zmíněného důvodu je hlavním cílem tyto svalové dysbalance odstranit (Lehnert et al., 2010).

Hlavními požadavky na výběr cvičení je komplexnost silového rozvoje a zdravotní nezávadnost cvičení. Pro dynamiku sílu se používají cvičení (výskoky snožmo, dřep + výskok snožmo, start na pokyn, skok na levou nohu a z ní pak start), která podporují přizpůsobení délky svalových vláken rostoucím kostem u nezletilých fotbalistů, nutno podotknout, že intenzita v tomto případě nerozhoduje. Také se upřednostňují cvičení, během nichž se rozvíjí jak koordinační, tak silové předpoklady (cviky na bosu, s therabandem nebo s medicinbalem).

Cvičení se nejprve koncentrují na rozvoj flexibility, neboť je u rozvoje síly ve vazech a šlachách preferována rychle rostoucí síla u svalů, přičemž hlavní pozornost je upřena na sílu trupu. U mladých sportovců je důležité, aby zvládli cvičení s vlastním tělem, jako jsou kliky, výpady, podřepy na jedné noze, dřepy, shyby, teprve až poté je vhodné začít cvičení, při kterých se překová odpor, např. se závažím. Výběr správné techniky cvičení, vhodné polohy a různorodosti cviků jsou správnou prevencí proti nechtěnému zranění, díky tomu se vytváří optimální předpoklady pro přizpůsobení na silové podněty (Lehnert et al., 2010).

U hráčů fotbalu během tréninku svalové síly je důležité, aby pozornost byla zaměřena především na udržení nebo rozvíjení nervosvalového systému, rychlého vyvíjení svalové síly při specifických fotbalových činnostech. S tréninkem je také spojena prevence, před každým tréninkem by mělo proběhnout nějaké zahřátí organismu a po tréninku by měl následovat strečink, aby se předcházelo jakémukoliv zranění.

V tréninku by měla být snaha udržet způsobilost svalů, zpevňovat kloubní spojení při specifických činnostech s funkcí ochrany kloubů a účelného přenosu sil při provádění dynamických činností. Také je důležité udržet v optimálním funkčním stavu trup a horních končetin, které se výrazně nepodílejí na výkonu většiny herních činností, ale vytváří spolu biomechanické podmínky pro jejich provedení.

V neposlední řadě je dobré se zaměřit na výraznější snížení trénovanosti a optimalizování úrovně základních silových předpokladů (Psotta, 2006).

Hlavním cílem tréninku svalové síly ve spojení s herní výkonností je zvýšit výkon v běžecské lokomoci a v herních činnostech rychlostního typu. Vysoká úroveň svalové síly u hráče, přičemž je její produkce v určitém pohybu (např. stoj nebo dřep s činkou), ještě nezaručuje vysokou úroveň v daných činnostech, jako je např. výskok nebo několik prvních kroků při běžecském startu. Mimořádně vysoká úroveň svalové síly, která je spojena s větším průřezem svalů a projevující se na vysoké úrovni absolutní síly, může být kontraproduktivní jak pro svalový výkon v lokomočních činnostech, tak i herních činnostech při utkání. Fotbalové činnosti potřebují rychlé až výbušné projevy svalové síly při nižším odporu, což je hmotnost vlastního těla hráče. Je přirozené, že v důsledku nedostatečné trénovanosti, např. po déletrvajícím tréninkovém výpadku, se může snížená úroveň svalové síly projevit ve svalovém výkonu při specifických činnostech.

Obecné principy tréninku svalové síly můžeme shrnout do následujících bodů:

- Příprava organismu – nejprve rozehřejeme organismus během 5 minut, následovat bude fáze protahování (strečinku), který nám zabere 5–8 minut, a poté bude následovat fáze specifická, při níž probíhá příprava na trénink svalové síly v délce 8–10 minut a k tomu dynamické protahování, následovat bude cvičení svalových skupin, které se budou posilovat s mírným až středním úsilím.
- Určení, na co bude trénink zaměřený – jaký sval či skupina má být podceňována, v jaké pohybové struktuře a typu svalové kontrakce to bude, v jaké dynamice, tzn. volba velikosti odporu a rychlost provedení, při výběru cvičení respektujeme princip specifčnosti.
- Nutná individualizace zatížení – výběr velikosti odporu dávkování cvičení podle individuálních dispozic a výkonnosti hráče.
- Dostatečný odpočinek pro zatěžované svalové skupiny mezi opakovanými cvičeními.

- Cviky se provádějí s maximálním úsilím.
- Během tréninku a na konci něj nezapomínáme na protahovací a uvolňovací cvičení.
- V případě náznaku jakékoliv bolesti, která nemá spojitost s únavou, cvičení zastavíme.

Trénink svalové síly u hráčů fotbalu můžeme rozdělit do tří skupin: funkční trénink, základní trénink svalové síly a trénink svalové vytrvalosti.

4.1.1 Funkční trénink u fotbalistů

Lze jej charakterizovat jako trénink, při němž dochází k optimalizaci svalových funkcí v pohybových strukturách, které jsou velmi podobné až shodné s pohybovými strukturami sportovního výkonu při utkání nebo přirozených pohybech (Lehnert et al., 2010). Trénink také podněcuje svalovou sílu, která je spojena se specifickými fotbalovými činnostmi, jako jsou např. běžecká lokomoce, souboje, výskoky, střelba nebo vhadzování. Tréninkovým efektem je zvýšení jak úrovně specifické, tak základní síly (Psotta et al., 2006).

V souvislosti s funkčním tréninkem je důležité zmínit a objasnit trénink síly tzv. core training. Svaly, jako jsou hluboké břišní, bederní nebo také abduktory a rotátory kyčle a stabilizátory lopatek, mají vliv na kontrolu pohybu, tedy koordinovanou činnost končetin. Tyto oblasti jsou jednak důležité pro produkci síly, jednak také umožňují transfer energie z velkých svalových skupin na menší, čímž je zajištěn přesun silových účinků z dolní části těla na jeho horní část. Podotkněme rovněž, že tyto svalové oblasti mají vliv nejen na držení těla, ale také na polohu vnitřních orgánů. Zároveň se tyto oblasti uplatňují při rychlých pohybech, akceleracích, úderech, chytání, hodech, pádech, dopadech a při nečekaných situacích. Dynamická a statická cvičení pomáhají ke zlepšení stabilizace jak páteře, tak i pánve. Cvičení bývají zezáčátku nenáročná, jelikož se pracuje s překonáváním odporu vlastního těla (Lehnert et al., 2010). U mladších fotbalistů by se mělo postupovat tak, aby započal trénink od trupu směrem ke končetinám. Pokud se cvičení bude v této vývojové etapě zanedbávat, zvýší se tím riziko zranění (Bompa, 1999).

