

Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta tělesné kultury

**ZMĚNY SÍLY U ADOLESCENTNÍCH FOTBALISTŮ V PRŮBĚHU ROČNÍHO
TRÉNINKOVÉHO CYKLU**

Diplomová práce

(magisterská)

Autor: Bc. Zuzana Xaverová, tělesná výchova a sport

Vedoucí práce: doc. PaedDr. Michal Lehnert, Dr.

Olomouc 2012

Bibliografická identifikace

Jméno a příjmení autora:	Bc. Zuzana Xaverová
Název diplomové práce:	Změny síly u adolescentních fotbalistů v průběhu ročního tréninkového cyklu
Pracoviště:	Katedra sportu
Vedoucí:	Doc. PaedDr. Michal Lehnert, Dr.
Rok obhajoby:	2012

Abstrakt: Cílem diplomové práce je posoudit dynamiku změn izokinetické síly flexorů a extenzorů kolenního kloubu a výšky vertikálního skoku u adolescentních fotbalistů v období po skončení podzimního soutěžního období, na začátku zimního přípravného období, po skončení zimního přípravného období a v průběhu jarního soutěžního období. Síla flexorů a extenzorů kolena byla měřena u hráčů SK Sigma Olomouc (n=11; průměrný věk 17,8±0,3) na izokinetickém přístroji ISOMED 2000 v úhlové rychlosti 60°/s. Výška vertikálního skoku byla měřena pomocí tenzometrické plošiny Kistler Instrumente. Výsledky Friedmanovy ANOVY ukázaly na signifikantní změny v maximálním momentu síly PT (Nm) a maximálním kontrakčním výkonu Pmax (W) u flexorů v koncentrickém režimu u dominantní dolní končetiny (DDK) a u flexorů v excentrickém režimu u DDK. Hlubší analýza pomocí Wilcoxonova párového testu potvrdila postupný nárůst v těchto parametrech. Ve výšce vertikálního skoku nedošlo k signifikantním změnám. Stagnace sledovaných parametrů síly mohla být způsobena nedostatky ve stimulaci maximální síly v přípravném období a nedostatečnou regenerací spojenou s nahromaděnou únavou. Výsledky ukazují na možné nedostatky v tréninkovém procesu sledované skupiny hráčů.

Klíčová slova: svalová síla, izokinetika, diagnostika, fotbal, adolescenti.

Souhlasím s půjčováním diplomové práce v rámci knihovních služeb.

Bibliographical identification

Author's first name and surname: Bc. Zuzana Xaverová

Title of the bachelor thesis: Changes in muscle strength of adolescent soccer players during the annual training cycle

Department: Department of Sport

Supervisor: Doc. PaedDr. Michal Lehnert, Dr.

The year of presentation: 2012

Abstract: The aim of this study is to evaluate dynamic changes in isokinetic muscle strength of the knee flexors and extensors and vertical jump performance of adolescent soccer players between periods after the autumn competitive period, at the beginning and the end of the winter preparatory period and during the spring competitive period. The strength of flexors and extensors was measured in players of SK Sigma Olomouc ($n=11$; average age $17,8\pm 0,3$) on the isokinetic dynamometer ISOMED 2000 in angular velocity $60^\circ/s$. The height of vertical jump was measured on dynamometric platform Kistler Instrumente. Friedman's ANOVA results show a significant difference in peak torque PT (Nm) and peak power Pmax (W) in flexors concentrically on dominant leg and in flexors eccentrically on dominant leg. Deeper analysis by Wilcoxon matched pairs test confirmed progressive increase in these parameters. No significant changes were found in the height of vertical jump. The stagnation of monitored strength parameters could be caused by lack of maximal strength stimulation in the preparatory period and insufficient regeneration with accumulated fatigue. The results show a possible deficiency in training process in monitored players.

Keywords: muscle strength, isokinetics, diagnostics, soccer, adolescents.

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

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracovala samostatně pod vedením doc. PaedDr. Michala Lehnerta, Dr., uvedla všechny použité literární a odborné zdroje a dodržovala zásady vědecké etiky.

V Olomouci dne 27. dubna 2012

.....

Děkuji vedoucímu práce doc. PaedDr. Michalu Lehnertovi, Dr. za pomoc, individuální přístup a cenné rady, které mi poskytl při zpracování diplomové práce. Dále děkuji RNDr. Milanu Elfmarkovi a Mgr. Zdeňku Svobodovi, Ph.D. za pomoc při zpracování statistických dat a Bc. Petru Chvojkovi za pomoc při izokinetickém měření.

V Olomouci 27. dubna 2012

OBSAH

1	ÚVOD.....	8
2	PŘEHLED POZNATKŮ.....	9
2.1	SPORTOVNÍ VÝKON VE FOTBALE	9
2.1.1	Herní výkon ve fotbale	10
2.1.2	Kondiční faktory herního výkonu ve fotbale	11
2.1.3	Síla jako složka kondice	15
2.1.3.1	Biologické determinanty svalové síly	15
2.1.3.2	Druhy síly.....	17
2.1.4	Nároky fotbalových činností na svalovou sílu	18
2.2	SPORTOVNÍ TRÉNINK VE FOTBALE	21
2.2.1	Trénink síly a jeho efekty	21
2.2.2	Periodizace sportovního tréninku.....	26
2.2.2.1	Periodizace ročního tréninkového cyklu	26
2.2.2.2	Periodizace tréninku síly.....	29
2.2.2.3	Vliv absence tréninku a redukováného tréninku síly na svalové funkce.....	30
2.2.3	Diagnostika jako součást řízení sportovního tréninku a kontroly trénovanosti ...	32
2.2.3.1	Diagnostika síly.....	32
3	CÍLE A ÚKOLY.....	38
3.1	CÍL PRÁCE.....	38
3.2	ÚKOLY PRÁCE.....	38
4	METODIKA	39
4.1	CHARAKTERISTIKA SOUBORU	39
4.2	POSTUP MĚŘENÍ.....	39
4.3	TRÉNINKOVÉ ZATÍŽENÍ HRÁČŮ.....	41
4.4	ZPRACOVÁNÍ DAT.....	44
5	VÝSLEDKY	45
5.1	DYNAMIKA ZMĚN IZOKINETICKÉ SÍLY	45
5.1.1	Maximální moment síly (PT).....	45
5.1.2	Maximální kontrakční výkon (Pmax).....	48
5.2	DYNAMIKA ZMĚN VÝŠKY VERTIKÁLNÍHO SKOKU	52
5.3	VYJÁDRĚNÍ K VÝZKUMNÝM OTÁZKÁM	53

6	DISKUSE.....	54
7	ZÁVĚRY.....	62
8	SOUHRN	63
9	SUMMARY	64
10	REFERENČNÍ SEZNAM.....	65
11	PŘÍLOHY	73

1 ÚVOD

Během posledních desítek let nastaly významné změny ve světovém sportu, které měly bezprostřední vliv na evoluci v tréninkovém procesu. K progresu vede neustálé zvyšování počtu soutěží, vysoká finanční motivace pro hráče na vrcholové úrovni, bližší spolupráce mezi trenéry i zavedení moderních sportovních technologií a tréninkových metod (Issurin, 2010). Je zřejmé, že všechny uvedené změny se odráží v tréninkové přípravě a tedy i v samotném herním výkonu hráče fotbalu.

Fotbalové utkání klade vysoké požadavky na kondiční faktory tělesné výkonnosti. Dle Psotty, Bunce, Mahrové, Nestchera a Novákové (2006) se nejzřetelnější změny z hlediska kondičních aspektů týkají rychlostně silových projevů v herním výkonu. Svalová síla dolních končetin ovlivňuje specifické fotbalové činnosti jako běh, výskoky, změny směru, osobní souboje a kop do míče. Proto je svalová síla flexorů a extenzorů kolenního kloubu považována za jeden z nejdůležitějších faktorů kondice hráče (Lehance, Binet, Bury, & Croiser, 2009; Schmid & Alejo, 2002). Aby bylo možné stanovit optimální silové zatížení, vhodné prostředky a metody tréninku síly, je třeba využít diagnostiky. K diagnostice síly dolních končetin ve fotbale se nejčastěji využívá terénního nebo laboratorního testování vertikálních skoků (Psotta et al., 2006).

Diplomová práce posuzuje dynamiku změn izokinetické svalové síly flexorů a extenzorů kolenního kloubu a změn výšky vertikálního skoku na dynamografické desce u adolescentních vrcholových fotbalistů v průběhu ročního tréninkového cyklu.

Téma diplomové práce pro mě bylo lákavé, protože užití izokinetické dynamometrie jako diagnostického a rehabilitačního prostředku není v České republice zatím příliš běžné. Jediné pracoviště, kde lze využít izokinetického přístroje ISOMED 2000 je právě Fakulta tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci. V jeho využívání vidím velký potenciál v oblasti hodnocení efektivnosti sportovního tréninku, náchylnosti ke zranění a v oblasti rehabilitace po ortopedickém zranění či operaci. Izokinetická dynamometrie je doménou především zahraničních vědeckých studií, a proto bych chtěla využít této příležitosti a přispět ke stále přibývajícimu povědomí o izokinetice jako takové i v ČR.

2 PŘEHLED POZNATKŮ

2.1 SPORTOVNÍ VÝKON VE FOTBALE

„Sport je nesmírně důležitý fenomén obecně pojatého života v jednadvacátém století“ (Hogenová, 2005, 29). Se sportem je bezprostředně spjat výkon, na kterém je jeho podstata založena a bez jehož akceptování by vrcholový sport ztratil smysl (Hodaň, 2005). Ve výkonnostním a vrcholovém sportu je tedy maximální výkon nejvyšším cílem (Lehnert, Novosad, Neuls, Langer, & Botek, 2010).

Problematikou sportovního výkonu se v současnosti zabývá řada světových i domácích publikací. Neustále dochází k progresu v oblasti přírodních, sociálních věd i věd o pohybu člověka. Aplikované a speciální vědy přinášejí stále nové poznatky a pomáhají proniknout do samotné podstaty výkonu.

Sportovní výkony jsou realizovány ve specifických pohybových činnostech. Jejich obsahem je řešení úkolů, které jsou vymezeny pravidly příslušného sportu, a v nichž sportovec usiluje o maximální uplatnění výkonových předpokladů. Základem vysokého výkonu je dokonalá koordinace provedení, tedy komplexní integrovaný projev mnoha tělesných a psychických funkcí člověka, které jsou podpořeny maximální výkonovou motivací (Dovalil et al., 2009). Podle autorů (2009, 18) je třeba sportovní výkon a jeho změny „...chápat jako výsledek mnohaletého působení nejrůznějších vlivů“. Mezi tyto vlivy patří genetické dispozice, prostředí a záměrný sportovní trénink.

Ke sportovnímu výkonu je třeba přistupovat systémově, zachytit celkovou strukturu podmínek i jejich vzájemnou interakci (Hohmann, Lames, & Letzelter, 2010; Dovalil et al., 2009). Dovalil et al. (2009, 60) označují sportovní výkon jako „integrální produkt systému“. Autoři strukturu sportovního výkonu chápou jako komplex složený z dílčích vzájemně propojených částí. Sportovní výkon je charakterizován počtem i optimálním uspořádáním faktorů. Pokud některý z faktorů chybí nebo je oslaben, dosažený výkon je pak nižší. Tyto faktory můžeme rozlišit na somatické (konstituční), kondiční, technické, taktické a psychické (Dovalil et al.; Hohmann et al., 2010).

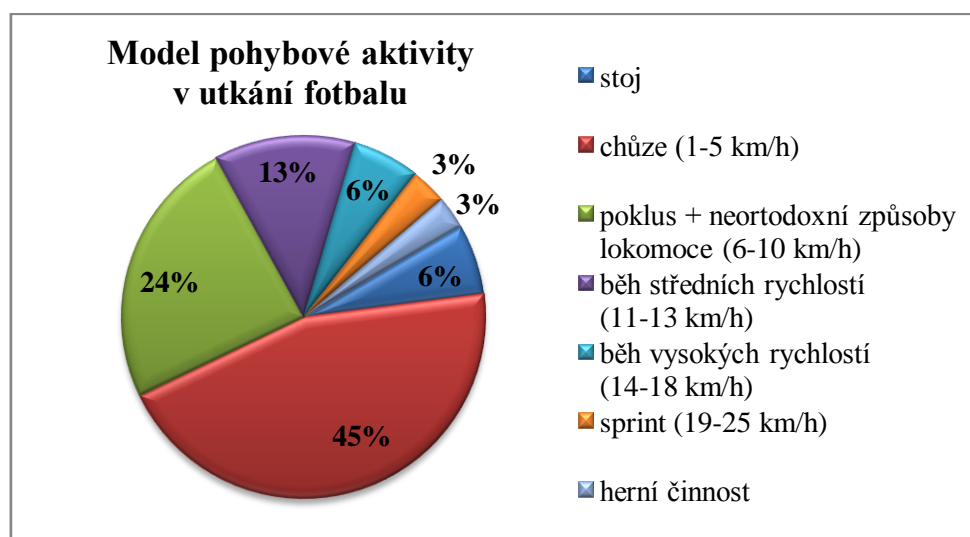
Vzhledem k zaměření diplomové práce se budeme v následujícím textu podrobněji zabývat faktory kondičními.

2.1.1 Herní výkon ve fotbale

Fotbal je týmová sportovní hra, která se řadí do invazivních, brankových, sportovních her, kde je hlavním úkolem ve stanoveném čase dopravit míč vícekrát do branky než soupeř (Süss, 2005).

Sportovní výkon ve fotbale podmiňují situační a dispoziční faktory. Situační faktory jsou dány vnějšími podmínkami a jejich proměnlivostí. Dispoziční faktory určují předpoklad hráče k hernímu výkonu. Těmito předpoklady rozumíme úroveň pohybových schopností a herních dovedností, kvalitu řídicí činnosti CNS, psychické procesy a osobnostní i somatické charakteristiky (Votík, 2005).

Dobrá a Semiginovský (1988), Votík (2005) a Süss (2006) rozlišují ve sportovních hrách, a tedy i ve fotbale, individuální herní výkon (IHV) a týmový herní výkon (THV). IHV se navenek projevuje jako herní činnost jednotlivce. „Většinu herních činností jednotlivce lze dále rozdělit na jednotlivé dovednosti, které v celkovém provedení na sebe navazují, a výkon v předcházející dovednosti ovlivňuje výkon v dovednosti následující. Tyto dovednosti, vytvářející herní činnost jednotlivce, nazýváme herními dovednostmi...“ (Süss, 2006, 39). Herní dovednosti jsou podmíněny bioenergetickými, biomechanickými a psychickými determinanty představující subjektivní předpoklady IHV. IHV je ovlivněn požadavky na hráče a deformačními faktory (Dobrá & Semiginovský).



Obrázek 1. Procentuální zastoupení jednotlivých typů pohybové činnosti u adolescentních fotbalistů během utkání (Psotta, 2003, upraveno)

Herní výkon jednotlivce v utkání je tvořen řadou pohybových činností, jako je např. stoj, chůze, běh různých rychlostí a způsobů, činnosti s míčem, ale i vysoce intenzivní činnosti jako jsou běžecké sprinty, výskoky a souboje o míč (Obrázek 1; Tabulka 1). Intenzita nebo typ činnosti se mění v průměru každou pátou až šestou sekundu. Za dominantní pohybovou činnost je však považován běh různých rychlostí a chůze. Činnost s míčem je prováděna pouze po souhrnnou dobu 1-3 min (Psotta, 2003; Psotta et al., 2006).