4.1.2 Základní trénink svalové síly

Tento typ tréninku je zaměřený především na udržování nebo případný rozvoj základních nervosvalových a morfologických předpokladů pro výkon svalových skupin, který je důležitý v herním výkonu fotbalisty. Pracuje se s vlastní hmotností nebo s vnějším odporem, jako jsou např. posilovací stroje, pružné předměty nebo břemena. Tato cvičení jsou méně specifická ve spojení s fotbalovými činnostmi v utkání. Trénink statické síly a dynamické koncentrické síly probíhá jak v nižších, tak i vyšších kontrakčních rychlostech. U hráčů fotbalu není nutné rozvíjet excentrickou brzdivou sílu v dolních končetinách pomocí velkých odporů, neboť způsobnost je udržována samotným specifickým tréninkem (Psotta et al., 2006).

4.1.3 Trénink svalové vytrvalosti

U hráčů není potřeba rozvíjet aerobní svalovou vytrvalost pomocí specifických cvičení, neboť samotný pravidelný trénink a utkání k rozvoji a udržení postačí. Důraz by měl být kladen více na anaerobní vytrvalost svalů dolních končetin a na anaerobní statickou vytrvalost svalů trupu (Psotta et al., 2006).

U fotbalu na vrcholové úrovni se setkáváme se zkracováním přípravného období, které může být zapříčiněno např. evropským šampionátem, který se kryje s přípravným obdobím. V souvislosti s tím se začíná objevovat souběžný vytrvalostní a silový trénink zvaný concurrent training, který se stal v posledních letech předmětem výzkumných studií (Hoff, 2005; Hoff, Gran & Helgerud 2002; Helgerud, Rodas, Kemi & Hoff, 2011; Wong, Chaouachi, Chamari, Dellal & Wisloff, 2010).

Spojený trénink – vytrvalostní s běžným fotbalovým tréninkem – zlepšuje fyzickou kondici hráče a má na ni pozitivní vliv s navýšením hráčovy maximální spotřeby kyslíku (Helgerud et al., 2011). Trénink maximální síly, kde je důraz kladen na neurální adaptaci, zlepšuje jeho sílu a aerobní vytrvalostní výkon a také zdokonaluje jeho ekonomiku běhu (Hoff et al., 2002). Pro zlepšení běžecké ekonomiky, běžeckého sprintu a výskoku Hoff (2005) doporučuje trénovat sílu, při níž se využije vysoká zátěž s malým počtem opakování (podřepy, 4 série, 4 opakování), kde bude důraz kladen na maximální produkci síly ve fázi koncentrické kontrakce a zvýšení zátěže po každém tréninku.

U hráčů, u nichž byl použitý maximální silový trénink se zaměřením na nervové adaptace, byla zlepšena ekonomika běhu o 4,7 % a opakovací maximum (OM) v podřepch o 33 % (Hoff & Helgerud in Helgerud et al., 2011). Pro zlepšení explozivní

síly a aerobní vytrvalosti nám může přispět intervalový běh vysoké intenzity souběžně s tréninkem síly vysoké intenzity (Wong et al., 2010).

Na základě uskutečněných studií podle Botka et al. (2010) se usuzuje, že souběžné tréninky, které jsou zaměřené na trénink síly, vytrvalosti a rychlosti, mohou být kontraproduktivní a nevedou k významným zlepšením v kondici u hráčů fotbalu.

Ve výzkumu, který provedli Henessy a Watson (1994), došli k závěrům, že u tréninku, který byl zaměřen čistě na trénink síly, došlo k nárůstu síly, zlepšení ve vertikálním výskoku a běžeckém sprintu, na druhou stranu úroveň aerobního vytrvalostního výkonu zůstala stejná (Henessy & Watson, 1994).

5 Hodnocení svalové síly

K zjištění hodnot svalové síly se používají kvalitativní a kvantitativní metody. Metoda kvantitativní i kvalitativní je závislá na úsudku vyšetřujícího, u obou se vyžaduje použití specifických nástrojů, které nám poskytují výsledky v číslech. U kvantitativní metody se vychází z teoretického podkladu, většinou se nejde tolik do hloubky nastoleného problému, data jsou sbíraná od většího množství respondentů, než tomu je u kvalitativní metody, přičemž se tato metoda zajímá o data objektivní. Pro potřeby našeho zkoumání, např. u vertikálního výskoku, nám stačí znát pouze výšku výskoku, nikoli způsob jeho provedení. Výhodou kvantitativní metody je rychlý a přímočarý sběr dat. Práce s přesnými a numerickými daty, umožňuje rychlou analýzu, výzkum je výhodný pro zkoumání velkých skupin a data jsou lehce ověřitelná. Naopak mezi nevýhody kvantitativního výzkumu patří výsledky, které jsou abstraktní, obecné (Hendl, 2016).

Kvalitativní metoda má procesní charakter, což znamená, že postup je utvářen v průběhu dat, která se sbírají. Při této metodě se zkoumá problém do hloubky, prokazuje proto vysokou validitu, snaží se komplexně vyjádřit zkoumaný problém, popřípadě je jejím cílem vytvořit novou teorii. Pomocí kvalitativní metody hodnotíme v našem případě, např. u výskokového testu, již výchozí postavení, v jaké pozici je tělo a ruce a průběh pohybu. Výhodou kvalitativní metody je, že můžeme jevy zkoumat v celé šíři, získáváme podrobné informace o problému, kterým se zabýváme, a můžeme sledovat jeho vývoj. Naopak mezi nevýhody patří to, že výsledky mohou být hůře zobecnitelné a jsou snadněji ovlivnitelné (např. výzkumníkem včetně jeho osobních preferencí), dále se mezi nevýhody řadí také časová náročnost (Disman, 2000).

Svalovou sílu lze hodnotit použitím tzv. funkčních testů (Bohannon, 2002). Úkolem funkčního testu je zjištění co možná nejobjektivnějšího hodnocení svalové síly u jednotlivých svalů či skupin, které vykonávají pohyb (Janda, 1996).

Svalový test nepochybně patří k nejčastěji používané metodě k hodnocení svalové síly v klinické praxi. Provedení testu je rychlé a nepotřebujeme k tomu žádné vybavení. Navzdory své subjektivitě a nízké senzitivitě je díky svým výhodám rozšířenější ve srovnání s kvantitativními metodami. Jasně se pak subjektivita svalového testu projevuje u vyšších stupňů svalové síly (Bohannon, 2002,).

Hodnocení svalové síly můžeme také rozdělit na laboratorní testy nebo terénní testy. Laboratorní testy se provádí ve většině případů v určeném prostředí, kde jsou zachovány konstantní podmínky k provedení testu pro všechny bez jakékoliv výjimky.

Mezi výhody testu patří: nezávislost na počasí, časová pružnost, vysoká reliabilita. Mezi nevýhody lze zařadit cenově vyšší náročnost (Měkota & Kovář, 1996).

Terénní testy jsou uskutečňovány v přirozeném prostředí a mají charakter výkonových testů. Úroveň vytrvalosti je diagnostikována porovnáním dosaženého výkonu s normativními údaji. Jsou velice jednoduché, praktické, časově nenáročné, využitelné i pro více lidí či skupinu, pohyb je zde přirozený a je shodný s tím, který je prováděn při reálném tréninku. Nevýhodou u terénního testu je nepřesnost měření, proměnlivost podmínek okolí a také omezenost v měření některých parametrů (Hnízdil & Havel, 2012).

5.1 Testy explozivní síly

5.1.1 Boscův test

Test je založen na podkladu opakovaných výskoků v maximálním úsilí, kolena musí svírat úhel 90 stupňů při odrazu. Tento test zaznamenává anaerobní kapacitu a explozivně silové projevy dolních končetin v po sobě jdoucích a opakujících se výskocích (Bosco et al., 1983) Testování se zde provádí na výskokovém ergometru. Výskokový ergometr je složen ze speciální odrazové desky, která je napojena na počítač. S pomocí programu lze při opakovaných výskocích s přesností na tisícinu sekundy měřit trvání letových a oporových fází a je z nich také možné vypočítat řadu parametrů, jako je např. výška výskoku, rychlost v okamžiku odrazu, zrychlení při odrazu. Test může trvat od 10–60 s, záleží na tom, jaký čas se pro dané testování určí. Můžeme testovat jak výbušnou, tak i vytrvalostní sílu dolních končetin, což záleží na délce testu. U testu hodnotíme rychlost aktivní fáze odrazu, výšky výskoku atd. Výstupem testu jsou tyto parametry:

- doba trvání letové fáze (s);
- průměrný čas jednoho výskoku (s);
- počet výskoků (odrazů) za minutu;
- relativní práce (J/kg);
- absolutní práce (kJ).

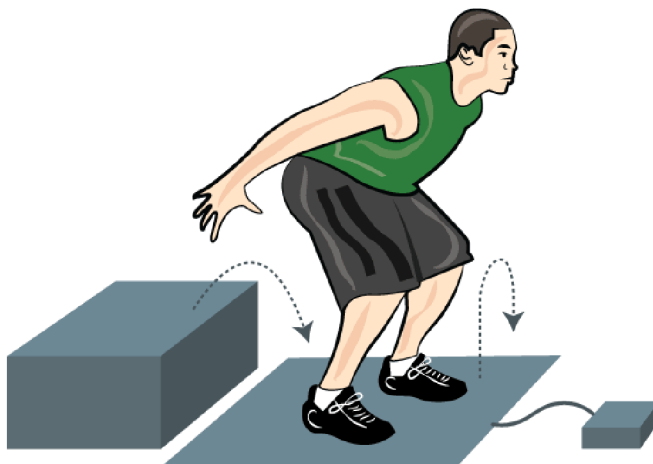
5.1.2 Drop Jump Test

Výskok po seskoku, nebo také nazývaný skok do hloubky, je test kondice síly a síly nohou, který vyžaduje, aby sportovec seskočil z boxu na plošinu a okamžitě vyskočil co

nejvýše, jak jen dokáže (viz Obrázek 2). Plošina měří výšku skoku od okamžiku, kdy se jí noha dotkne až do jejího návratu.

Tento test se provádí z přednastavené výšky boxu. Ta se může pohybovat od 20 cm do 100 cm. Sportovec stojí na boxu vedle měřicí podložky, ruce má v bok a zůstávají tam po celou dobu skoku. Sportovec poté, co seskočí z boxu na podložku, při přistání ohne kolena a okamžitě provede maximální vertikální skok a dopadne zpět na podložku oběma nohama současně, načež se vrátí na místo vzletu. Tento test lze provádět opakovaně s dostatečným odpočinkem mezi pokusy.

Plyometrie je princip svalové činnosti, při němž svaly vyvíjí maximální sílu v krátkých časových intervalech, přičemž je cílem zvýšit výkon jak v rychlosti, tak i síle. Cviky cílí na svalová prodloužení a kontrakce v rychlém sledu, nejčastějším příkladem může být opakované skákání na bedýnku (Chu et al., 1987).



Obrázek 1. Drop jump test – provedení

Zdroj: <https://www.topendsports.com/testing/tests/drop-jump.htm>

Vertikální výšku skoku lze vypočítat pomocí následujícího vzorce: výšku skoku = $4,9 \times (0,5 \times \text{čas})$. Další proměnné jsou doba kontaktu se zemí, což doba mezi prvním kontaktem chodila se silovou plošinou a okamžikem, kdy nohy subjektu opustily podložku, Index reaktivní síly (RSI), který lze vypočítat vydělením výšky skoku časem kontaktu se zemí nebo reaktivní síla, což je svalový výkon, tedy schopnost reagovat na

pohybovou činnost. Ta vzniká protažením a poté smrštěním svalu, načež se tento cyklus znovu opakuje.

Mezi nevýhody testu lze uvést ovlivnění polohy těla během výskoku a seskoku. Pokud sportovec při přistání ohne nohy, může to ovlivnit výpočet výskoku. Test lze také použít k posouzení rizika, které je spojeno s poraněním ACL (přední zkřížený vaz v koleni).

5.1.3 Test Skoku dalekého z místa

Překonává se zde co nejdelší vzdálenost za pomoci odrazu snožmo. Díky výkonům v tomto testu můžeme předpokládat úroveň dynamické explozivní silové schopnosti dolních končetin (Kovář et al., 1993). Skok se provádí z mírného stoje rozkročného, špičky nohou jsou těsně u odrazové čáry, nohy provedou TO skok daleký odrazem snožmo (dovolený je podřep, švih paží a hmitání: viz obrázek č. 4). Délku skoku měříme od odrazové čáry k místu dotyku bližší paty.

5.1.4 Test vertikálního výskoku

Jedná se o test, kde cílem jedince je dosáhnout maximálního vertikálního výskoku. Značné využití má nejen pro fotbalisty, a to především u stoperů či útočníků, ale také u basketbalistů, ragbistů, volejbalistů anebo skokanů do výšky.

Mezi varianty provedení vertikálního výskoku patří CMJ (countermovement jump) nebo SJ (squat jump).

Necháme jedince, aby si stoupl snožmo ke zdi, poté natáhne co nejvýše paži, tedy kam až dosáhne, a tuto polohu budeme brát jako referenční bod (bod 0). Poté necháme jedince vyskočit, jeho úkolem je dosáhnout co nejvyššího výskoku. Po provedení skoku změříme rozdíl mezi bodem 0 a místem dotyku. Skok lze provést buď bez rozběhu, nebo s tříkrokovým rozběhem. K měření můžeme použít také tlakovou podložku nebo optometrický systém (Měkota a Blahuš, 1983).