Tabulka 1. Herní činnosti jednotlivce během fotbalového utkání, tréninku a za fotbalovou sezónu (Luhtanen, 2003, upraveno)

Herní činnost	Během utkání		Během tréninku		Celkem
	1 utkání	1 sezóny	1 tréninku	1 sezóny	
	počet	počet	počet	počet	počet
Přihrávky	35	2 100	100	22 000	~ 24 000
Běh s míčem	7	420	50	11 000	~ 11 500
Hra hlavou	6	360	15	3 300	~ 3 700
Střely	1	60	10	2 200	~ 2 300
Souboje	7	420	15	3 300	~ 3 800
Výskoky	9	540	15	3 300	~ 3 800
Otočení	7	420	30	6 600	~ 7 000

2.1.2 Kondiční faktory herního výkonu ve fotbale

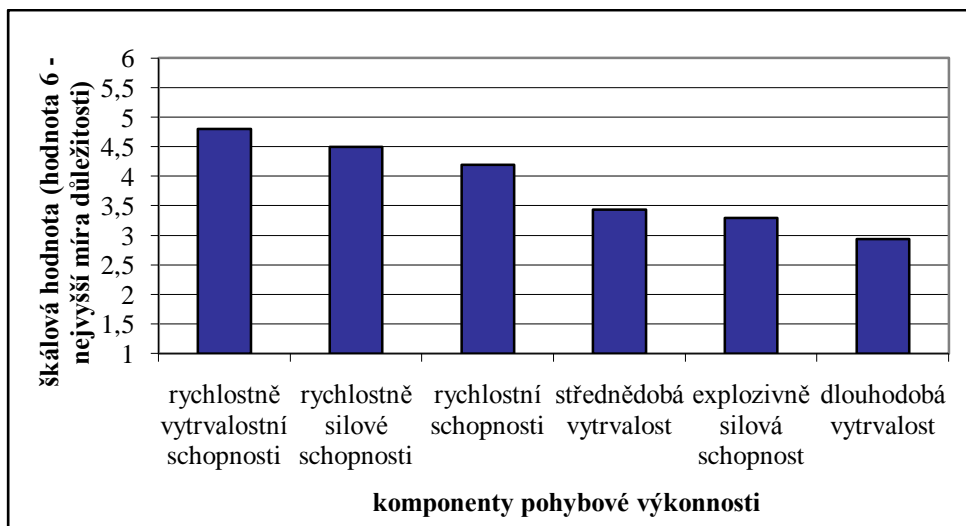
Kondiční faktory společně se somatickými (konstituce) jsou rozhodujícími faktory pro sportovní výkon (Hohmann et al., 2010). Lehnert (2007, 121) upozorňuje na fakt, že chápání pojmu kondice ve sportu je nejednotné a kondici definuje jako „...energetický, funkční a pohybový potenciál sportovce determinovaný kondičními motorickými schopnostmi, který je nezbytný pro realizaci techniky a taktiky při podávání sportovního výkonu a pro vyrovnání se s požadavky tréninkového a soutěžního zatěžování“. Většina autorů (Dovalil et al., 2009; Lehnert et al., 2010) rozděluje kondici na obecnou a speciální, zatímco Lehnert (2007) navrhuje dělení na kondici specifickou a nespecifickou.

Kondiční schopnosti dále Dovalil et al. (2009) dělí podle fyzikálních charakteristik, které v pohybovém projevu převažují (síla svalové kontrakce, rychlost pohybu, trvání pohybu) na pohybové schopnosti silové, rychlostní a vytrvalostní (Dovalil et al.).

Fotbal má intermitentní (střídavý) pohybový charakter, kdy dochází ke střídání pohybového zatížení. Běh vysoké až maximální rychlosti (trvajících 30-90 sekund) se střídá s běhy ve středních rychlostech (trvajících 3-6 s) nebo s intervaly činnosti nižší intenzity – stoj, chůze, poklus, běh v nižších rychlostech (trvajících do 10 s). Intervaly nižší intenzity převažují nad intervaly běhu ve vysokých a maximálních rychlostech a mají zotavný charakter (Psotta, 2003; Psotta et al., 2006). Jednotlivé činnosti se střídají až 10-15krát za minutu (Ekblom, 2003). Hráč fotbalu na vrcholové úrovni naběhne 10-11 km během 90minutového utkání, brankář 4 km (Ekblom; Stolen, Chamari, Castagna, & Wisloff, 2005).

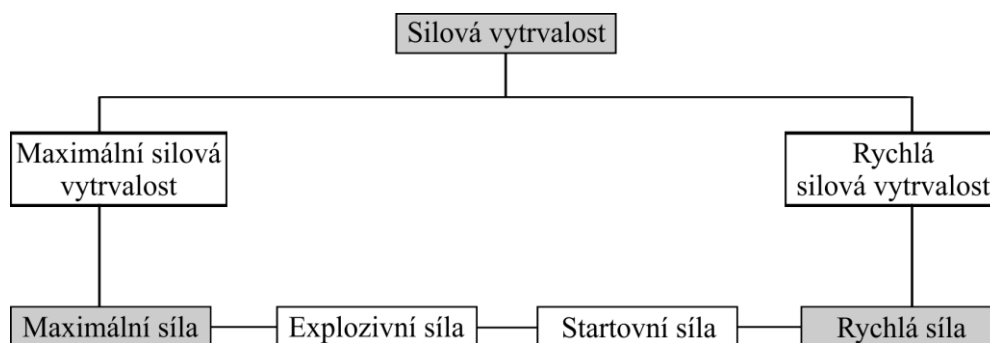
„Průměrná spotřeba kyslíku (VO_2) v průběhu utkání činí 70-75 % maximální spotřeby kyslíku (VO_{2max}) hráče a odpovídá intenzitě zatížení 5-10 % pod anaerobním prahem...“ (Psotta et al., 2006, 16). Autoři však uvádí, že vyšší hodnota maximální spotřeby není vzhledem ke střídavému charakteru hry výhodou. Při činnostech vyšší až maximální intenzity jsou energetické nároky hrazeny současně aerobním i anaerobním způsobem. Při činnostech, jako jsou běh vpřed ve středních a vyšších rychlostech, specifických způsobech běžecké lokomoce (běh vzad a cval stranou) a herní činnosti s míčem, se podíl aerobního metabolismu na energetické krytí zvyšuje. Energeticky náročnější je běh s míčem než bez míče ve stejné rychlosti z důvodu vyšší frekvence kroků při zkrácené délce, která se přizpůsobuje manipulačním dotykům do míče (Psotta et al.).

Fotbal nevyžaduje co možná nejvyšší úroveň aerobní výkonnosti danou aerobní kapacitou a maximálním aerobním výkonem. Maximální spotřeba kyslíku VO_{2max} je u hráčů fotbalu podobná jako u jedinců, kteří jsou adaptováni na rychlostně silové, resp. rychlostně vytrvalostní výkony (běžci-sprinteři) a nižší než u jedinců adaptovaných na vytrvalostní výkony. Nároky jsou kladeny na rychlostně silový výkon (maximální anaerobní výkon), schopnost zotavení po akutním zatížení a anaerobní kapacitu. (Psotta et al., 2006). Fotbal klade vysoké požadavky na pohyblivost a flexibilitu (Ekblom, 2003; Nováková & Psotta, 2002). Za hlavní komponenty pohybové výkonnosti hráče fotbalu je považována pohybová rychlost (startovní a akcelerační), explozivní svalová síla a maximální aerobní výkon (Psotta et al.). Názory trenérů na míru důležitosti jednotlivých komponent pohybové výkonnosti znázorňuje Obrázek 2.



Obrázek 2. Názor trenérů A-licence (n=116) na míru důležitosti jednotlivých komponent pohybové výkonnosti pro herní fotbalový výkon (Psotta & Ungr, 2003, upraveno).

Weineck (1996) pro srovnání za nejdůležitější silové schopnosti považuje rychlou sílu, maximální sílu a silovou vytrvalost. Od uvedených sil odvozuje jejich smíšené formy, a to maximální silovou vytrvalost, rychlou silovou vytrvalost, explozivní sílu a startovní sílu (Obrázek 3).



Obrázek 3. Komplex silových schopností z hlediska potřeb fotbalu (Weineck, 1996, upraveno)

Nároky s ohledem na hráčské funkce

Každá hráčská funkce má své specifické požadavky (Bompa, 1999; Clark, 2008; Psotta, 2003; Psotta et al., 2006). Nároky na silový rozvoj s ohledem na hráčské funkce znázorňuje Tabulka 2.

Středoví hráči jsou adaptováni vyšší aerobní výkonností (Ekblom, 2003; Psotta, 2003, Psotta et al., 2006). Ve srovnání s obránci a útočníky jsou na ně kladeny vyšší nároky na běžeckou práci, protože se zapojují v útočné i obranné části hry. Jejich běžecká aktivita ve středních a vyšších rychlostech je zvýšená a mají menší prostor pro odpočinek. Během utkání stráví kratší celkovou dobu ve stoji a chůzi než obránci a útočníci. Zotavování probíhá především v poklusu. Maximální rychlost je podobná či nižší ve srovnání s obránci nebo útočníky (Psotta; Psotta et al.).

Na útočníka jsou kladeny vyšší nároky při vykonávání běžeckých sprintů (o 40-45 % vyšší než u středových hráčů; 15-60 % vyšší než u obránců). Pohybová aktivita během utkání mezi obránci a útočníky se příliš neliší (Psotta et al., 2006).

Pro brankáře je důležitá prostorová orientace a výskok pro míč. Doba nečinnosti se střídá s náhlými aktivitami vysokého zatížení (Clark, 2008). Na brankáře jsou kladeny největší nároky na explozivní sílu (Nováková & Psotta, 2002).

Tabulka 2. Nároky na silový rozvoj s ohledem na hráčské funkce (Bompa, 1999, upraveno)

Obránci	Reaktivní síla, akcelerace, decelerace
Středový hráč	Akcelerace, decelerace, střednědobá svalová vytrvalost
Útočník	Akcelerace, decelerace, reaktivní síla

Nároky s ohledem na věk

Vzhledem k zaměření práce považuji za vhodné srovnat nároky herního výkonu adolescentních fotbalistů s fotbalisty dospělými.

V současnosti je nedostatečný počet studií zaměřených na pohybovou aktivitu a fyziologické zatížení u adolescentních fotbalistů (Psotta, 2003). Autor se na danou

problematiku zaměřil observační analýzou a získané hodnoty srovnal s elitními dospělými hráči.

Objem lokomoční aktivity v průběhu utkání je nižší. Adolescenti mají nižší úroveň funkčních kapacit, rychlostně-silových schopností nebo nižší mechanickou účinnost běhu. Aerobní výkonnost hodnocena $VO_2\text{max}$ a spotřebou kyslíku je podobná. Adolescenti mají nižší běžeckou rychlost určenou průměrnou rychlostí běhu v akcelerační fázi sprintu (22 vs. 30 km/h), což ukazuje na nižší rychlostně silové schopnosti (Psotta, 2003). Ekblom (2003) uvádí, že uběhnutá vzdálenost během utkání se příliš neliší od dospělých hráčů. V pokročilejší fázi utkání je pro výkon hráčů charakteristický pokles pohybové aktivity bez ohledu na věk (Psotta et al., 2006).

2.1.3 Síla jako složka kondice

Síla je podstatnou součástí sportovního výkonu v každém sportovním odvětví, i když síla může mít pro výkon jen podpůrnou roli (Bompa, 1999; Lehnert et al., 2010). Silové schopnosti jsou často „...považovány za rozhodující schopnosti člověka, bez kterých by se ostatní pohybové schopnosti nemohly projevit“ (Votík, 2005, 145). Lehnert et al. (2010, 18) definují sílu jako „...schopnost překonávat, udržovat nebo brzdit odpor svalovou kontrakcí při dynamickém nebo statickém režimu svalové činnosti“.

2.1.3.1 Biologické determinanty svalové síly

Základem sportovních pohybů je specifický rozvoj a způsob fungování kosterního svalstva. Kosterní sval je složen ze svazků svalových vláken, která vyvíjí potřebnou sílu k pohybu těla. Svalová síla je funkčně dána stažlivostí svalu a projevuje se formou maximálního napětí nebo maximální rychlosti svalového stahu. Svalová kontrakce je odpovědí na nervový vzruch a je rozhodující pro vznik síly (Hohmann et al., 2010; Lehnert et al., 2010).

Faktory svalové síly

Svalová síla je ovlivněna řadou faktorů. Každý faktor se v jednotlivých sportech uplatňuje jinou měrou. Jsou ovlivněny geneticky, věkem, úrovní techniky, psychikou a dobou trénování (Perič & Dovalil, 2010). Lehnert et al. (2010) a Psotta et al. (2006) mezi hlavní faktory ovlivňující schopnost vyvinout sílu řadí množství svalové hmoty, nitrosvalovou (intramuskulární) a mezisvalovou (intermuskulární) koordinaci, zásobu a mobilizaci energetických zdrojů, reflexní děje a elasticitu svalů a šlach, optimalizaci aktivační úrovně centrální nervové soustavy a zvládnutí techniky.

Typy svalových vláken

Kosterní sval je složen z několika typů svalových vláken. Podle rychlosti kontrakce, velikosti vyvinuté síly a prahu unavitelnosti se rozlišují tři hlavní typy svalových vláken – pomalá svalová vlákna (typ I), rychlá červená vlákna (typ IIa), rychlá bílá vlákna (typ IIb) (Ekblom, 2003; Fleck & Kraemer, 1987; Hohmann et al., 2010; Janura, 2004; Willmore, Costill, & Kenney, 2008). Základní vlastnosti jednotlivých typů vláken jsou uvedeny v Tabulce 3.

Tabulka 3. Typy svalových vláken (Ekblom, 2003; Hohmann, 2010; Janura, 2004, upraveno)

	TYP I <i>ST, SO</i>	TYP IIa <i>FTO, FOG</i>	TYP IIb <i>FTG, FG</i>
Rychlost kontrakce	pomalá	rychlá	rychlá
Vyvinutá svalová síla	relativně malá	velká	velká
Odolnost proti únavě	velká	relativně velká	malá

Vysvětlivky: Slow-twitch (ST), Slow-oxidative (SO), Fast-twitch oxidative (FTO), Fast-oxidative glycolytic (FOG), Fast-twitch glycolytic (FTG), Fast-glycolytic (FG)

Zastoupení svalových vláken je rozdílné u jednotlivých sportovních disciplín. Poměr rychlých svalových vláken a pomalých svalových vláken je geneticky podmíněn a obecně je 1 : 1. Pomocí tréninku lze tento poměr změnit až na 1 : 9. Přeměna rychlých svalových vláken

(FG a FOG) na pomalá svalová vlákna (SO) je snadněji dosažitelná než přeměna pomalých svalových vláken na rychlá (Bompa, 1999; Hohmann et al., 2010; Ratamess, 2008).

Dospělí fotbalisté mají vyšší relativní zastoupení rychlých (FG a FOG) svalových vláken, a to 40-60 % ve čtyřhlavém svalu stehenním a 40-50 % ve dvojhlavém svalu lýtkovém, což jsou vyšší hodnoty než u vytrvalostních sportovců. Podíl vlastních rychlých glykolytických svalových vláken (FG) je nižší než u jedinců trénovaných na rychlostně silové výkony (sprinteři). U fotbalistů převažuje spíše vyšší podíl přechodových oxidativně glykolytických vláken (FOG) (Psotta et al., 2006).