5.1.5 Countermovement jump (CMJ)

Používá se k měření výbušné síly v dolní části těla u sportovců. Tento test je jedním z nejčastěji používaných u trenérů k nepřímému měření síly dolních končetin. Tento test lze provést s pomocí nebo bez pomoci horních končetin. V Testu CMJ, kde se využila pomoc horních končetin, se ukázalo zvýšení výkonu o 10 % nebo i více (Klavora, 2000)

Test je měřen pomocí kontaktních rohoží, silových platforem, infračervených platforem, akcelerometrů nebo lineárních snímačů polohy, dokonce může být používána i video analýza, i když jsou silové platformy často považovány za „zlatý standard“ pro přesnost testu.

Začíná se ve stoji rozkročném na šířku pánve a ruce jsou v bok. Cvik začíná tehdy, kdy jde testovaný jedinec do podřepu, kdy úhel v kolenním kloubu svírá cca 90° a z kterého se pak přechází do prudkého odrazu do výšky s nataženými špičkami. Poté následuje návrat do základního postavení a tím skok končí. Tenhle postup lze zopakovat. Mezi každým pokusem je 5–10 s pauza (Walker, 2016).

Chyby, které se mohou u tohoto testu objevit, jsou následující: sportovci mohou omylem skákat dopředu, dozadu nebo do strany, čímž ovlivní konečný výsledek testu. Dalším problémem mohou být ohnuté nohy, přičemž je možné, že dotyčnému poskytnou delší let. V neposlední řadě to může být skok, který se uskuteční před pokynem testera, nebo slabý odraz. Výsledek testu ukáže tyto naměřené parametry:

- Špičková síla (N)
- Relativní špičková síla ($N \cdot kg^{-1}$)
- Špičkový výkon (W)
- Špičková rychlost ($M \cdot s^{-1}$)
- Míra vývoje síly ($N \cdot s^{-1}$)
- Impulz ($N \cdot s$)

5.1.6 Squat jump (SJ)

Test měří maximální výbušnou sílu dolních končetin, kde je výchozí pozice statická, tj. pozice v podřepu. V porovnání s CMJ testem je méně používaným test k zjištění reaktivní síly sportovce během cyklu pomalého zkracování / nízkého natažení.

Testovaná osoba stojí v postavení tak, aby byla nohama od sebe a ve vzdálenosti na šířku pánve a ruce měl v bok. Na pokyn osoba sníží svoje postavení do podřepu, v této pozici zastaví a stabilizuje podřep k následnému maximálnímu výskoku. Pomoc rukou je zakázána z důvodu maximalizace práce dolních končetin (Walker, 2017). Během testu je měřena maximální výška výskoku s přesností na centimetry, rychlost provedení a síla odrazu. Většinou jsou 4 pokusy, přičemž je jeden z pokusů cvičný. Mezi každým pokusem bývá 5–10 vteřin pauza.

Chyby, které se mohou objevit při testování, jsou kromě zmíněných u CMJ tyto: neudržení rukou v bok anebo špatné postavení, tedy neudržení 90° v kolenou. Výstupem testu jsou tyto následující parametry:

- Špičková síla (N)
- Relativní špičková síla ($N \cdot kg^{-1}$)
- Špičkový výkon (W)
- Špičková rychlost ($M \cdot s^{-1}$)
- Míra vývoje síly ($N \cdot s^{-1}$)
- Impulz ($N \cdot s$)

Celkový výsledek pak lze vypočítat dvojím způsobem. Jedna z možností je, že se vezme nejlepší výsledek ze tří provedených skoků nebo pomocí vzorce = (skok 1 + skok 2 + skok 3) ÷ celkový počet skoků ÷ tělesná hmotnost (kg).

5.1.7 Čtyřskok z nohy na nohu

Sportovec provede čtyři skoky vpřed z nohy na nohu, přičemž je výchozí pozice stoj výkročný. Poslední skok je zakončen s dopadem na jednu nohu. Kvůli bezpečnosti by se měl test provést na neklouzavém povrchu, na němž by měla být vyznačena stupnice. Test je měřen od čáry odrazu k patě chodidla v místě, kam dopadne noha při posledním skoku. K provedení jsou 2 pokusy a hodnotí se nejdelší dosažená vzdálenost (Psotta et al., 2006).

5.1.8 Skok z jedné nohy

Test probíhá tak, že je jedinec požádán, aby provedl vertikálních výskoků nejprve jeho dominantní a poté nedominantní nohou. Cílem je skákat co nejvýše a nejrychleji. Na začátku testu se nejprve zaznamená počáteční výška, kdy sportovec stojí oběma nohama na zemi a natáhne jednu ruku co nejvýše do výšky. Sportovec poté stojí bokem k měřicímu přístroji nohou, z které provede výskok. Je dovoleno volně pohybovat jak s rukama, tak i nohama před samotným výskokem. Používání paží může sloužit jako pomůcka k lepšímu vertikálnímu výskoku. Pro každou nohu se provedou 3 pokusy a zaznamenává se nejlepší ze 3 pokusů. Zaznamenává se rozdíl mezi dosaženou výškou ve stoje a výškou ve skoku. Výsledek může sloužit k porovnání obou noh, zda mezi nimi existuje nějaká rozdílnost. Nevýhodou tohoto testu je technika, která hraje roli ve výsledku, neboť výška výskoku je ovlivněna efektivním použitím paží.

5.2 Nástroje pro hodnocení explozivní síly dolních končetin

5.2.1 Fitro Jumper

Zařízení je složeno z rohože, která je propojena pomocí USB k počítači (viz obrázek č. 3). Zařízení měří dobu kontaktu (T_c) a dobu letu (T_f) s přesností na 1ms (Zemková a Dzurenková, 2006) v průběhu série výskoků a vypočítá základní biomechanické parametry.

Výsledkem testu jsou tyto naměřené parametry:

- T_c (s) čas kontaktu;
- T_f (s) čas letu;
- P (W/kg) výkon v aktivní fázi odrazu;
- P' (W/kg) průměrný výkon v celém výskokovém cyklu;
- h (cm) výška skoku;
- v (m/s) rychlost v posledním momentu odrazu;
- a (m/s^2) průměrné zrychlení během odrazu;
- h/t_c (cm/s) index výšky výskoku a času kontaktu.