Druhy svalové kontrakce

Většina autorů rozlišuje vzhledem k délce a změně napětí svalu svalovou kontrakci na dynamickou a statickou (Hohmann et al., 2010; Lehnert et al., 2010; Perič & Dovalil, 2010). Bompa (1999) rozlišuje tři hlavní typy svalové kontrakce – izotonickou, izometrickou a izokinetickou. Dovalil et al. (2009) poukazuje na špatné označení dynamické kontrakce jako izotonické, předpokládající konstantní svalové napětí. Lehnert et al. izokinetickou kontrakci řadí pod dynamickou svalovou kontrakci, s čímž se ztotožňují. Při statické (izometrické) kontrakci se zvyšuje napětí ve svalu, zatímco jeho délka zůstává stejná. Označuje se jako udržující svalová kontrakce. Při dynamické kontrakci mění sval svou délku. Při takovém typu svalové činnosti můžeme dále rozlišit kontrakci koncentrickou, excentrickou, plyometrickou a izokinetickou (Lehnert et al.).

Ve fotbale je téměř každý pohyb, jako je zahájení pohybu, zastavení, výskoky, manipulace s míčem, střelba na bránu, aj. kombinací koncentrické, statické a excentrické svalové kontrakce. Posturální svaly vykonávají statickou funkci při udržování rovnováhy těla a zpevnění příslušných segmentů těla při běžecké lokomoci a manipulaci s míčem (Psotta, 2006).

2.1.3.2 Druhy síly

Podle vnějšího projevu (velikost překonaného odporu, rychlost svalové akce, trvání pohybů a jejich opakování) a způsobu uvolňování energie při svalové činnosti lze rozlišit

jednotlivé druhy síly (Hohmann et al., 2010; Lehnert et al., 2010). Stupeň vzájemné závislosti jednotlivých sil je různý, musí však tvořit optimální spojení podle požadavků závodní disciplíny (Lehnert et al.).

Jako základní svalový potenciál bývá označována maximální síla (Lehnert et al., 2010). Psotta et al. (2006, 93) maximální sílu nazývá absolutní a definuje ji jako „...způsoblost svalu vyvinout sílu proti maximálnímu odporu, který lze ještě překonat v jedné kontrakci či v jednom opakování pohybu“.

Hohmann et al. (2010) poukazuje na jistou závislost maximální a rychlé síly, která je o to menší, o co menší je vnější odpor. Rychlou sílu lze dále rozlišit na startovní a explozivní (výbušnou) sílu (Hohmann et al.; Lehnert et al., 2010). Startovní síla je charakterizována pohybem v co nejvyšší rychlosti a v nejkratším čase. Explozivní síla je schopnost vyvinout maximální zrychlení v co nejkratším čase v závěrečné fázi pohybu (Lehnert et al.; Psotta et al., 2006).

Reaktivní síla je schopnost využít excentrické svalové kontrakce k posílení koncentrické kontrakce. Velikost reaktivní síly je závislá na maximální síle, rychlé síle a elasticitě svalu (Hohmann et al., 2010; Lehnert et al., 2010).

Silová vytrvalost je schopnost trvale a opakovaně překonávat pohybový odpor, který musí představovat alespoň 30 % maximální síly (Hohmann et al., 2010). Jedná se o schopnost odolávat únavě při dlouhodobém silovém výkonu (Lehnert et al., 2010).

2.1.4 Nároky fotbalových činností na svalovou sílu

Jednotlivé pohybové schopnosti neexistují izolovaně, ale jsou vždy součástí určité pohybové reakce. Svalová síla je uplatněna u ostatních pohybových činností a schopností (Schmid & Alejo, 2002). Úroveň svalové síly ovlivňuje rychlost, vytrvalost, vertikální skok, sílu kopu, osobní souboje, startovní sílu, sílu horní poloviny těla, zvyšuje odolnost vůči stresovým faktorům a snižuje riziko vzniku úrazu (Schmid & Alejo; Tourny-Chollet, Leroy, Léger, & Beuret-Blanquart, 2000).

Existuje významná korelace maximální síly dolních končetin a explozivní síly a maximální síly a běžecké rychlosti (Hoff, 2005; Newman, Tarpennig, & Marino, 2004; Stolen et al., 2005; Wisloff, Castagna, Helgerud, Jones, & Hoff, 2004).

Na hráče fotbalu jsou kladené vysoké nároky na dynamickou sílu extenzorů kolena (čtyřhlavý sval stehenní, tzv. quadricepsy), flexorů kolena (dvouhlavý sval stehenní, tzv. hamstringy) a trojhlavého svalu lýtkového (Bompa, 1999; Psotta et al., 2006). Uvedené svaly jsou důležité pro akceleraci, kdy kontrahují koncentricky. V deceleraci kontrahují excentricky (Bompa, 1999). Důležitou determinantou pro provedení kopu je svalová síla flexorů v kyčelním kloubu a extenzorů v kolenním kloubu (Cerrah et al., 2011; Psotta et al.). Flexory kolenního kloubu kontrolují běžeckou lokomoci a stabilizují kolenní kloub při změně směru (Cometti, Maffiuletti, Pousson, Chatard, & Maffuli, 2001; Lehance et al., 2009).

Síla a rychlost běhu

Vývojové tendence současného fotbalu poukazují na zvýšené tempo utkání, což se projevuje zvyšováním podílu běhu ve vysokých až maximálních rychlostech. „Relativně nejdůležitější komponentou běžecké rychlosti hráče je startovní rychlost (do 5 m) a běžecká akcelerace (do 30 m)“ (Psotta et al., 2006, 40). Při běžeckém startu se uplatňuje explozivní síla. Nejvyšší nároky na produkci svalové síly a mechanického výkonu produkující dolní končetiny se objevují v prvních dvou sekundách sprintu – první tři až pět kroků, tedy ve fázi počáteční akcelerace. Při zvyšování rychlosti běhu se tyto nároky snižují, neboť se využívá získané hybnosti těla (Psotta et al.).

Téměř každá běžecká činnost je spojená se zahájením změny směru nebo prudkým zastavením, kde se projevují brzdivé silové impulsy rychlé síly (Weineck, 1996). V průběhu decelerace je důležitá brzdivá síla, aby hráč při změně směru ztratil co nejmenší rychlost a byl následně schopen ihned zrychlit do jiného směru (Bompa, 1999). „Pro rychlost startu a akcelerace je klíčové zaujetí optimální polohy, při níž je hráč schopen maximálně využít své rychlostně silové schopnosti“ (Psotta et al., 2006, 125).

Síla a vytrvalost

Silová vytrvalost podmiňuje celkovou produkci svalové síly za utkání (Psotta et al., 2006). „Dostatečná úroveň rychlostně silové vytrvalosti hráči fotbalu umožňuje rychlostně silově reagovat po delší dobu...“ (Weineck, 1996, 18). Hráč musí být schopen zopakovat herní činnost i několikrát během utkání, jako je např. odehrání hlavou ve výskoku (Bompa, 1999).

Síla a výskok

Na hráče fotbalu jsou kladeny vysoké požadavky na schopnost vyvinout sílu při vysokých rychlostech. Výška výskoku a běžecká rychlost závisí více na explozivní síle než na maximální síle (Psotta et al., 2006). Nováková a Psotta (2002, 25) upozorňují, že „...explozivní schopnosti dolních končetin mají těsnější vztah k hernímu výkonu než jiné komponenty tělesné výkonnosti“. Ve výskoku se projevují zrychlující silové impulsy rychlé síly (Weineck, 1996). Na kvalitu odrazu poukazuje síla, rychlost a technika odrazu. Při dopadu po výskoku je zásadní zachovat rovnováhu tak, aby hráči byli schopni ihned pokračovat ve hře. Reaktivní síla se uplatňuje při odrazu, při výskoku a při rychlé změně směru (Bompa, 1999).

Síla a prevence zranění

Lehnert et al. (2010) uvádí, že mezi základní úkoly tréninku síly patří i prevence zranění. Malý, Zahálka, Malá, Gryc a Hráský (2010, 149) upozorňují že, „...nerovnováha indikátorů svalové síly má svou vnitřní podstatu, která se projevuje ve vnějším projevu a v případě výrazných asymetrií zvyšuje pravděpodobnost výskytu svalového zranění...“.

Na základě uvedených informací lze konstatovat, že nároky fotbalových činností na svalovou sílu jsou vysoké. Pro hráče fotbalu má značný význam nejen jejich rozvoj a udržování potřebné úrovně z hlediska herního výkonu, ale i prevence zranění. Trénink síly ve sportovním tréninku má proto, dle mého názoru, své nezastupitelné místo a je třeba mu věnovat zvýšenou pozornost.

2.2 SPORTOVNÍ TRÉNINK VE FOTBALE

Sportovní trénink je třeba chápat jako systém, který je charakterizován jako „...účelné, na základě určitých principů zdůvodněné uspořádání obsahu, prostředků a metod tréninku...“ (Dovalil et al. 2009, 79). Pravidla daného sportu určují pohybový úkol, který vymezuje zaměření žádoucí adaptace. V důsledku tréninku jednotlivých faktorů sportovního tréninku dochází tedy k dílčím adaptačním změnám v organismu, které se postupně propojují a zpevňují. S úrovní trénovanosti vzrůstá i míra shody mezi požadavky výkonu a jejich odrazem v organismu i osobnosti sportovce (Dovalil et al.).

Klíčovými problémy optimalizace sportovního tréninku jsou hledání optimálního časování tréninku a zotavení, optimální intenzity zatížení a trvání tréninkové jednotky, optimálního poměru mezi použitým objemem tréninku a kvalitou a trvání regenerace (Stejskal, 2002).

Součástí sportovního tréninku je technická, taktická, kondiční a psychologická složka (Perič & Dovalil, 2010). Vzhledem k tématu diplomové práce se budeme nadále věnovat kondičnímu tréninku, konkrétně tréninku síly.

2.2.1 Trénink síly a jeho efekty

Trénink síly patří k základním součástem kondičního tréninku, jehož cílem je vytvořit optimální silový potenciál pro podání sportovního výkonu (Lehnert et al., 2010).

V současné době se o problematiku tréninku síly a její aspekty zajímá mnoho českých (Dovalil et al., 2009; Lehnert et al., 2010; Psotta et al., 2006) i zahraničních autorů (Bompa, 1999; Ekblom, 2003; Fleck & Kraemer, 1987; Hoff & Helgerud, 2004; Smith & Bruce-Low, 2005; Willmore et al., 2008).

Bompa (1999), Fleck a Kraemer (1987) a Willmore et al. (2008) se zabývali principy tréninku síly. Jako hlavní můžeme uvést princip individuality, princip specifčnosti, princip periodizace, princip reverzibility, apod. Problematika periodizace a reverzibility, tzv. detrainingu, bude řešena v následujících kapitolách.

Důležitá je specifická cvičení (Bompa, 1999; Fleck & Kraemer, 1987; Lehnert, 2007; Psotta et al., 2006; Schmid & Alejo, 2002; Willmore et al., 2008). Úroveň mechanického výkonu ve specifické činnosti, jako je výskok nebo první kroky při běžeckém startu, je více závislá na specifické svalové síle. Závisí na specifickém průběhu práce svalů a náboru svalových vláken uvnitř svalů v průběhu realizace specifického pohybového aktu. Základní svalová síla na výkon svalů ve specifických činnostech má svá omezení (Psotta et al.).

Trénink síly vyvolává dva mechanismy adaptací – svalové adaptace (hypertrofie, zvýšený obsah kreatinfosfátu a glykogenu) a neurální adaptace (zvýšené zapojení motorických jednotek a jejich aktivace) (Mujika & Padilla, 2000b). Optimální je zaměření na oba typy, zpočátku na trénink svalové hypertrofie a pak na neurální adaptace (Metaxas, Koutlianos, Sendelides, & Mandroukas, 2009).

Trénink síly zvyšuje výkon ve fotbale, a proto by měl být součástí každého tréninku (Hoff & Helgerud, 2004; Smith & Bruce-Low, 2005).

Samotný pravidelný trénink a utkání mohou být u adolescentů pro zvýšení svalové síly dostačující. Avšak Christou et al. (2006) došli k závěru, že pokud je k pravidelnému tréninku přidán navíc i trénink síly, zlepšuje se maximální síla, výška ve vertikálním skoku a rychlost běhu na 30 m. Pokud je trénink správně zkoncipován a řízen, je dokázáno, že pro adolescenty je bezpečný a efektivní (Christou et al.).

Psotta et al. (2006) charakterizuje úkoly tréninku svalové síly u hráčů fotbalu:

- udržení nebo rozvoj způsobilosti nervosvalového systému rychle vyvíjet svalovou sílu ve specifických fotbalových činnostech,
- prevence před zraněním,
- udržení způsobilosti svalů zpevňovat kloubní spojení ve specifických činnostech s funkcí ochrany kloubů a účelný přenos sil při provádění dynamických činností,
- udržení svalů trupu a horních končetin v optimálním funkčním stavu, které se výrazně na výkonu nepodílejí, ale spoluvytváří podmínky pro jejich provedení,
- optimalizace úrovně základních silových předpokladů po snížení trénovanosti (inaktivitě).

Trénink svalové síly u hráčů fotbalu Psotta et al. (2006) rozlišují na tři typy: funkční a základní trénink svalové síly a trénink svalové vytrvalosti.

1. Funkční trénink svalové síly u fotbalistů

Funkční trénink učí sportovce ovládat tělo ve všech rovinách pohybu. Důležitá je znalost pohybů vykonávaných při vlastní sportovní činnosti, proto se primárně zaměřuje na pohyby, ne na svaly, které jej realizují (Lehnert, 2007).

Funkční trénink podněcuje svalovou sílu, která se spojuje s realizací specifických fotbalových činností – běžecká lokomoce, souboje, výskoky, při střelbě a vhazování. Tréninkovým efektem je zvýšení úrovně specifické i základní síly (Psotta et al., 2006).

V souvislosti s funkčním tréninkem považuji za nutné objasnit trénink síly „*jádra těla*“ (*core training*). Stabilní jádro tvořené hlubokými břišními svaly, bederními svaly, abduktory a rotátory kyčle a stabilizátory lopatky má vliv na kontrolu pohybu, tedy koordinovanou činnost končetin. Tyto oblasti jsou důležité pro produkci síly, umožňují transfer energie z velkých svalových skupin na menší a transfer silových účinků z dolní části těla na horní. Mají vliv na držení těla a polohu vnitřních orgánů. Uplatňují se při akceleracích, rychlých pohybech se změnou směru, úderech, hodech, chytání, dopadech, pádech a nečekaných situacích. Pomocí statických i dynamických cvičení dochází ke zlepšení stabilizace páteře a pánve. Cvičení jsou zpočátku nenáročná, s překonáváním odporu vlastního těla (Lehnert et al., 2010). Zejména mladší hráči fotbalu by měli postupovat od trupu směrem ke končetinám, zanedbání v této vývojové etapě zvyšuje riziko zranění (Bompa, 1999).

2. Základní trénink svalové síly u fotbalistů

Tento druh tréninku je zaměřený na udržování, případně rozvoj základních nervosvalových a morfologických předpokladů pro výkon svalových skupin důležitých pro herní výkon. Používá se hmotnosti vlastního těla i vnějších odporů (posilovací stroje, břemena nebo pružné předměty). Tato cvičení jsou méně specifická ve vztahu k fotbalovým činnostem v utkání. Zahrnuje trénink statické síly i dynamické koncentrické síly v nižších i vyšších kontrakčních rychlostech. Excentrickou brzdivou sílu dolních končetin pomocí velkých odporů není nutné u hráčů fotbalu rozvíjet, protože tato způsobilost je udržována samotným specifickým tréninkem (Psotta et al., 2006).