5.2.2 Optojump

K testování byl využit optický měřicí systém Optojump Next (Microgate, Itálie), který se skládá z vysílacích a přijímacích lišt. Každá z nich obsahuje 96 LED diod, při rozlišení 1,0416 cm. LED diody na vysílací liště nepřetržitě komunikují s LED diodami na přijímací liště. Systém detekuje jakékoli přerušení komunikace mezi lištami a také vypočítává jejich trvání. Díky tomu umožňuje měřit letové a kontaktní časy během provádění řady skoků s přesností na 1/1000 sekundy (Microgate, 2009-2018). Pomocí těchto dat je možné se softwarem získat množství parametrů spojených s výkonem sportovce s maximální přesností a v reálném čase. Absence pohyblivých mechanických částí zajišťuje přesnou a velkou spolehlivost. Hodnocené ukazatele, které lze získat, jsou:

- Kontaktní doba
- Letový čas
- Reakční doba na zvukový / vizuální impuls,
- Výška těžiště
- Měrný výkon (W / kg)
- Frekvence

5.2.3 Silová plošina Kistler (Kistler Instrumente AG Winterthur, Switzerland)

Jedná se o dynamometrickou desku, která umožňuje snímat a registrovat tlaky působící na podložku během odrazu a zaznamenávat časový průběh skoku. K dispozici je také grafický časový záznam o průběhu síly, která působí na podložku. Dále lze získat biomechanické a fyzikální hodnoty, které jsou potřebné k vyhodnocení explozivní síly. Jedná se o maximální vyvinout sílu, která působí na podložku, čas potřebný k jejímu vyvinutí, akcelerační impuls síly, brzdny impuls síly, čas brzdného a akceleračního impulsu, rychlost vzletu, výška skoku a velikost snížení (Janura, 2003).

6 Důležitost hodnocení explozivní síly u hráčů fotbalu

Síla, kterou využijí hráči je závislá od druhů postavení na hřišti. Jinou sílu budou využívat brankáři, obránci, záložníci či útočníci. U brankářů explozivní síla hraje velkou roli, neboť vysoká úroveň explozivní síly napomáhá k lepšímu odrazu při výskoku či skoku do stran. U obránců hraje také velkou roli explozivní síla, neboť jim pomáhá při výskoku, ale také je důležitá dynamická síla stejně jako u útočnicků či záložníků, kde záložníci a útočníci využijí explozivní sílu spíše při startu na míč, střelbě, přihrávce nebo zrychlení.

Je známé, že úroveň svalové síly se může odvíjet od věku daného sportovce. Čím starší sportovec bude, tím by měl mít větší úroveň svalové síly, ale ne vždycky tomu tak může být., (svou roli zde může sehrát výška), kde explozivní síla může hrát důležitou roli v činnostech, díky kterým může být sportovec úspěšný. U sportovců je porovnávána explozivní sílu na fyzických testech, které bývají zpravidla na začátku zimní přípravy a také letní přípravy. Díky mnohé řadě testů lze zjistit úroveň explozivní síly a se zjištěnými výsledky poté pracovat a porovnávat je s ostatními výsledky sportovců. Trenérovi porovnané výsledky s ostatními hráči mohou sloužit k posouzení efektivity tréninkové procesu, jestli cvičení, které slouží k posílení svalové síly mají pozitivní vliv na vývoj svalové síly anebo porovnat úroveň svalové síly, která ovlivňuje herní výkon a může to napovědět trenérovi o případné pozici hráče na hřišti. V budoucnu lze poté pracovat na jejich zlepšení a to díky např. tréninku síly, který má pozitivní vliv na růst svalové síly nebo běžecký sprint.

7 Cíl práce

Cílem práce bylo zjistit explozivní sílu dolních končetin u hráčů ve věkové kategorii 17–18 let.

7.1 Vedlejší cíle

1. Porovnat explozivní sílu u hráčů na jednotlivých pozicích (brankář, obránce, záložník a útočník) mezi 17–18letými.
2. Porovnat explozivní sílu dolních končetin u 17letých a 18letých hráčů

8 Metodika

8.1 Účastníci

Cílovou skupinou bylo 26 hráčů (3 brankáři, 7 obránců, 10 záložníků a 6 útočníků) z družstva SFC Opava 17 let (13 hráčů) a 18 let (13 hráčů) ročníku 2002-2003. Jejich průměrný věk byl $17,45 \pm 0,40$, průměrná hmotnost byla $68,48 \pm 7,09$ kg a průměrná výška činila $177,76 \pm 5,56$ cm. Informovaný souhlas byl získán od všech zúčastněných jedinců, kteří byli starší 18 let. Pokud byl jedinec mladší než 18 let, informovaný souhlas byl získán od jeho zákonného zástupce.

8.2 Testová procedura

Testování proběhlo v Opavě ve víceúčelové hale, kde byli provedeny dva testy, a to CMJ a SJ, které byly již dříve popsány (viz kapitola CMJ a SJ). Povrch podlahy byl protiskluzový, což splňovalo ochranné funkce a také snižovalo riziko zranění při případném pádu či doskoku. Testování byli sportovně oblečeni, což znamená, že měli již po svém příchodu do tělocvičny tričko, kraťasy a sportovní obuv s protiskluzovou podrážkou.

Na začátku byl každý seznámen s průběhem testování, následně proběhlo měření tělesných parametrů pomocí přístroje Tanita (Tanita Europe BV, Nizozemsko), přičemž hráčům byla měřena hmotnost a složení těla jako je svalová tkáň, tuková tkáň a ICW

(intracelulární tekutina) a ECW (extracelulární tekutina). Poté následovalo za dohledu kondičního trenéra rozcvičení, rozběhání a zahřátí organismu tak, aby nedošlo ke zranění a zároveň se mu během testování předešlo.

Před samotným testováním hráči provedli 4 zkušební pokusy. Při samotném testování pak hráči měli celkem 3 pokusy, které už byly měřené. Před testováním byl hráči dán ještě pánevní pás se senzorem Gyko, který byl na připevněn na úroveň 4–5 obratle. Mezi jednotlivými pokusy byla 10s pauza.

8.3 Testové nástroje

K testování byl využit optický měřicí systém Optojump (Microgate, Spojené státy americké), který je popsán v kapitole metodách pro hodnocení svalové síly (viz str. 25) Měřené proměnné, které byly následně analyzovány byly:

- výška výskoku (cm)
- Maximální síla před výskokem (N/kg) jakou sílu je schopen sportovec před výskokem vyprodukovat
- Maximální rychlost před výskokem (m/s) jakou rychlost je schopen sportovec před výskokem vyprodukovat
- Čas potřebný k dosažení maximální síly počínaje začátkem soustředné fáze (s), což je čas, který potřebuje sportovec k dosažení maximální síly od doby kdy je nachystaný na výskok

8.4 Gyko Inertial System

Gyko inertial (viz. Obrázek 2) je měřicí nástroj pro analýzu pohybu jakékoli části těla. Obsahuje komponenty, které se používají k přesnému a opakovatelnému měření zrychlení, úhlové rychlosti a magnetického pole ve třech rozměrech. Je schopen poskytnout data, která jsou naměřena s frekvencí 1000 (Hz), což zaručuje extrémně vysoké časové rozlišení dat.

Data jsou přenášena do počítače pomocí připojení Bluetooth nebo je lze uložit na kartu MicroSD. Z naměřených dat lze pomocí pokročilých softwarových algoritmů popsat kinematiku segmentu těla, ke kterému je Gyko připevněn, a poskytnout tak dotyčné osobě souhrnné informace o kvalitě analyzovaného pohybu.

Gyko lze použít např. v kombinaci s Optojumpem Next nebo je možné jej použít i samostatně.