3. *Trénink svalové vytrvalosti u fotbalistů*

Aerobní svalovou vytrvalost není třeba rozvíjet specifickými cvičeními, samotný pravidelný trénink a utkání k udržení a rozvoji postačuje. Větší důraz by měl být kladen na anaerobní vytrvalost svalů dolních končetin a anaerobní statickou vytrvalost svalů trupu (Psotta et al., 2006).

Ve fotbale na vrcholové úrovni dochází ke zkracování přípravného období. V této souvislosti se objevuje termín souběžný vytrvalostní a silový trénink (concurrent training), který se v posledních letech stal předmětem výzkumných studií (Bompa, 1999; Hoff, 2005; Hoff, Gran, & Helgerud, 2002; Helgerud, Rodas, Kemi & Hoff, 2011; Henessy & Watson, 1994; Wong, Chaouachi, Chamari, Dellal, & Wisloff, 2010).

Souběžný vytrvalostní trénink společně s běžným fotbalovým tréninkem zlepšuje fyzickou kondici hráče navýšením maximální spotřeby kyslíku (Helgerud et al., 2011). Trénink maximální síly s důrazem na neurální adaptace zlepšuje sílu a aerobní vytrvalostní výkon zlepšením ekonomiky běhu (Hoff et al., 2002). Ke zlepšení běžecké ekonomiky, běžeckého sprintu i výskoku Hoff (2005) doporučuje trénink síly využívající vysoké zátěže při malém počtu opakování (podřepy, 4 série, 4 opakování) s důrazem na maximální produkci síly ve fázi koncentrické kontrakce a zvýšení zátěže po každém tréninku. Maximální silový trénink zaměřený na nervové adaptace zlepšil u fotbalových hráčů ekonomiku běhu o 4,7 % a opakovací maximum (OM) v podřepch o 33 % (Hoff & Helgerud in Helgerud et al., 2011). Ke zlepšení aerobní vytrvalosti a explozivní síly přispívá intervalový běh vysoké intenzity souběžně s tréninkem síly vysoké intenzity (Wong et al., 2010).

Naproti tomu na základě uskutečněných studií Botek et al. (2010) usuzují, že souběžné zaměření na trénink síly, rychlosti a vytrvalosti je částečně kontraproduktivní a nevede k významným zlepšením v kondici hráčů fotbalu.

Henessy a Watson (1994) ve svém výzkumu došli k závěrům, že samostatný trénink síly způsobil nárůsty síly, zlepšení ve vertikálním skoku a běžeckém sprintu, zatímco úroveň aerobního vytrvalostního výkonu zůstala zachována. Souběžný trénink síly a vytrvalosti zlepšil aerobní vytrvalostní výkon a způsobil nárůst síly, ale nezlepšil výkon ve vertikálním skoku a běžeckém sprintu (Henessy & Watson).

Metody tréninku síly

Pro zvyšování sportovní výkonnosti se využívá množství tréninkových metod, jejich druhů i kombinací. Jednotlivé metody tréninku síly se od sebe odlišují tzv. metodotvornými činiteli – velikostí odporu, počtem opakování cvičení, dobou trvání intervalu odpočinku a druhem a rychlostí svalové činnosti. Každá z metod vyvolává specifické nervosvalové adaptace a ovlivňuje vždy část silového spektra (Campos et al., 2002; Fleck & Kraemer, 1987; Lehnert et al., 2010).

Ve fotbale je k tréninku síly nejčastěji využíváno metody opakovaných úsilí, rychlostně silové metody, metody kruhového tréninku, plyometrické metody a izometrické metody (Psotta et al., 2006; Schmid & Alejo, 2002; Votík, 2005; Weineck, 1996).

Hoff a Helgerud (2004) upřednostňují pro hráče fotbalu rychlostně silovou metodu před tradiční metodou opakovaného úsilí jako efektivnější pro zlepšení všech aspektů svalových funkcí. Smith a Bruce-Low (2005) však tento názor kritizují a navíc poukazují na zvýšené riziko zranění. Rychlostně silová metoda je vhodná pro rozvoj explozivní síly (Psotta et al., 2006; Votík, 2005). Zlepšuje se nitrosvalová a mezisvalová koordinace (Lehnert et al. 2010). Metoda opakovaných úsilí rozvíjí spíše absolutní sílu s relativně menšími efekty na úroveň explozivní síly (Psotta et al.). Může mít vliv i na rozvoj vytrvalostní síly, záleží na hmotnosti břemene a počtu opakování. Dlouhodobá aplikace vede k nárůstu svalové hmoty (hypertrofii). Zlepšuje se nervosvalová koordinace (Lehnert et al.; Votík).

Tréninkovým efektem kruhového tréninku je maximální síla na základě hypertrofie svalů při základním rozvoji síly a silová vytrvalost. Existuje řada modifikací, kdy intenzita zatížení bývá střední až submaximální (Lehnert et al.). Kruhový trénink může být proveden v posilovně, kdy dochází ke střídání cvičení svalů dolních končetin a horní části těla (Psotta et al., 2006).

Za jednu z neefektivnějších metod na rozvoj explozivní síly je považována plyometrická metoda (Lehnert et al., 2010). V tréninku se používají pohyby, které jsou velmi podobné až totožné s činnostmi v utkání a ve kterých je využit odpor vlastního těla. Při plyometrických cvičeních síla zahrnuje vertikální i horizontální složku. Plyometrický trénink lze aplikovat s různými nároky na velikost síly (Psotta et al., 2006). Tréninkovým efektem je rozvoj rychlé a reaktivní síly. Významná je i prevence zranění hlavně při prudkém brzdění pohybu (Lehnert

et al.). Schmid a Alejo (2002) dodávají, že se podílí i na zlepšení rychlosti sprintu a rovnováhy.

Trénink statické síly společně s tréninkem koncentrické síly v nižších rychlostech je významný pro svaly trupu, kdy je třeba udržet vhodné napětí pro optimální držení těla, udržení rovnováhy a zpevnění segmentů těla pro efektivní přenos hybných sil při provádění běžecké lokomoce a herní činnosti (Psotta et al., 2006). Cvičení je třeba provádět v několika úhlech, aby byl přenos přírůstku síly uplatněn i do sportovních výkonů, kde převládají dynamické pohyby. Zvyšuje se maximální síla díky nitrosvalové koordinaci a dochází k hypertrofii (Lehnert et al., 2010).

2.2.2 Periodizace sportovního tréninku

Při zachování stejné stavby tréninku po celý roční tréninkový cyklus by ke zlepšení výkonu došlo pouze v počátečních fázích přípravy. Pak už by následovala jenom stabilizace svalové i výkonnostní úrovně (Fleck & Kraemer, 1987; Zatsiorski & Kraemer, 2006). „Sportovci si nemohou dovolit plýtvat časem na aktivity, které nevedou k vyšší sportovní výkonnosti“ (Willmore et al., 2008, 218). Proto je třeba měnit adaptační podněty v průběhu ročního tréninkového cyklu, aby bylo dosaženo optimálního herního výkonu v soutěžním období (Fleck & Kraemer; Willmore et al.; Zatsiorski & Kraemer). Periodizace umožňuje omezit následky nahromaděné únavy a vyhnout se tak přetížení a syndromu přetrénování (Schmid & Alejo, 2002; Willmore et al.).

Periodizace je tvořena dvěma základními komponentami, a to periodizací ročního tréninkového cyklu a periodizací tréninku síly (Bompa, 1999).

2.2.2.1 Periodizace ročního tréninkového cyklu

Issurin (2010) poukazuje na rozvoj v oblasti mezinárodního sportu a sportovní vědy. Tento progres měl vliv na tréninkový proces a vznesl požadavky, které tradiční model periodizace nemohl plnit. Mezi příklady lze uvést zvýšený počet soutěží, bližší spolupráci trenérů nebo zavedení sportovních technologií a tréninkových metod. Limita, která se postupně objevovala v tradičním modelu, vedla k vytvoření nového alternativního modelu

periodizace založeného na systému tzv. bloků. Issurin poukazuje na mnohé studie, které zjistily, že stavba ročního tréninkového plánu dle zásad tradiční periodizace vedla k dramatické redukci tělesné netukové složky, maximální síly a příslušných svalových skupin, maximálního anaerobního výkonu a dokonce maximální rychlosti. Autor je však názoru, že tradiční koncept periodizace je reálný pro mladé hráče a hráče na nižší než vrcholové úrovni, jejichž soutěžní období je relativně krátké.

Podle principu periodizace je makrocycklus (např. roční tréninkový cyklus) rozdělen do dvou nebo do tří mezocyklů s různou intenzitou, objemem a specifícností zatížení. Každý mezocyklus je rozdělen do přípravného, soutěžního a přechodného období (Lehnert et al., 2010; Willmore et al., 2008). Mezocyklus je složen z několika mikrocyklů, kdy každý trvá obvykle 1 týden. Mikrocykly vytváří specifické bloky – úvodní, rozvíjící, stabilizační, kontrolní, vyladovací, soutěžní a zotavný. Jednotlivé bloky pomáhají dodržovat dlouhodobější záměry plynoucí z cyklů vyššího řádu, kombinují se podle aktuálního stavu výkonnostní kapacity sportovce a soutěžního programu. Základní a hlavní organizační formou tréninku je tréninková jednotka (Dovalil et al., 2009; Lehnert et al.).

Ve fotbale se soutěžní období prodlužuje a přípravné zkracuje (Helgerud et al., 2011). Spousta odborníků zaměřených na týmové sporty proto nahradila tradiční termíny jako přípravné, soutěžní a přechodné období sportovně-specifickými termíny „preseason“ (přípravné období), „in-season“ (hlavní, soutěžní období) a „off-season“ (přechodné období) (Issurin, 2010; Schmid & Alejo, 2002).

Pro Českou republiku je charakteristický zdvojený roční tréninkový cyklus (Tabulka 4).

Tabulka 4. Plán zdvojeného ročního tréninkového cyklu v České republice (Votík, 2005, upraveno)

Letní přípravné období	Podzimní hlavní období	Zimní přechodné období	Zimní přípravné období	Jarní hlavní období	Letní přechodné období
červenec – srpen	srpen – listopad	prosinec – leden	leden – březen	březen – červen	červen – červenec
4-8 týdnů	13-15 týdnů	4-6 týdnů	10-12 týdnů	13-15 týdnů	2-4 týdny

1. Přípravné období (preseason)

Všechny uvedené zásady tréninku platí pro letní i zimní přípravné období, ale v letním období probíhají v kratším časovém úseku (Votík, 2005).

Přípravné období je zaměřeno na všechny složky základní kondice fotbalisty. Důraz je kladen na celkovou sílu, zlepšení kardiovaskulárního systému, rychlosti a agility (Schmid & Alejo, 2002).

V tréninku síly by měl core training předcházet tréninku síly horních a dolních končetin (Bompa, 1999). Základní trénink na rozvoj síly celého těla a trénink svalové vytrvalosti je využíván v první fázi přípravného období, později jsou doplňkovým tréninkem k funkčnímu tréninku a fotbalovému tréninku (Psotta, 2006). Vyžívá se velkého objemu a nižší intenzity, která umožní získat základ pro vyšší zatížení v pozdějších fázích tréninkového cyklu. Trénink síly je doporučen dvakrát týdně se zaměřením na dolní i horní polovinu těla (Schmid & Alejo, 2002).

Častější zařazování tréninku aerobní svalové vytrvalosti formou kruhového tréninku nemá velké opodstatnění, protože samotný pravidelný trénink zahrnuje dostatečné množství stimulů tohoto typu. Efektivní je plyometrický trénink, který obsahuje zvyšování objemu i intenzity plyometrických cvičení (Psotta et al., 2006). V prvních týdnech se plyometrická cvičení nevyužívají kvůli nedostatku svalového základu. Předčasné zařazení by mohlo vést ke zranění (Schmid & Alejo, 2002).

Nedílnou součástí přípravného období je vyladovací mikrocyklus (tapering) (Votík, 2005; Weiss, Coney, & Clark, 2003; Willmore et al., 2008). Trvá posledních 7-10 dní přípravného období (Votík). Willmore et al. upozorňují na nedostatek informací o vlivu vyladovacího cyklu v týmových sportech. Charakteristickým znakem vyladovacího cyklu je snížený objem i intenzita tréninkových cvičení, které vedou ke zvýšení maximální síly, explozivní síly i výkonnostní kapacity. Dochází k obnově energetických rezerv po předchozím intenzivním tréninku. Důraz je kladen na odstranění psychického napětí (Mujika & Padilla, 2000a; Willmore et al.).

2. Hlavní (soutěžní) období (in-season)

Hlavním cílem kondičního tréninku je zachovat úroveň kondice získané v předchozích obdobích (Schmid & Alejo, 2002). Úroveň základní síly se udržuje běžným fotbalovým tréninkem. Ve specifických činnostech se síla může dokonce navýšit (Psotta et al., 2006). Na konci soutěžního období se však může objevit pokles v explozivní síle (Bompa, 1999). Schmid a Alejo proto doporučují zařazovat trénink síly k zamezení silových ztrát během sezóny. Autoři navrhují plyometrická cvičení při nízkém objemu prováděná explozivně dvakrát týdně.

3. Přejídné období (off-season)

Hlavním cílem je psychický odpočinek a regenerace před začátkem následujícího přípravného období (Schmid & Alejo, 2002).

Charakteristickým rysem je záměrná redukce (o 60-70 %) specifického fotbalového tréninku. Pohybová činnost je zaměřena na antagonistické, stabilizační svaly a kompenzační cvičení. Fotbalisté by se měli soustředit na horní polovinu těla (Bompa, 1999). Využívá se základního tréninku svalové síly pro udržení přiměřené úrovně svalové síly (Psotta et al., 2006). V tomto období může dojít ke ztrátě získaných svalových i neurálních adaptací. Je doporučena nízkointenzivní nesespecifická aktivita, jako např. volejbal, běh, tenis, plavání apod. (Schmid & Alejo, 2002; Metaxas et al., 2009). Úroveň trénovanosti by se neměla významně snížit. Mladí hráči by měli nové období začínat na vyšší úrovni než v předcházejícím období (Bompa; Smith, 2003).

2.2.2.2 Periodizace tréninku síly

Periodizace tréninku síly má specifické na sebe navazující tréninkové fáze (Bompa, 1999; Fleck & Kraemer, 1987; Willmore et al. 2008). První fáze je charakteristická vysokým objemem (počet opakování a sérií) a nízkou intenzitou. Během dalších tří fází se objem snižuje a intenzita zvyšuje. Pak následuje fáze aktivního odpočinku. Každá z prvních 4 fází zdůrazňuje jiný druh svalové síly. Bompa charakterizuje jednotlivé fáze:

1) Fáze anatomických adaptací (Anatomical adaptation phase)

Hlavním cílem této fáze je příprava svalů, vazů, šlach a kloubů pro následné fáze. Trénink síly zahrnuje core training zaměřený na celkovou přípravu. Délka fáze závisí na délce přípravného období, ale u mladých sportovců by měla být 8-10 týdnů.

2) Fáze maximální síly (Maximum strength phase)

Hlavním cílem v této fázi je vyvinout co nejvyšší možnou úroveň maximální síly. Každý druh síly je ovlivněn úrovní maximální síly. Délka pro hráče fotbalu je 6-9 týdnů, u mladších kategorií méně.

3) Fáze přeměny (Conversion phase)

Hlavním cílem je přeměnit získaná maxima svalové síly na sílu potřebnou pro specifické kombinace síly pro fotbal, např. explozivní sílu (4-5 týdnů) a silovou vytrvalost (6-8 týdnů).

4) Fáze udržení (Maintenance phase)

Hlavním cílem této fáze je zachovat úroveň síly dosažené v předchozích obdobích. Pokud není udržena maximální síla, dojde u hráčů k poklesu fyziologických adaptací, který se odrazí v úrovni explozivní síly i svalové vytrvalosti.

5) Přejídná fáze (Transition phase)

Hlavním cílem je odstranění únavy, psychická regenerace a obnova energetických zdrojů snížením objemu i intenzity. Přejídná fáze by neměla být delší než 4-6 týdnů nebo dojde k poklesu fyziologických adaptací.

2.2.2.3 Vliv absence tréninku a redukováného tréninku síly na svalové funkce

Pravidelný kondiční trénink může být narušen v hlavním a přejídném období (Bompa, 1999). Narušením rozumíme snížení frekvence, objemu nebo intenzity tréninkových cvičení, což vede k poklesu fyziologických adaptací. Důvodem narušení tréninkového plánu může být i zranění, nemoc nebo cestování za soutěží (Mujika & Padilla, 2000a, 2000b, 2001).

Tento fenomén je znám jako tzv. detraining (Bompa, 1999; Fleck & Kraemer, 1987; Mujika & Padilla, 2000a, 2000b, 2001; Ratamess, 2008). Detraining je částečná nebo úplná

ztráta tréninkem vyvolaných anatomických, fyziologických a výkonnostních adaptačních změn, která je následkem redukce tréninkových stimulů nebo úplného přerušení tréninku. Princip reverzibility je principem detrainingu. Detraining lze rozdělit z hlediska jeho trvání na krátkodobý a dlouhodobý. Krátkodobý je vymezen délkou čtyř týdnů, neboť obvykle stejně trvá i přechodné období. Dlouhodobý detraining je pak vymezen více jak čtyřmi týdny nedostačujícího tréninkového stimulu (Mujika & Padilla, 2000a, 2000b).

Detraining má vliv na změny v kardiopulmonálním, metabolickém, svalovém a hormonálním systému (Mujika & Padilla, 2000a, 2000b). Následky detrainingu se nejprve projevují v neurálních adaptacích a později i ve svalové atrofii (Rattamess, 2008; Mujika & Padilla, 2000a). Svalová atrofie je doprovázena ztrátou maximální síly, explozivní síly i svalové vytrvalosti (Willmore et al., 2008). Pomalá svalová vlákna (ST, SO) ztrácí schopnost produkovat sílu dříve než rychlá svalová vlákna (FT, FG). Svalová atrofie se objevuje u obou typů, ale u rychlých svalových vláken je změna pomalejší. Během prvního týdne lze ztratit 3-4 % svalové síly za den. Nejprve je ovlivněna rychlost (Bompa, 1999).

Negace dopadu detrainingu na fyziologické adaptace a výkonnost

Svalové adaptace jsou déle udržitelné pomocí redukovaného tréninku nebo jinými alternativními formami tréninku jako je tzv. cross-training. Redukovaný trénink je charakterizován snížením objemu o 60-90 % a zachované intenzitě tréninkových cvičení. Snížení počtu tréninkových jednotek by mělo být pozvolnější (u vrcholových sportovců ne více jak o 20-30 %, u méně trénovaných jedinců o 50 %). Za alternativní formy tréninku, které pomáhají udržet svalové adaptace je považován tzv. cross-training, který spočívá v zařazení jiných nespecifických aktivit. Trénink je využíván při běžném tréninku, především pak v průběhu zotavných procesů ze sportovních zranění a během přestávky mezi dvěma tréninkovými obdobími. Vrcholoví sportovci by se měli zaměřit na specifická cvičení, zatímco méně trénovaným jedincům mohou postačovat i nespecifická cvičení (Fleck & Kraemer, 1987; Mujika & Padilla, 2000b).

2.2.3 Diagnostika jako součást řízení sportovního tréninku a kontroly trénovanosti

Důležitým znakem sportovního tréninku je jeho řízení (Lehnert, 2007). „Řízením sportovního tréninku se chápou vědomé, racionální a zdůvodněné pokyny a zásahy do tréninku“ (Dovalil et al., 2009, 225). Je uskutečňováno prostřednictvím plánování a evidence tréninku, kontrolou trénovanosti a vyhodnocováním tréninku, které dohromady tvoří celek. Řízení je znehodnocené, pokud některý článek chybí, protože se tak stává samoúčelným (Dovalil et al.). Účinné řízení dle autorů zahrnuje:

- diagnostiku aktuálního stavu trénovanosti sportovce (družstva),
- tvorbu plánovaného cílového modelu stavu trénovanosti sportovce (družstva),
- stanovení systému tréninkových vlivů a jejich evidence,
- systematickou kontrolu změn v průběhu tréninkové činnosti a posouzení účinků zvoleného tréninku.

Stav trénovanosti se mění v čase a lze ho záměrně ovlivňovat. Pro dosažení změn trénovanosti je při racionálním řízení tréninku stěžejní zhodnocení druhu a velikosti zatížení. Jedná se především o zkoumání vztahů mezi tréninkovým zatížením a adaptačními změnami v různých cyklech tréninku. O změnu výchozího (průběžného) stavu trénovanosti do nového žádoucího stavu usilujeme na základě diagnostiky (Dovalil et al., 2009). Řízení sportovního tréninku vychází ze systémového přístupu. V oblasti sportovního výkonu musí být proto diagnostika zaměřena v první řadě na jeho rozhodující faktory (Lehnert, 2007).

Vzhledem k zaměření práce se dále věnujeme diagnostice síly.

2.2.3.1 Diagnostika síly

Diagnostikování síly se uplatňuje při stanovení úrovně jednotlivých svalových skupin a druhů síly. Na základě diagnostiky lze vybrat vhodné prostředky a metody tréninku a stanovit optimální silové zatížení (Lehnert et al., 2010).

K hodnocení silových schopností se využívá mnoho způsobů jejího hodnocení. Je nutné vybírat takové testy, které jsou dostatečně citlivé pro zachycení změn výkonnosti sportovce vzhledem ke specifčnosti tréninku (Lehnert et al., 2010). Psotta et al. (2006) dodává, že test

by měl být spolehlivý, platný a objektivní. Autoři zdůrazňují proveditelnost a hospodárnost testu. Podle místa provedení lze odlišit zátěžovou diagnostiku na terénní a laboratorní (Lehnert et al.; Morrow, Jackson, Disch, & Mood, 2005; Psotta et al.). Současným trendem je kombinace obou uvedených metod (Psotta et al.).

Terénní testy pro diagnostiku síly zahrnují úkony s vnějším odporem nebo překonávání odporu vlastního těla. Indikátorem výkonu je počet opakování, čas výdrže, výška nebo délka skoku, apod. Využívá se nejčastěji posilovacích strojů nebo činek, příkladem silových cvičení je bench press nebo dřep (Lehnert et al., 2010; Morrow et al., 2005).

Laboratorní testy pro diagnostiku síly zahrnují většinou biomechanická měření, ve kterých je testována statická i dynamická síla formou dynamometrie (Tabulka 5). Výstupními hodnotami jsou vykonaná práce, výkon a moment síly při izometrické, excentrické, koncentrické i izokinetické svalové kontrakci (Lehnert et al., 2010; Morrow et al., 2005).

Tabulka 5. Režimy testování síly (Heyward, 2006, upraveno)

Testovací režim	Vybavení	Měřená hodnota
Statický režim	Izometrická dynamometrie, tensometrie, siloměr	Maximální volní kontrakce (kg)
Dynamický režim		
Konstantní odpor	Činky (jednoruční, dvouruční) a posilovací stroje	1 opakovací maximum (OP)
Proměnlivý odpor	Posilovací stroje	Nepoužitelná pro daný případ
Izokinetický režim	Izokinetické stroje	Peak torque (Nm)

Při testování statické síly je hlavním úkolem vyvinout maximální sílu proti pevnému odporu. Z výstupních hodnot lze stanovit úroveň rychlé síly, startovní a explozivní síly a velikost rychlostně silového indexu (maximální síla/čas). Pro testování rychlé a reaktivní síly je využíváno tenzometrické plošiny, při které je získána hodnota měřené síly, čas dosažení maxima síly a další charakteristiky (Lehnert et al., 2010).

Při testování dynamické síly je využíváno proměnlivých a konstantních odporů, což vyžaduje speciálně konstruované stroje. Místo působení odporu a místo aplikace síly je spojeno pomocí pák, převodníků a kladek. Dynamické testování využívající konstantního odporu je omezeno při měření maximální síly. Tento handicap je překonán měřením s využitím izokinetických dynamometrů (Heyward, 2006; Lehnert et al., 2010; Morrow et al., 2005).

Diagnostika síly dolních končetin ve fotbale s využitím izokinetické dynamometrie

V současné době zařazuje testování tělesné výkonnosti hráčů fotbalu do tréninkového programu (ať již pravidelně nebo občas) 71 % českých trenérů na úrovni A licence (Psotta a Ungr, 2002). Kromě diagnostiky síly pomocí izokinetické dynamometrie se ve fotbale k hodnocení síly dolních končetin využívá testu výskoku z místa na dynamografické desce, testu čtyřskoku z nohy na nohu, testu explozivní síly při kopu a testu explozivní síly při vhazování (Psotta et al., 2006).

Izokinetické přístroje fungují na principu přednastavené rychlosti a proměnlivého odporu, který odpovídá změnám v síle vyvíjené svaly v jednotlivých úhlech pohybu. Umožňují tedy, aby rychlost konaného pohybu byla v průběhu testu kontrolována. Proband je v kontaktu s ramenem páky a jakékoliv zvýšení svalové síly způsobí zvýšení odporu. Běžně se využívá úhlová rychlost (PAV - present angular velocity) 30°/s a její násobky (60°/s, 90°/s, ..., 300°/s). Úhlová rychlost testu je dána rychlostí ramene páky distálního segmentu (Dvir, 2004; Heyward, 2006; Chan & Maffuli, 1996; Morrow et al., 2005).

Izokinetická dynamometrie se používá téměř výhradně k měření velikosti volní svalové kontrakce, ve které hrají velkou roli kromě fyziologických a mechanických faktorů i faktory psychologické ve smyslu motivace probanda k vynaložení maximálního úsilí (Dvir, 2004). Měření může být uskutečněno izometricky v různých úhlových pozicích a izokineticky (koncentricky a excentricky) s velkým rozsahem úhlových rychlostí. Ve většině případů se provádí koncentrická kontrakce, v excentrickém režimu nebyla prokázána tak vysoká reliabilita (Chan & Maffuli, 1996; Kannus, 1994).

Výsledný testový profil je využíván k předpovědi náchylnosti ke zranění, v rehabilitačních programech pro pacienty zotavující se po ortopedickém zranění či operaci, ve sportovním tréninku pro určování efektivnosti a specifčnosti tréninku, a ve výzkumech

v oblasti vědy o sportu. Izokinetická dynamometrie je využívána pro měření síly horních, dolních končetin a trupu, téměř ve všech možných kloubních spojeních (Dvir, 2004; Chan & Mafulli, 1996; Morrow et al. 2005).

Dle Dvira (2004) a Heywarda (2006) poskytují izokinetické přístroje přesné a spolehlivé posouzení síly, vykonaného výkonu a práce svalových skupin. Izokinetické měření považuje Dvir za objektivní, měření poskytuje vysokou reliabilitu a standardizaci testů. Výhodou nových izokinetických přístrojů je, že umožňují měřit i explozivní sílu (the rate of torque production) a svalovou vytrvalost (Kannus, 1994).

Kannus (1994) však upozorňuje, že izokinetické parametry mají nedostatek důkazů validity, reprodukovatelnosti a/nebo klinické důležitosti. Smith a Bruce-Low (2005) validitu izokinetických měření také zpochybňují. Dále kritici izokinetické dynamometrie argumentují, že izokinetický pohyb je sportovně nespecifický. Relativně pomalé pohyby prováděné konstantní úhlovou rychlostí jsou velmi vzdálené od sportovních pohybů prováděných naopak vysokou a nekonstantní rychlostí. Navíc při izokinetickém pohybu se jedná o pohyb většinou v jednom kloubu, ve sportu jsou pohyby prováděny obvykle více klouby (Dvir, 2004; Kannus). Protože jsou izokinetické testy považovány za nespecifické, mnoho autorů izokinetické testování srovnává se specifickými funkčními testy (Morrow, 2005). Předmětem zájmu mnoha studií se staly korelace mezi izokinetickou silou flexorů a extenzorů kolenního kloubu s různými druhy skoků (Iossifidou, Baltzopoulos, & Giakas, 2005; Malliou, Ispirlidis, Beneka, Taxildaris, & Godolias, 2003), silou kopu (Anthrakidis, Skoufas, Lazaridis, & Zaggelidis, 2008) a rychlostí odkopnutého míče (Cerrah et al., 2011), sprinty na krátké vzdálenosti (Cometti et al., 2001; Cotte & Chatard, 2011; Newman et al., 2004).

Moment síly (torque) je rotační složka vektoru síly, která je produkována jedním svalem nebo svalovou skupinou určitého kloubu. Hodnota momentu síly může být určena jako hodnota maximálního momentu síly (peak torque - dále PT) nebo jako hodnota průměrného momentu síly (average torque - AT). PT je nejvyšší silový výkon kloubu vyprodukovaný svalovou kontrakcí při pohybu končetiny přes ROM (range of motion). Moment síly generován svalem je roven násobku délky ramene a hodnoty síly naměřené snímači dynamometru a hmotností končetiny. Také se provádí gravitační korekce. Hmotnost končetiny na začátku měření určí dynamometr. Velikost síly zjištěné pomocí snímače dynamometru je nepřímou úměrnou vzdálenosti mezi osou otáčení kloubu a místem účinku síly. Důležitá je standardizace umístění snímače dynamometru u každého probanda (Dvir 2004;

Chan & Maffuli, 1996; Kannus, 1994). Dvir upozorňuje, že nedodržení standardizace může vést k odchylce až 5 %.

Pokud se rychlost pohybu zvyšuje, dochází u koncentrické kontrakce ke snížení PT vyvíjeného svalovou skupinou (Dvir, 2004; Lehance et al., 2009; Malý et al., 2010; Tourny-Chollet et al., 2000). V případě excentrické kontrakce se PT nejdříve zvyšuje, při vyšších rychlostech zůstává stabilní nebo klesá (Brown, 2000; Dvir). Se stoupající rychlostí se PT snižuje u extenzorů i flexorů (Malý et al.). Podle Kannuse (1994) je PT nejvíce studovaný izokinetický testovaný silový parametr a jeho užití může být doporučeno pro výzkumné a klinické účely.

Kontrakční práce (contraction work) je definována jako svalová síla působící po určité dráze a kontrakční výkon (contraction power) jako množství vyprodukované práce za jednotku času. Grafické znázornění svalového výkonu poskytuje křivka momentu síly vzhledem k poloze (MAP = moment angular position). Čas pro dosažení maximálního momentu síly (peak time nebo T_{max}) je využíván k posouzení úrovně explozivita na základě intervalu mezi zahájením pohybu a dosažením maximálního momentu síly (Brown, 2000; Dvir, 2004; Chan & Maffuli, 1996).