Obrázek 2. Měřicí přístroj Gyko, zdroj: www.gyko.it

8.5 Analýza

Výsledky byly zpracovány v počítačovém programu Microsoft Office 2010. Pro hodnocené proměnné byl vždy vypočítán průměr a směrodatná odchylka.

9 Výsledky

Tabulka 2. Výsledky explozivní síly ve vertikálním výskoku v testech CMJ a SJ

Měřené parametry	CMJ		SJ	
	M	SD	M	SD
Výška (cm)	36,96	3,81	35,12	3,51
Fmax (N/kg)	26,24	4,2	27,31	5,73
Vmax (m/s)	2,77	0,19	2,69	0,16
Time2Fmax (s)	0,13	0,11	0,26	0,19
Počet	26		26	

Vysvětlivky: M – průměr; SD směrodatná odchylka; Fmax – maximální síla před výskokem, Vmax; maximální rychlost před výskokem; Time2Fmax – čas potřebný k dosažení maximální síly počínaje začátkem soustředné fáze; CMJ – countermovement jump; SJ – squat jump

Souhrnné výsledky od jedinců ve věku 17-18let jsou prezentovány v Tabulce 2.

V testech CMJ a SJ, kde cílem bylo provést co nejvyšší vertikální výskok, lze vidět, že hráči v testech CMJ mají lepší výsledky než v SJ. Rozdíl mezi testy CMJ a SJ ve výšce byl zhruba 1 cm.

Tabulka 3. Úroveň explozivní síly v testu CMJ podle jednotlivých herních postů

CMJ Měřené parametry	Brankáři		Obránci		Záložníci		Útočníci	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
Výška (cm)	40,7	3,35	37,72	3,53	34,9	2,66	37,63	3,96
Fmax (N/kg)	24,88	1,74	24,55	1,88	27,05	5,47	27,57	3,74
Vmax (m/s)	2,85	0,12	2,75	0,12	2,74	0,22	2,82	0,19
Time2Fmax (s)	0,09	0,09	0,17	0,13	0,13	0,1	0,09	0,09
Počet	3		7		10		6	

Vysvětlivky: M – průměr; SD směrodatná odchylka; Fmax – maximální síla před výskokem, Vmax; maximální rychlost před výskokem; Time2Fmax – čas potřebný k dosažení maximální síly počínaje začátkem soustředné fáze; CMJ – countermovement jump; SJ – squat jump

Souhrnné výsledky jednotlivých pozic na hřišti jsou prezentovány v Tabulce 3 a 4.

Nejlepší výsledek v testu CMJ měli brankáři, dále obránci, útočníci a nakonec záložníci. Rozdíl ve výskoku byl až 6 cm oproti jiným pozicím, konkrétně mezi brankáři a obránci ten rozdíl byl v parametru V_{max} , kde brankáři byli schopni vyvinout větší rychlost před výskokem než obránci.

Tabulka 4. Úroveň explozivní síly v testu SJ podle jednotlivých herních postů

SJ	Brankáři		Obránci		Záložníci		Útočníci	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
Výška (cm)	38,7	2,9	36,05	3,72	33,43	2,16	35,1	3,6
F_{max} (N/kg)	25,77	4,95	26,26	3,74	28,92	4,8	26,6	8,25
V_{max} (m/s)	2,86	0,15	2,69	0,12	2,66	0,15	2,68	0,2
Time2Fmax (s)	0,26	0,03	0,24	0,18	0,2	0,13	0,37	0,26
Počet	3		7		10		6	

Vysvětlivky: M – průměr; SD směrodatná odchylka; F_{max} – maximální síla před výskokem, V_{max} ; maximální rychlost před výskokem; Time2Fmax – čas potřebný k dosažení maximální síly počínaje začátkem soustředné fáze; CMJ – countermovement jump; SJ – squat jump

Nejlepší výsledky v testu SJ dosáhli brankáři, dále pak obránci, útočníci a nakonec záložníci. U brankářů nejlepší výsledek oproti obráncům mohl být zapříčiněn parametrem V_{max} , kde brankáři byli schopni vyvinout větší rychlost před výskokem, než tomu bylo u obránců.

Tabulka 5. Porovnání explozivní síly ve vertikálním výskoku mezi hráči 17 a 18 let v testech CMJ a SJ

CMJ	17 let		18 let	
Měřené parametry	M	SD	M	SD
Výška (cm)	36,35	3,71	37,69	3,65
Fmax (N/kg)	26,05	3,43	26,41	4,76
Vmax (m/s)	2,72	0,16	2,83	0,19
Time2Fmax (s)	0,09	0,08	0,16	0,13
Počet	13		13	
SJ	17 let		18 let	
Měřené parametry	M	SD	M	SD
Výška (cm)	29,03	3,56	35,29	0,56
Fmax (N/kg)	29,03	4,6	25,44	6,01
Vmax (m/s)	2,68	0,12	2,72	0,2
Time2Fmax (s)	0,19	0,12	0,32	0,22
Počet	13		13	

Vysvětlivky: M – průměr; SD směrodatná odchylka; Fmax – maximální síla před výskokem, Vmax; maximální rychlost před výskokem; Time2Fmax – čas potřebný k dosažení maximální síly počínaje začátkem soustředné fáze; CMJ – countermovement jump; SJ – squat jump

Souhrnné výsledky v porovnání mezi 17letými a 18letými jsou prezentovány v Tabulce 5.

Při porovnání výsledků lze vidět, že 18 letí fotbalisté měli v obou testech vyšší vertikální výskoky. V testu CMJ rozdíl byl 1 cm, a v testu SJ ten rozdíl byl ještě vyšší a činil 6 cm. I když 18 letí měli delší čas potřebný k dosažení maximální síly, tak měli vyšší vertikální výskok.

10 Diskuze

Tato práce měla za cíl zjistit explozivní sílu dolních končetin ve věkové kategorii 17-18 let. K zjištění úrovně explozivní síly dolních končetin byly použity dva testy Countermovement jump a Squat jump. Nebylo známo, zda některý z hráčů je po zranění a nemohlo by to tak ovlivnit jeho výsledky ve vertikálních výskocích. Nebylo zjišťováno, zda hráči se věnují i jiným sportům krom fotbalu a jak tráví svůj volný čas. V případě, že by hráči trávili svůj volný čas aktivně popřípadě by se věnovali jiným sportům, mohlo to mít vliv na lepší výsledky. V odlišných výsledcích ve vertikálním výskoku hrál roli i věk, neboť podle Kutáče (2012) kategorie 16-17 let a 18-20 let se odlišují v hodnotách hmotnosti, tělesné výšky a také svalové hmoty.