Izokinetické testování poskytuje přesné hodnocení rovnováhy svalové síly (Brown, 2000; Dvir, 2004). Poměr H/Q (hamstring/quadriceps) zaznamenaný během koncentrické kontrakce je jeden z nejdůležitějších parametrů využívaný pro hodnocení rizika výskytu zranění (Grygorowicz, Kubacki, Pilis, Gieremek, & Rzepka, 2010).

Izokinetická síla je citlivá na změny síly způsobené tréninkem síly ve fotbale (Brown, 2000). Různé aspekty síly a výkonu dolních končetin ve fotbale jsou často testovány izokinetickým testováním kolenního kloubu a testem vertikálního skoku (Iossifidou et al., 2005).

Z výše uvedeného mi vyplývá, že periodizace tréninku síly ve fotbale je problematickou záležitostí. Ve skladbě tréninku je totiž třeba měnit adaptační podněty v průběhu ročního tréninkového cyklu takovým způsobem, aby bylo dosaženo optimálního herního výkonu v soutěžním období. Současně je třeba zabránit poklesu fyziologických adaptací a vlivu detrainingu. K tomu, aby bylo možné stanovit optimální silové zatížení, vhodné prostředky a metody tréninku síly, je třeba využít diagnostiky. Jako jeden z vhodných prostředků

k hodnocení efektivnosti tréninku síly dolních končetin ve fotbale se mi jeví izokinetická dynamometrie.

3 CÍLE A ÚKOLY

3.1 CÍL PRÁCE

Cílem diplomové práce je posoudit dynamiku změn izokinetické síly flexorů a extenzorů kolenního kloubu a výšky vertikálního skoku u adolescentních fotbalistů ve vybraných obdobích ročního tréninkového cyklu.

3.2 ÚKOLY PRÁCE

1. Shromáždit a analyzovat odbornou literaturu vztahující se k řešené problematice.
2. Stanovit vhodné parametry izokinetické síly a varianty vertikálního skoku.
3. Realizovat opakovaná testování izokinetické síly dolních končetin a vertikálního skoku u skupiny adolescentních fotbalistů po skončení podzimního soutěžního období, na začátku a po skončení zimního přípravného období, a v průběhu jarního soutěžního období.
4. Zhodnotit dynamiku změn izokinetické síly a výšky vertikálního skoku v kontextu tréninkového zatížení.
5. Provést komparaci výsledků testování sledované skupiny fotbalistů s výsledky obdobných odborných studií a vyvodit závěry pro tréninkový proces.

Výzkumné otázky

Jaká je dynamika změn maximálního momentu síly (PT) a maximálního kontrakčního výkonu (Pmax) flexorů a extenzorů kolenního kloubu ve vybraných obdobích ročního tréninkového cyklu u sledovaných fotbalistů?

Jaká je dynamika změn výšky vertikálního skoku ve vybraných obdobích ročního tréninkového cyklu u sledovaných fotbalistů?

4 METODIKA

4.1 CHARAKTERISTIKA SOUBORU

Soubor probandů tvořilo 11 hráčů SK Sigma Olomouc a.s. (Tabulka 6). Průměrný věk probandů je $17,8 \pm 0,3$. Všech 11 probandů mělo dominantní pravou dolní končetinu. Všichni probandi byli seznámeni s cílem a metodikou měření, souhlasili s účastí na výzkumu a s použitím získaných dat pro výzkumné účely (Příloha 1). Testování podstoupili pouze probandi bez akutních zdravotních problémů. Probandi den před měřením neabsolvovali žádné náročné tréninkové zatížení.

Tabulka 6. Charakteristika souboru (n=11)

Proměnná	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>Mdn</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>SD</i>
Výška	11	180,77	181,50	174,50	187,00	4,46
Hmotnost 1	11	72,22	71,93	63,84	84,71	7,17
Hmotnost 2	11	71,75	70,64	63,52	83,22	7,14
Hmotnost 3	11	71,78	71,84	63,82	85,12	7,38
Hmotnost 4	11	72,62	73,02	63,56	86,07	7,47

Vysvětlivky: *n* – rozsah souboru; 1, 2, 3, 4 – označení termínu měření; *M* – aritmetický průměr; *Mdn* – medián; *Min* – minimum; *Max* – maximum; *SD* – směrodatná odchylka

4.2 POSTUP MĚŘENÍ

Nejprve byla zjištěna dominance dolních končetin (jako dominantní končetina byla stanovena ta, kterou proband preferuje pro kop do míče), výška a hmotnost probanda. Po rozcvičení probandů následovalo vlastní izokinetické testování a poté testování vertikálních skoků. Po izokinetickém testování pravé dolní končetiny (u všech dominantní dolní končetina, dále DDK) se dynamometr poloautomaticky přednastavil na levou dolní

končetinu (u všech nedominantní dolní končetina, dále NDK). Pořadí dolních končetin bylo vždy stejné. Testování vertikálního skoku bylo provedeno s použitím paží a bez použití paží.

Nespecifické rozcvičení

První část rozcvičení zahrnovala rozeběhání v aerobním režimu na bicyklovém ergometru po dobu 6 minut. Poté následovalo protažení testovaných partií formou statického strečinku (metodou proprioreceptivní neuromuskulární facilitace – PNF) a 10 stupňovanými výskoky s pažemi s cílem přípravy na silový výkon.

Použité metody

Unilaterální koncentrická a excentrická síla flexorů a extenzorů kolenního kloubu byla měřena s použitím izokinetického dynamometru ISOMED 2000 (D. & R. Ferstl GmbH, Hemau, Germany). V systému ISOMED 2000 byla každému probandovi založena karta s iniciály. Probandi byli testováni vsedě, rukama se drželi madel podél sedadla. Opěrka sedadla byla sklopena pod úhlem 15°, úhel v kyčelním kloubu byl přibližně 100°. Probandi byli zafixováni pásy v oblasti pánve a stehna, v oblasti ramenou ramenními opěrkami (Příloha 2). Osa otáčení dynamometru byla shodná s osou otáčení kolenního kloubu (laterální femorální kondyl). Rameno páky dynamometru bylo zafixováno v distální části bérce, umístěno 2 cm nad mediálním malleolem. Nastavení sedadla bylo uloženo do paměti dynamometru a při měření druhostranné DK bylo automaticky nastaveno funkcí „memotronic“. Rozsah pohybu byl 80°, přičemž výchozí poloha byla 10° flexe a konečná poloha 90° flexe. Rozsah byl nastaven aretacemi dle návodu. Pro měření byla použita úhlová rychlost 60°/s a byla aktivována gravitační korekce. Testovací protokol se skládal ze dvou sérií měření v koncentrickém a dvou sérií v excentrickém režimu. Koncentrický režim předcházel excentrickému režimu. Každý režim zahrnoval rozcvičovací a testovací sérii. Účelem rozcvičovací série byla familiarizace, při které probandi provedli šest recipročních kontrakcí (koncentrická kontrakce do flexe byla následována koncentrickou kontrakcí do extenze, excentrická kontrakce do flexe byla následována excentrickou kontrakcí do extenze) s postupným zvyšováním intenzity. Následoval interval odpočinku 1 minutu a vlastní testovací série šesti kontrakcí s vynaložením maximálního úsilí. Časový interval mezi testováními v koncentrickém a excentrickém režimu byl 1 minutu. Časový interval

mezi měření pravé a levé DK byl 3 minuty. Probandům byla v průběhu měření poskytována zpětná vazba v podobě křivky momentu svalové síly na monitoru dynamometru. Výstupními hodnotami měření byla hodnota maximálního momentu síly (PT) a maximální kontrakční výkon (Pmax) při koncentrické a excentrické kontrakci do flexe a koncentrické a excentrické kontrakci do extenze.

Výška vertikálního skoku z místa byla měřena prostřednictvím tenzometrické plošiny Kistler Instrumente (Winterthur, Switzerland), která měří velikost reakční síly v průběhu odrazu. Velikost silového impulzu je stanovena na základě závislosti vertikální složky reakční síly na čase a slouží pro určení výšky skoku. Každý proband provedl 2 výskoky se švihem paží a 2 výskoky bez švihu paží (paže byly pokrčeny v loktech a přiloženy k hrudníku) (Příloha 3). Pro další analýzu byl vybrán nejlepší dosažený výsledek. Mezi jednotlivými skoky byl odpočinek 30 s.

Termíny měření

První měření proběhlo po skončení podzimního soutěžního období 15. 12. 2010. Druhé měření bylo uskutečněno na začátku zimního přípravného období 6. 1. 2011. Třetí měření následovalo po skončení zimního přípravného období 1. 3. 2011 a v průběhu jarního soutěžního období 11. 4. 2011 proběhlo čtvrté měření.

4.3 TRÉNINKOVÉ ZATÍŽENÍ HRÁČŮ

Ukazatele tréninkového zatížení hráčů kategorie U19 v jednotlivých obdobích ročního tréninkového cyklu (dále RTC) znázorňují Tabulky 7 – 10. Byla vybrána pouze období, ve kterých probíhalo testování hráčů, tzn. měsíc leden, únor, březen a duben. V měsíci lednu trénink síly obsahoval core training 1x týdně a stimulaci maximální síly 1x týdně. Od února do dubna obsahoval core training a plyometrickou metodu 1x týdně a stimulaci maximální síly 1x týdně. Trénink na rozvoj maximální síly byl zařazen v přípravném i hlavním období. V přípravném období tréninkový plán zahrnoval současný trénink síly a vytrvalosti společně s tréninkem techniky a taktiky.

Tabulka 7. Ukazatele tréninkového zatížení hráčů U19 v měsíci lednu

Kondiční trénink	
Trénink síly	400
Anaerobní trénink	120
Aerobní trénink	670
Dovednostně orientovaný trénink	
Technicko-taktický trénink	165
Herní trénink	275
Utkání	360
Regenerace	180

Vysvětlivky: Hodnoty uvedené v tabulce jsou uvedeny v minutách

Tabulka 8. Ukazatele tréninkového zatížení hráčů U19 v měsíci únoru

Kondiční trénink	
Trénink síly	165
Anaerobní trénink	65
Aerobní trénink	210
Dovednostně orientovaný trénink	
Technicko-taktický trénink	325
Herní trénink	300
Utkání	540
Kondiční plavání	90
Regenerace	180

Vysvětlivky: Hodnoty uvedené v tabulce jsou uvedeny v minutách

Tabulka 9. Ukazatele tréninkového zatížení hráčů U19 v měsíci březnu

Kondiční trénink	
Trénink síly	100
Anaerobní trénink	150
Aerobní trénink	250
Dovednostně orientovaný trénink	
Technicko-taktický trénink	440
Herní trénink	470
Utkání	450
Kondiční plavání	90
Regenerace	135

Vysvětlivky: Hodnoty uvedené v tabulce jsou uvedeny v minutách

Tabulka 10. Ukazatele tréninkového zatížení hráčů U19 v měsíci dubnu

Kondiční trénink	
Trénink síly	200
Anaerobní trénink	105
Aerobní trénink	165
Dovednostně orientovaný trénink	
Technicko-taktický trénink	450
Herní trénink	375
Utkání	360
Regenerace	90

Vysvětlivky: Hodnoty uvedené v tabulce jsou uvedeny v minutách

4.4 ZPRACOVÁNÍ DAT

Pro statistické zpracování dat byl použit software STATISTICA 10. U všech sledovaných parametrů byla provedena základní popisná charakteristika (aritmetický průměr, medián, minimální a maximální hodnota, směrodatná odchylka). Ke stanovení významnosti rozdílů sledovaných parametrů byla použita Friedmanova analýza variance (ANOVA) a Wilcoxonův párový test. Stanovení významnosti rozdílů bylo posuzováno na hladině statistické významnosti $p < 0,05$.

5 VÝSLEDKY

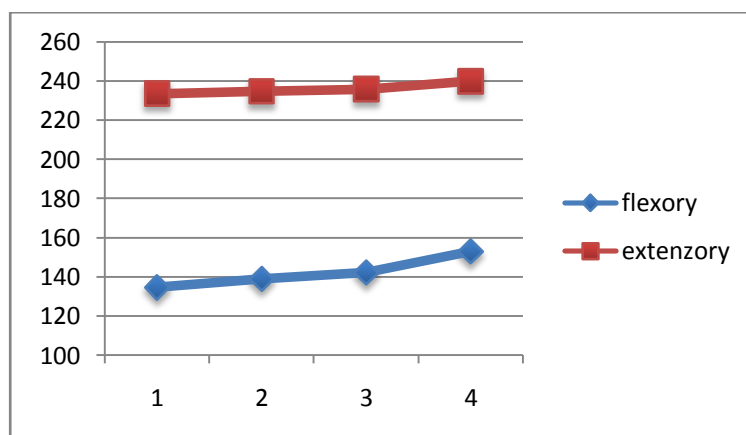
5.1 DYNAMIKA ZMĚN IZOKINETICKÉ SÍLY

Testování svalové síly bylo provedeno v souladu se zvolenou metodikou v úhlové rychlosti 60°/s v koncentrickém i excentrickém režimu svalové kontrakce. Základní statistické charakteristiky u sledovaných parametrů jsou uvedeny v Přílohách 4-5.

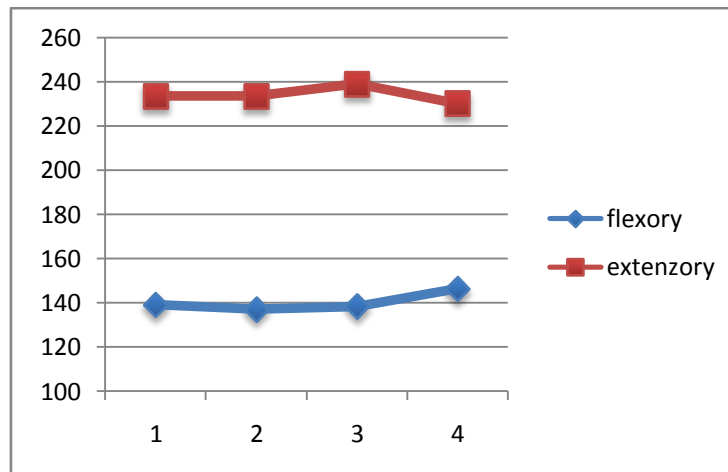
5.1.1 Maximální moment síly (PT)

PT v koncentrickém režimu

Všichni probandi ve všech měřeních dosahovali vyšších hodnot PT u extenzorů než u flexorů v koncentrickém režimu u DDK i NDK. Průměrné hodnoty PT se mezi měřeními zvyšovaly u flexorů na DDK. Pro průměrné hodnoty flexorů na NDK byl charakteristický pokles ve druhém měření s následným nárůstem v dalších měřeních. Průměrné hodnoty extenzorů se mezi měřeními zvyšovaly pouze na DDK. Pro NDK byly průměrné hodnoty v prvním a druhém měření stejné, následované nárůstem ve třetím měření a poklesem ve čtvrtém měření (Obrázky 4 a 5).



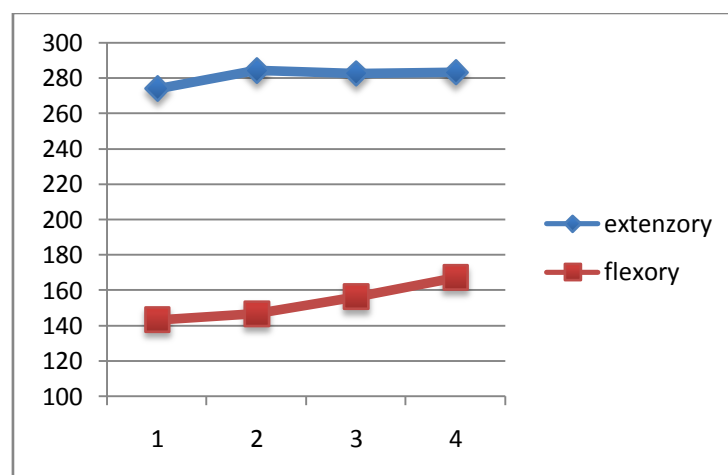
Obrázek 4. Průměrné hodnoty PT (Nm) flexorů a extenzorů DDK v koncentrickém režimu při rychlosti 60°/s v jednotlivých měřeních



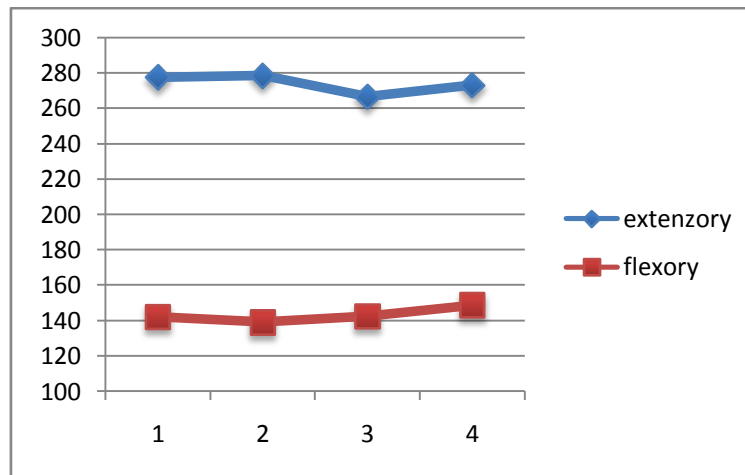
Obrázek 5. Průměrné hodnoty PT (Nm) flexorů a extenzorů NDK v koncentrickém režimu při rychlosti 60°/s v jednotlivých měřeních

PT v excentrickém režimu

U všech probandů bylo ve všech měřeních dosaženo vyšších hodnot PT u extenzorů než u flexorů v excentrickém režimu u DDK i NDK. Průměrné hodnoty PT extenzorů se na DDK i NDK zvýšily ve druhém měření, následoval pokles ve třetím měření a mírný nárůst ve čtvrtém měření. PT flexorů mezi měřeními stoupl na DDK. U NDK se objevil pokles ve druhém měření následovaný nárůstem v dalších měřeních (Obrázky 6 a 7).



Obrázek 6. Průměrné hodnoty PT (Nm) flexorů a extenzorů DDK v excentrickém režimu při rychlosti 60°/s v jednotlivých měřeních



Obrázek 7. Průměrné hodnoty PT (Nm) flexorů a extenzorů NDK v excentrickém režimu při rychlosti 60°/s v jednotlivých měřeních

Friedmanova ANOVA zjistila statisticky významný rozdíl v PT mezi jednotlivými měřeními pouze u flexorů v koncentrickém režimu u DDK ($\chi^2 = 10,46$; $p = 0,01$). Pro hlubší analýzu byl použit Wilcoxonův párový test, který ukázal na statisticky významný rozdíl mezi prvním a čtvrtým měřením, druhým a čtvrtým měřením i třetím a čtvrtým měřením (Tabulka 11).

Tabulka 11. Významnost rozdílů PT flexorů v koncentrickém režimu pro DDK

Dvojice proměnných	<i>M1</i>	<i>Mdn1</i>	<i>SD1</i>	<i>M2</i>	<i>Mdn2</i>	<i>SD2</i>	<i>d</i>	<i>Z</i>	<i>p</i>
PT ₁ x PT ₂	134,64	132,00	23,71	138,91	133,00	19,99	4,27	0,87	0,39
PT ₁ x PT ₃	134,64	132,00	23,71	142,18	129,00	24,98	7,54	1,69	0,09
PT ₁ x PT ₄	134,64	132,00	23,71	153,00	142,00	29,06	18,36	2,45	0,01
PT ₂ x PT ₃	138,91	133,00	19,99	142,18	129,00	24,98	3,27	1,02	0,31
PT ₂ x PT ₄	138,91	133,00	19,99	153,00	142,00	29,06	14,09	2,67	0,01
PT ₃ x PT ₄	142,18	129,00	24,98	153,00	142,00	29,06	10,82	2,55	0,01

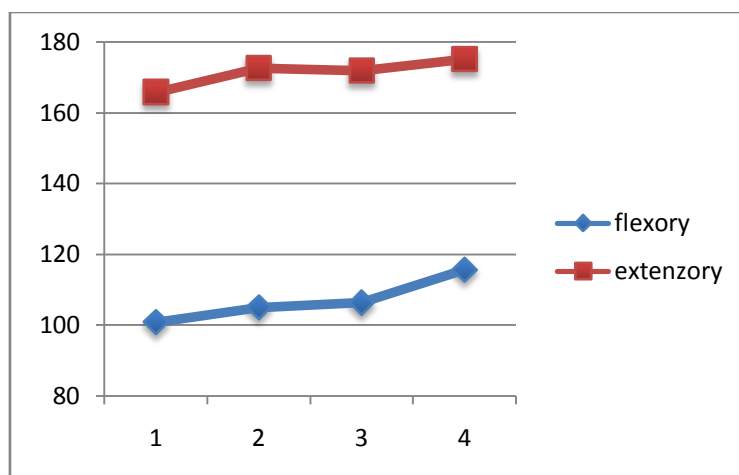
Vysvětlivky: *M* – aritmetický průměr; *Mdn* – medián; *SD* – směrodatná odchylka; 1, 2 – označení pro první a druhou proměnnou, PT₁, PT₂, PT₃, PT₄ – PT (Nm) v jednotlivých měřeních; *d* – difference, *Z* – hodnota testovacího kritéria Wilcoxonova testu, *p* – hladina statistické významnosti (statisticky významné hodnoty jsou zvýrazněny tučně; $p < 0,05$)

Nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl v PT u extenzorů v koncentrickém režimu u DDK ($\chi^2=1,91$; $p=0,59$), u flexorů ($\chi^2=6,44$; $p=0,09$) a extenzorů ($\chi^2=4,25$; $p=0,24$) v koncentrickém režimu u NDK, u extenzorů ($\chi^2=0,94$; $p=0,82$) a flexorů ($\chi^2=6,73$; $p=0,08$) v excentrickém režimu u DDK a ani u extenzorů ($\chi^2=5,05$; $p=0,17$) a flexorů ($\chi^2=2,82$; $p=0,42$) v excentrickém režimu u NDK.

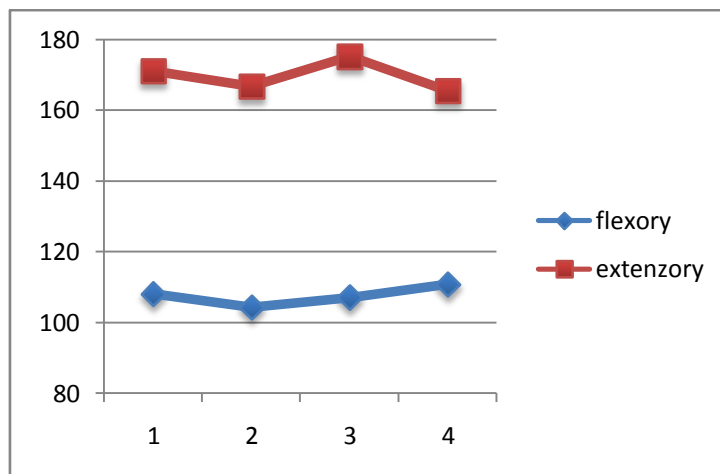
5.1.2 Maximální kontrakční výkon (Pmax)

Pmax v koncentrickém režimu

Všichni probandi ve všech měřeních dosahovali vyšších hodnot Pmax u extenzorů než u flexorů v koncentrickém režimu u DDK i NDK. Průměrné hodnoty Pmax flexorů DDK se mezi měřeními zvyšovaly, u NDK došlo k poklesu ve druhém měření a nárůstu v měřeních následujících. Pro průměrné hodnoty Pmax extenzorů u DDK je charakteristický nárůst ve druhém měření, mírný pokles ve třetím měření a opětovný nárůst ve čtvrtém měření. U NDK došlo k poklesu ve druhém měření, nárůstu ve třetím a poklesu ve čtvrtém měření (Obrázky 8 a 9).



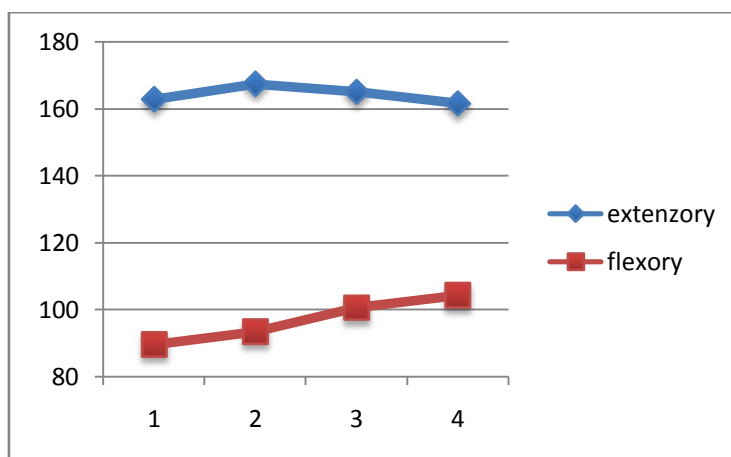
Obrázek 8. Průměrné hodnoty Pmax (W) flexorů a extenzorů DDK v koncentrickém režimu při rychlosti 60°/s v jednotlivých měřeních



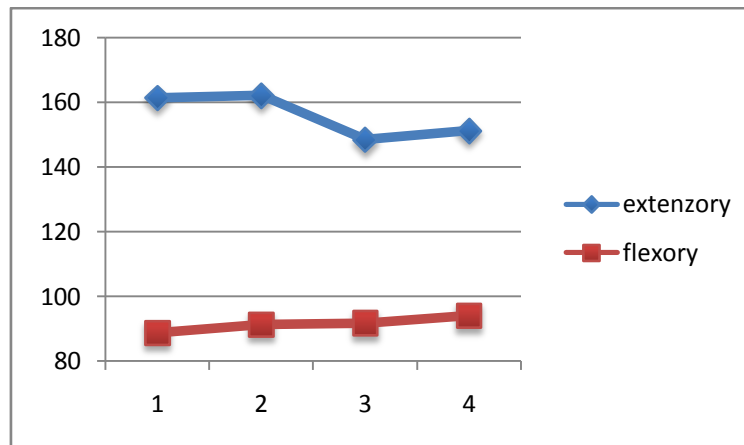
Obrázek 9. Průměrné hodnoty Pmax (W) flexorů a extenzorů NDK v koncentrickém režimu při rychlosti 60°/s v jednotlivých měřeních

Pmax v excentrickém režimu

V excentrickém režimu bylo u všech probandů a ve všech měřeních dosaženo vyšších hodnot Pmax u extenzorů než u flexorů u DDK i NDK. Byl zaznamenán nárůst průměrných hodnot Pmax extenzorů ve druhém měření následovaný poklesy ve třetím a čtvrtém měření pro DDK. U NDK došlo k mírnému nárůstu ve druhém měření, poklesu ve třetím měření a opětovnému nárůstu ve čtvrtém měření. Pro flexory u DDK i NDK je charakteristické zvyšování průměrných hodnot Pmax (Obrázek 10 a 11).



Obrázek 10. Průměrné hodnoty Pmax (W) flexorů a extenzorů DDK v excentrickém režimu při rychlosti 60°/s v jednotlivých měřeních



Obrázek 11. Průměrné hodnoty Pmax (W) flexorů a extenzorů NDK v excentrickém režimu při rychlosti 60°/s v jednotlivých měřeních

Friedmanova ANOVA zjistila statisticky významný rozdíl v Pmax mezi měřeními pouze u flexorů v koncentrickém režimu u DDK ($\chi^2=13,22$; $p=0,04$) a u flexorů v excentrickém režimu u DDK ($\chi^2=8,43$; $p=0,04$). Wilcoxonův párový test ukázal na statisticky významný rozdíl mezi Pmax u flexorů v koncentrickém režimu u DDK mezi prvním a čtvrtým, druhým a čtvrtým i třetím a čtvrtým měřením (Tabulka 12) a rozdíly mezi Pmax u flexorů v excentrickém režimu u DDK mezi prvním a třetím měřením a druhým a třetím měřením (Tabulka 13).

Tabulka 12. Významnost rozdílů Pmax flexorů v koncentrickém režimu pro DDK

Dvojice proměnných	<i>M1</i>	<i>Mdn1</i>	<i>SD1</i>	<i>M2</i>	<i>Mdn2</i>	<i>SD2</i>	<i>d</i>	<i>Z</i>	<i>p</i>
Pmax ₁ x Pmax ₂	100,73	97,00	17,57	104,91	99,00	14,05	4,18	0,47	0,64
Pmax ₁ x Pmax ₃	100,73	97,00	17,57	106,27	100,00	16,92	5,54	1,07	0,28
Pmax ₁ x Pmax ₄	100,73	97,00	17,57	115,55	109,00	17,00	14,82	2,55	0,01
Pmax ₂ x Pmax ₃	104,91	99,00	14,05	106,27	100,00	16,92	1,36	0,09	0,93
Pmax ₂ x Pmax ₄	104,91	99,00	14,05	115,55	109,00	17,00	10,64	2,49	0,01
Pmax ₃ x Pmax ₄	106,27	100,00	16,92	115,55	109,00	17,00	9,28	2,85	<0,01

Vysvětlivky: *M* – aritmetický průměr; *Mdn* – medián; *SD* – směrodatná odchylka; 1, 2 – označení pro první a druhou proměnnou, Pmax₁, Pmax₂, Pmax₃, Pmax₄ – Pmax (W) v jednotlivých měřeních; *d* – diference, *Z* – hodnota testovacího kritéria Wilcoxonova testu, *p* – hladina statistické významnosti mezi jednotlivými měřeními (statisticky významné hodnoty jsou zvýrazněny tučně; $p<0,05$)

Tabulka 13. Významnost rozdílů Pmax flexorů v excentrickém režimu pro DDK

Dvojice proměnných	<i>M1</i>	<i>Mdn1</i>	<i>SD1</i>	<i>M2</i>	<i>Mdn2</i>	<i>SD2</i>	<i>d</i>	<i>Z</i>	<i>p</i>
Pmax ₁ x Pmax ₂	90,82	88,00	21,34	93,40	96,50	21,20	2,58	1,22	0,22
Pmax ₁ x Pmax ₃	90,82	88,00	21,34	100,18	99,00	17,89	9,36	2,22	0,03
Pmax ₁ x Pmax ₄	90,82	88,00	21,34	106,82	106,00	20,45	16,00	1,89	0,06
Pmax ₂ x Pmax ₃	93,40	96,50	21,20	100,18	99,00	17,89	6,78	2,20	0,03
Pmax ₂ x Pmax ₄	93,40	96,50	21,20	106,82	106,00	20,45	13,42	1,48	0,14
Pmax ₃ x Pmax ₄	100,18	99,00	17,89	106,82	106,00	20,45	6,64	0,80	0,42

Vysvětlivky: *M* – aritmetický průměr; *Mdn* – medián; *SD* – směrodatná odchylka; 1, 2 – označení pro první a druhou proměnnou, Pmax₁, Pmax₂, Pmax₃, Pmax₄ – Pmax (W) v jednotlivých měřeních; *d* – diference, *Z* – hodnota testovacího kritéria Wilcoxonova testu, *p* – hladina statistické významnosti mezi jednotlivými měřeními (statisticky významné hodnoty jsou zvýrazněny tučně; $p < 0,05$)

Nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl v Pmax u extenzorů v koncentrickém režimu u DDK ($\chi^2=1,64$; $p=0,65$), u flexorů ($\chi^2=4,95$; $p=0,18$) a extenzorů ($\chi^2=4,60$; $p=0,20$) v koncentrickém režimu u NDK, u extenzorů ($\chi^2=0,36$; $p=0,95$) v excentrickém režimu u DDK a ani u extenzorů ($\chi^2=6,83$; $p=0,08$) a flexorů ($\chi^2=1,84$; $p=0,61$) v excentrickém režimu u NDK.