Vzhledem k tomu, jak je rozvoj explozivní síly náročný, tak je přípravné období nejdělejší, neboť dochází ke komplexnímu rozvoji pohybových schopností. Podle Jebavého, Hojka a Kaplana (2017) se zejména zimní období využívá jako přípravné období. Pravidelně rozvíjet tento druh síly je fyzicky náročné. K rozvoji explozivní síly ve fotbale za pomoci využití plyometrické metody má své opodstatnění. Plyometrická metoda patří k velmi účinným tréninkovým prostředkům při dodržení všech možných aspektů. U fotbalistů je explozivita a odrazová síla v moderním pojetí hry velmi potřebná. Velkou výhodou u plyometrické metody je její materiální nenáročnost. Skoky a seskoky jde provádět na každém ze sportovišť. Problém může být z hlediska velkého zatížení dolních končetin, kde jsou obavy z poškození pohybového aparátu.

Z dostupných výsledků, lze vidět rozdíl mezi vertikálními výskoky provedené v testech CMJ a SJ. rozdíl činil 1 cm. to může být zapříčiněno do značné míry výchozím postavením, neboť u testu SJ je to výchozí postavení statické, zatímco u testu CMJ dochází k dynamickému přechodu do nejnižší pozice, ze které je potom výskok proveden. Když se podíváme na studii Loturco et al., (2020), kde měřili vertikální výskoky v testech CMJ a SJ, tak výsledky se shodují s námi naměřenými. Testovaní jedinci dosáhli lepších výsledků v CMJ než v SJ, a to i přes to, že jedinci testování v rámci této bakalářské práce byli o 2-3 roky mladší, než tomu bylo u sportovců ve studii Loturco et al., (2020). V této studii byl rozdíl ve výsledku v testu CMJ 5 cm oproti námi naměřenými a v testu SJ byl ten rozdíl 4 cm. Jedním z důvodů v rozdílnosti ve vertikálním výskoku může být v trénovanosti, tedy jak svěřenci často trénují, popřípadě jaká mají individuální cvičení. Svou roli také může hrát fyzická muskulatura.

Další studie, kterou provedli Jezdimirovič et al., (2013), zkoumala explozivní sílu dolních končetin u hráčů na jednotlivých pozicích na hřišti v testu CMJ. Výsledky, které byly naměřeny, se shodují s námi naměřenými výsledky, kde brankáři měli nejvyšší vertikální výskok. Výška výskoku brankářů v naší studii 40,7 cm v porovnání s 41,33 cm u jedinců měřených Jezdimirovič et al., (2013). Nejnižší vertikální výskok u záložníků v naší studii byl 34,6 cm, v porovnání se studií Jezdimirovič et al., (2013), kde nejnižší vertikální výskok byl 35,77 cm. Důvodem, proč brankáři mají lepší výsledky, oproti jiným pozicím na hřišti, může být z hlediska trénovanosti. Brankáři mají tréninky zaměřené většinou na rozvoj silových schopností, zatímco hráči jako jsou obránci, záložníci a útočníci mají tréninky zaměřené spíše na rozvoj běžeckých schopností.

Ve studii Rodríguez-Rosell et al., (2017), která se zabývala explozivní silou u 18letých fotbalistů v testu CMJ byl průměrný výskok $36,7 \pm 4,6$ cm, zatímco u naší studie výsledek byl $37,69 \pm 3,65$ cm. Rozdíl byl 1 cm. Jedním z důvodů rozdílného výsledku ve vertikálním výskoku může být trénovanost, kdy fotbalisti z uvedené studie nemusí mít stejný časový objem tréninku jako tomu může být u fotbalistů z naší studie. Další roli můžou hrát individuální tréninky, které jsou zaměřené na svalovou sílu.

11 Závěr

Výsledky v bakalářské práci ukázali, že výsledky v testech Countermovement jumpu (CMJ) jsou lepší než výsledky v testu Squat jump (SJ). Může to být zapříčiněno výchozím postavením u testů Squat jump, neboť testovaný začíná ze statické pozice. Z pohledu jednotlivých pozic měli vyšší vertikální výskok brankáři, neboť ke svému postu potřebují mít na vysoké úrovni explozivní sílu k činnostem jako je výskok pro zachycení míče nebo skok do stran. V porovnání mezi 17 a 18letými je rozdíl jak ve výškách v testu Countermovement jumpu tak také ve Squat jumpu. Můžou také mít více svalové hmoty oproti 17letým díky, které mohou dosahovat lepších výsledků.

12 Souhrn

Bakalářská práce se zabývá explozivní silou dolních končetin ve věku 17-18 let. Hlavním cílem v této práci bylo zjistit explozivní sílu dolních končetin, k tomu ji porovnat mezi jednotlivými pozicemi na hřišti a také ji porovnat mezi věkovými kategoriemi.

První část bakalářské práce seznamuje čtenáře s obecnými teoretickými věcmi z oblasti fotbalu, síly její schopností a jednotlivých druhů. Dále seznamuje čtenáře, jak je síla významná pro herní výkon u fotbalistů a také jak jí může trénovat. A také se zabývá hodnocením síly, jak jí lze hodnotit pomocí různých testů a také, že hodnocení se dělí na laboratorní a terénní testy.

V druhé části jsou prezentovány výsledky, které byly naměřeny na začátku zimní přípravy, a zde vytvořen náhled výsledků, jak si svěřenci vedli v jednotlivých testech.

13 Summary

The bachelor thesis dealt with the explosive strength of the lower limbs of 17-18 years old players. The main aim of this thesis was to determine the explosive strength of the lower limbs, to compare it between the various positions on the field and also to compare it between chosen age categories. The first part of the bachelor thesis acquainted the reader with a general theoretical background of football, the strength, its abilities and particular types. It also introduced to the reader how important the strength is for the football player's game performance and also how it could be trained. It also dealt with the evaluation of strength. Specifically, how it could be evaluated with the help of various tests. It also dealt with the evaluation division to the laboratory and field tests. In the second part are described the results that were measured at the beginning of the winter training. There is also a preview of the results of how the charges were doing in each of the tests.

14 Referenční seznam

- Bangsbo, J. (2004). *Fitness training in soccer: a scientific approach*. Reedswain Inc..
- Bastl, M., Hora, J., Jachimstál, B., Vitovský, F., Špalek, J. (2003). *Pravidla fotbalu platná od 1.7.2003*. Praha: Olympia.
- Bohannon, R. W. (2002). Quantitative testing of muscle strength: issues and practical options for the geriatric population. *Topics in Geriatric Rehabilitation, 18*(2), 1-17.
- Bompa, T., O. (1999). *Periodization training for sports*. Champaign IL: Human Kinetics.
- Bosco, C., Komi, P. V., Tihanyi, J., Fekete, G., & Apor, P. (1983). Mechanical power test and fiber composition of human leg extensor muscles. *European journal of applied physiology and occupational physiology, 51*(1), 129-135.
- Bosco, C., Luhtanen, P., & Komi, P. V. (1983). A simple method for measurement of mechanical power in jumping. *European journal of applied physiology and occupational physiology, 50*(2), 273-282.
- Botek, M., Neuls, F., Klimešová, I., & Vyhnánek, J. (2017). *Fyziologie pro tělovýchovné obory: Vybrané kapitoly, část I.* Palacky University Olomouc.
- Cometti, G., Maffiuletti, N. A., Pousson, M., Chatard, J. C., & Maffulli, N. (2001). Isokinetic strength and anaerobic power of elite, subelite and amateur French soccer players. *International journal of sports medicine, 22*(01), 45-51.
- Cerrah, A. O., Gungor, E. O., Soylu, A. R., Ertan, H., Lees, A., & Bayrak, C. (2011). Muscular activation patterns during the soccer in-step kick. *Isokinetics and Exercise Science, 19*(3), 181-190.
- Disman, M. (2000). *Jak se vyrábí sociologická znalost*. 3. vyd. Praha: Karolinum.
- Dovalil, J., Choutka, M., Svoboda, B., Hošek, V., Perič, T., Potměšil, J., & Bunc, V. (2002). *Výkon a trénink ve sportu* [Performance and training in sport]. Praha: Olympia.

- Dovalil, J. & kolektiv. (2009). *Výkon a trénink ve sportu (3. vyd.)*. Praha: Olymppia a.s.
- Fletcher, G. F., Ades, P. A., Kligfield, P., Arena, R., Balady, G. J., Bittner, V. A., ... & Williams, M. A. (2013). Exercise standards for testing and training: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*, 128(8), 873-934.
- Helgerud, J., Rodas, G., Kemi, O. J., & Hoff, J. (2011). Strength and endurance in elite football players. *International journal of sports medicine*, 32(09), 677-682.
- Hendl, J., (2016). *Kvalitativní výzkum: základní teorie, metody a aplikace*. Praha: Portál.
- Hennessy, L. C., & Watson, A. W. (1994). The interference effects of training for strength and endurance simultaneously. *J Strength Cond Res*, 8(1), 12-9.
- Hnízdil, J., & Havel, Z. (2012). *Rozvoj a diagnostika vytrvalostních schopností*. Univerzita JE Purkyně v Ústí nad Labem.
- Hoff, J. (2005). Training and testing physical capacities for elite soccer players. *Journal of sports sciences*, 23(6), 573-582.
- Hoff, J., Gran, A., & Helgerud, J. (2002). Maximal strength training improves aerobic endurance performance. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 12(5), 288-295.
- Chu, D. A., & Panariello, R. A. (1987). Jumping into plyometrics. *Strength & Conditioning Journal*, 9(2), 73-73.
- Janda, V. (1996). *Funkční svalový test*. Grada Publ., 1996.
- Janura, M. (2003). *Úvod do biomechaniky pohybového systému člověka*. Univerzita Palackého.
- Jebavý, R., Hojka, V., & Kaplan, A. (2017). *Kondiční trénink ve sportovních hrách*. Praha: Grada.

- Jezdimirović, M., Joksimović, A., Stanković, R., & Bujanj, S. (2013). Differences in the vertical jump in soccer players according to their position on the team. *Facta universitatis-series: Physical Education and Sport*, 11(3), 221-226.
- Klavora, P. (2000). Vertical-jump tests: A critical review. *Strength and Conditioning Journal*, 22(5), 70-75.
- Kovář, R., Měkota, K., Chytráčková, J., & Kohoutek, M. (1993). Manuál pro hodnocení úrovně základní motorické výkonnosti a vybraných charakteristik tělesné stavby školních dětí a mládeže ve věku od 6 do 20 roků. *Tělesná výchova mládeže*, 59(5), 3-63.
- Kutáč, P. (2012). Vývoj somatických parametrů hráčů ledního hokeje. *Česká antropologie*, 62(2), 9-14.
- Lehnert, M., Novosad, J., Neuls, F., Langer, F., & Botek, M. (2010). *Trénink kondice ve sportu*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.
- Loturco, I., Pereira, L. A., Fíler, A., Olivares-Jabalera, J., Reis, V. P., Fernandes, V., ... & Requena, B. (2020). Curve sprinting in soccer: Relationship with linear sprints and vertical jump performance. *Biology of Sport*, 37(3), 277.
- Macho, M., Koliš, J., & Panenka, A. (2003). *Zlatá kniha fotbalu: historie a současnost nejoblíbenější hry na světě*. XYZ.
- Měkota, K., & Kovář, R. (1996). *Unifittest (6-60): manuál pro hodnocení základní motorické výkonnosti a vybraných charakteristik tělesné stavby mládeže a dospělých v České republice*. Ostravská univerzita, Pedagogická fakulta.
- Měkota, K., & Blahuš, P. (1983). Motorické testy v tělesné výchově.
- Opto jump next: user manual [online]. Manual Version 1.12 [online]. 2009-2018 by Microgate S.r.l [online]. Italy: Bolzano 2018. Dostupné z: https://www.microgate.it/?fbclid=IwAR1_T6UfLJIYj39xhK3fISvRUNmp8zGy7FpMVDGsFT4VDpG2J4qTXzQ_yjI
- Psotta, R. (2006). *Fotbal-kondiční trénink*. Grada Publishing as.

- Wood, R. J. (2019). Drop Jump Test. Retrieved 29.6.2021 from <https://www.topendsports.com/testing/tests/drop-jump.htm>.
- Rodríguez-Rosell, D., Mora-Custodio, R., Franco-Márquez, F., Yáñez-García, J. M., & González-Badillo, J. J. (2017). Traditional vs. sport-specific vertical jump tests: reliability, validity, and relationship with the legs strength and sprint performance in adult and teen soccer and basketball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 31(1), 196-206.
- Shenoy, S., Mishra, P., & Sandhu, J. S. (2010). Comparison of the IEMG activity elicited during an isometric contraction using manual resistance and mechanical resistance. *Ibnosina Journal of Medicine and Biomedical Sciences*, 3(1), 9-14.
- Štilec, M. (1989). *Sportovní příprava dětí a mládeže*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 212 s.
- Jaromír, V. (2016). *Fotbal-trénink budoucích hvězd: druhé, doplněné vydání*. Grada Publishing as.
- Walker, O. Countermovement Jump (CMJ). Science for sport. [Online] Science for sport, 10. 7 2016. [Cit: 2020-05-01.] <https://www.scienceforsport.com/countermovement-jump-cmj/>.
- Walker, O. Squat Jump (SJ). Science for sport. [Online] Science for sport, 15. 10. 2017. [Cit: 2020-05-01.] <https://www.scienceforsport.com/squat-jump/>
- Wong, P. L., Chaouachi, A., Chamari, K., Dellal, A., & Wisloff, U. (2010). Effect of preseason concurrent muscular strength and high-intensity interval training in professional soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(3), 653-660.
- Zatsiorsky, V. M. (1995). *Science and Practice of Strength Training*. Human Kinetics, USA.
- Zemková, E., & Hamar, D. (2004). *Výskokový ergometer v diagnostice odrazových schopností dolných končatín*. Peem.