5.2 DYNAMIKA ZMĚN VÝŠKY VERTIKÁLNÍHO SKOKU

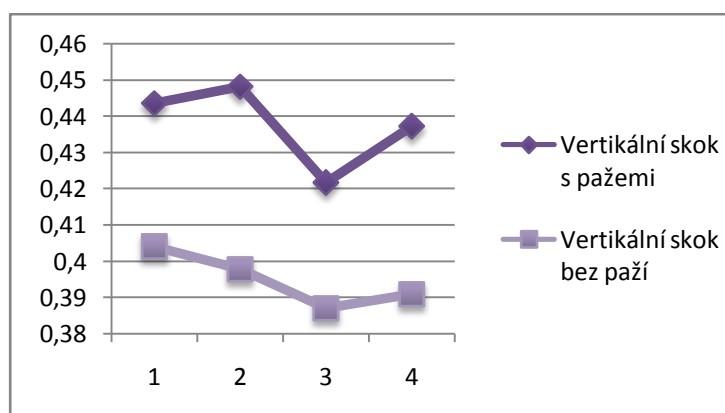
Všichni probandi dosahovali ve všech měřeních vyšších hodnot ve vertikálním skoku při použití paží než bez použití paží. Základní statistické charakteristiky pro vertikální skok jsou uvedeny v Tabulce 14.

Tabulka 14. Základní statistické charakteristiky pro vertikální skok uvedené v cm (n=11)

Varianta	Měření	<i>M</i>	<i>Mdn</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>SD</i>
A	1	0,44	0,45	0,38	0,51	0,04
	2	0,45	0,47	0,37	0,49	0,04
	3	0,42	0,42	0,36	0,52	0,04
	4	0,44	0,44	0,39	0,49	0,03
B	1	0,40	0,40	0,37	0,44	0,02
	2	0,40	0,40	0,35	0,45	0,03
	3	0,39	0,40	0,32	0,45	0,04
	4	0,40	0,40	0,33	0,47	0,04

Vysvětlivky: *M* – aritmetický průměr; *Mdn* – medián; *Min* – minimální hodnota; *Max* – maximální hodnota; *SD* – směrodatná odchylka; A – vertikální skok s použitím paží, B – vertikální skok bez použití paží

Pro výšku vertikálního skoku s použitím paží bylo charakteristické zvýšení výkonu ve druhém měření, pokles ve třetím a zvýšení ve čtvrtém měření. Výška vertikálního skoku bez použití paží klesala do třetího měření a ve čtvrtém měření bylo zaznamenáno mírné navýšení ve výkonu (Obrázek 12).



Obrázek 12. Průměrné hodnoty výšky (cm) vertikálního skoku s použitím paží a bez použití paží v jednotlivých měřeních

Friedmanova ANOVA neukázala statisticky významný rozdíl ani v jedné variantě vertikálního skoku – vertikální skok s pažemi ($\chi^2 = 5,88$; $p=0,12$) a vertikální skok bez paží ($\chi^2=2,04$; $p=0,56$).

5.3 VYJÁDŘENÍ K VÝZKUMNÝM OTÁZKÁM

Na stanovené výzkumné otázky, jaká je dynamika změn izokinetické síly flexorů a extenzorů kolenního kloubu a jaká je dynamika změn výšky vertikálního skoku ve vybraných obdobích ročního tréninkového cyklu u sledovaných fotbalistů lze odpovědět následovně:

1. V izokinetické síle došlo k signifikantním změnám mezi jednotlivými měřeními pouze v PT a Pmax u flexorů DDK v koncentrickém režimu a Pmax u flexorů DDK v excentrickém režimu.
2. Ve výšce vertikálního skoku nedošlo k signifikantním změnám mezi měřeními ani v jedné ze dvou variant skoku.

6 DISKUSE

Svalová síla je jednou z nejdůležitějších komponent fyzického výkonu ve fotbale. Síla extenzorů kolena hraje významnou roli v běžeckých sprintech, výskocích a kopech do míče. Flexory kolenního kloubu jsou důležitým faktorem působícím na délku kroku, kontrolují běžeckou činnost, stabilizují kolenní kloub při rychlých změnách směru, akceleracích i deceleracích (Lehance et al., 2009). Všechny tyto činnosti závisí na úrovni maximální síly nervosvalového systému, zejména dolních končetin (Cometti et al., 2001).

V souladu s ostatními studiemi bylo i v naší studii dosahováno v koncentrickém režimu vyšších hodnot PT při extenzi než ve flexi, a to u DDK i NDK (Botek et al., 2010; Lehance et al., 2009; Tourny-Chollet et al., 2000). V excentrickém režimu bylo dosahováno vyšších hodnot PT ve flexi než v extenzi, a to u DDK i NDK (Cometti et al., 2001; Fousekis, Tsepis, & Vagenas, 2010; Tourny-Chollet et al.). Svalová síla v excentrickém režimu byla vždy vyšší než v koncentrickém režimu (Kellis S., Gerodimos, Kellis E., & Manou, 2001; Tourny-Chollet et al.).

Ze sledovaných parametrů izokinetické dynamometrie se průměrné hodnoty PT mezi měřeními signifikantně zvyšovaly pouze u flexorů DDK v koncentrickém režimu ($p=0,01$). Průměrné hodnoty P_{max} se signifikantně zvyšovaly u flexorů DDK v koncentrickém režimu ($p=0,04$) a flexorů DDK v excentrickém režimu ($p=0,04$). Nebyly nalezeny signifikantní změny ani v jedné z variant skoku. Možným vysvětlením je krátký časový interval mezi jednotlivými měřeními, kdy nebylo možné zachytit dynamiku změn ve svalové síle.

Izokinetická koncentrická síla je považována za reprezentativní pro určení svalové síly dolních končetin pro hráče fotbalu (Cerrah et al., 2011). Proto je většina studií zaměřena na izokinetickou koncentrickou sílu, zatímco testování v excentrickém režimu není tolik rozšířené. Pro testování byla zvolena úhlová rychlost $60^\circ/s$, protože umožňuje vyvinout sílu blízkou maximálnímu momentu síly (Tourny-Chollet et al., 2000). Pro srovnání byly vybrány studie, jejichž výsledné hodnoty byly získány při stejné úhlové rychlosti. Výsledky studie Kannuse (1992) ukázaly na silnou závislost hodnot PT a P_{max} . Rovněž v naší studii změny v hodnotách v PT mezi jednotlivými měřeními odpovídají změnám v hodnotách P_{max} . ANOVA však ukázala na statisticky významný rozdíl u flexorů DDK v excentrickém režimu pouze u P_{max} , nikoliv u PT, i když trend zvyšování PT je patrný. Odůvodnění pro tento fakt

je nám neznámé. V následujícím srovnání s obdobnými studiemi budeme porovnávat pouze hodnoty PT, které jsou ve studiích nejčastěji sledovaným parametrem (Kannus, 1994).

Diskuse k výsledkům testování izokinetické síly s ohledem na RTC

Dle Bompý (1999) může v průběhu přechodného a hlavního období dojít k poklesu fyziologických adaptací následkem redukce či přerušení adaptačních stimulů. V naší studii v přechodném období byly naměřeny nejnižší průměrné hodnoty PT flexorů i extenzorů v koncentrickém i excentrickém režimu u DDK. Tento fakt ale neplatí pro NDK. Ratamess (2008, 117) však poukazuje na „koncept ‘svalové paměti‘“, kdy u dlouhodobě trénovaných jedinců dochází k pomalejší ztrátě adaptačních změn než u méně trénovaných. Vrcholoví sportovci také získají zpět svou původní úroveň kondice dříve než méně trénovaní jedinci (Zatsiorski & Kraemer, 2006).

Zajímavým ukazatelem vlivu tréninku síly jsou výsledky druhého (začátek zimního přípravného období) a třetího měření (konec zimního přípravného období), kdy v tomto období došlo ke stagnaci extenzorů v koncentrickém i excentrickém režimu u DDK i NDK. U flexorů v koncentrickém režimu došlo k nárůstu průměrných hodnot PT u DDK a mírnému nárůstu u NDK. Statisticky významné zvýšení PT flexorů DDK v excentrickém režimu je patrné zejména po třetím měření. V průběhu soutěžního období zvyšování PT flexorů DDK pokračovalo. Možným vysvětlením je vliv specifického tréninku a fotbalových utkání. Pokud je přípravné období kratší než navazující soutěžní období, dochází ke ztrátě svalové síly, není-li trénink na rozvoj maximální síly zařazen v tréninkovém plánu (Zatsiorski & Kraemer, 2006). V přípravném období byl trénink na stimulaci maximální síly dolních končetin zařazen pouze 1x týdně, což nestačilo na vysokou úroveň maximální síly hráčů naší studie. Tréninkové zatížení v přípravném období bylo enormní a nebylo kompenzováno potřebnou regenerací, která pravděpodobně vedla k únavě. Trénink byl především v přípravném období kombinován intenzivním tréninkem síly a vytrvalosti, což mohlo být rovněž příčinou stagnace sledovaných parametrů. Fleck a Kraemer (1987) upozorňují na negativní vliv na silový trénink při vysoké intenzitě souběžného tréninku, kdy dochází k nežádoucím interakcím. V naší studii bylo paradoxně nejvyšších průměrných hodnot PT flexorů a extenzorů v koncentrickém i excentrickém režimu u DDK zjištěno v posledním měření, tedy v průběhu jarního soutěžního období. Trénink maximální síly 1x týdně se zdá dostačujícím pro udržení úrovně maximální síly v soutěžním období.

Výsledky naší studie můžeme srovnat s výsledky měření u hráčů stejného klubu (n=14) a kategorie U19. Botek et al. (2010) testovali svalovou sílu v koncentrickém režimu při flexi i extenzi u DDK i NDK na začátku a na konci přípravného období a zjistili, že PT se mezi měřeními zvyšoval pouze u flexorů DDK ($PT_1=165,4\pm 19,2$ Nm, $PT_2=169,3\pm 31,1$), zatímco se snižoval u extenzorů DDK ($PT_1=233,6\pm 47,5$ Nm, $PT_2=219,6\pm 44,8$ Nm), u flexorů NDK ($PT_1=169,9\pm 22,3$ Nm, $PT_2=162,1\pm 27,3$ Nm) a u extenzorů NDK ($PT_1=243,9\pm 39,8$ Nm, $PT_2=233,1\pm 39,2$ Nm). Naši hráči celkově dosahovali nižších hodnot o 16 % PT flexorů DDK i NDK v obou měřeních, avšak soutěžní období zahajovali s vyšší úrovní koncentrické síly extenzorů u DDK o 6 % i NDK o 2 % než hráči ve studii Botek et al.

Koncentrickou silou extenzorů u hráčů první belgické divize (n=57, průměrný věk $27,2\pm 3,2$) se zabývali Malliou et al. (2003). Testování bylo uskutečněno ve třech obdobích – na konci soutěžního období ($PT_{DDK}=233,8\pm 26,9$ Nm, $PT_{NDK}=230,9\pm 25,0$ Nm), po přechodném období ($PT_{DDK}=234,0\pm 30,0$ Nm, $PT_{NDK}=277,7\pm 28,5$ Nm) a po ukončení přípravného období ($PT_{DDK}=228,8\pm 22,5$ Nm, $PT_{NDK}=222,5\pm 33,5$ Nm). I když se jedná o srovnání se starší kategorií, naši hráči disponují stejnou nebo vyšší úrovní u DDK i NDK.

Metaxas et al. (2009) provedli testování koncentrické síly flexorů a extenzorů kolena u DDK u hráčů řecké národní ligy (n=100, průměrný věk $24,7\pm 5,3$) na začátku přípravného období. Autoři rozdělili hráče do čtyř skupin podle divizí. Průměrné hodnoty PT se se stoupající úrovní soutěže u extenzorů zvyšovaly ($PT_{D1}=270,4\pm 31,4$ Nm, $PT_{D2}=264,8\pm 31,0$ Nm, $PT_{D3}=258,0\pm 38,5$ Nm, $PT_{D4}=256,1\pm 36,1$ Nm). Vyšších hodnot flexorů bylo dosaženo u hráčů čtvrté divize než ve třetí ($PT_{D1}=155,2\pm 13,9$ Nm, $PT_{D2}=150,3\pm 17,09$ Nm, $PT_{D3}=144,1\pm 22,7$ Nm, $PT_{D4}=145,7\pm 23,9$ Nm). Srovnáme-li výsledky s naší studií v druhém měření u DDK, můžeme konstatovat, že naši hráči disponují nižší úrovní PT flexorů i extenzorů, na což má pravděpodobně vliv věkový aspekt i výkonnostní úroveň.

Koncentrickou sílu flexorů a extenzorů u hráčů první belgické divize (n=57) v přípravném období testovali i Lehance et al. (2009). Autoři rozdělili hráče dle věku na tři skupiny – PRO (n=19, průměrný věk $26,1\pm 3,5$), U21 (n=20, průměrný věk $19,5\pm 1,6$) a U17 (n=18, průměrný věk $15,7\pm 0,8$). Jejich průměrné dosažené výsledky u extenzorů u skupiny PRO (PT=224,2±38,8 Nm), U21 (PT=231,7±30,4 Nm), U17 (PT=194,7±23,6 Nm) a při flexi u skupiny PRO (PT=136,8±34,1 Nm), U21 (PT=147,1±23,4 Nm), U17 (PT=128,1±18,8 Nm) ukazují na lepší připravenost koncentrické síly extenzorů o 2 % hráčů naší studie oproti starší kategorii U21. Hodnoty pro flexory jsou srovnatelné se skupinami PRO a U21.

V průběhu letního přípravného období provedli testování koncentrické síly flexorů a extenzorů i Cotte a Chatard (2011) u profesionálních hráčů anglické ligy (n=14, průměrný věk 24,9±5,6). Hráči byli rozděleni do dvou skupin – hráči hrající a nehrající za národní reprezentaci. Autoři uvádí nejprve jejich průměrné hodnoty (DDK flexe: 153±30 Nm, extenze: 246±42 Nm, NDK flexe: 151±31 Nm, extenze: 240±41 Nm) a dále pak jejich porovnání. Hráči nehrající za národní reprezentaci disponovali vyšší úrovní ve všech naměřených hodnotách. Tyto hodnoty jsou na vyšší úrovni v porovnání s hráči našeho souboru, což je s největší pravděpodobností způsobeno vyšší výkonnostní úrovní. Rozdíly u extenzorů o 3 % nejsou tak velké jako u flexorů o 9 %.

Diskuse k výsledkům testování izokinetické síly bez ohledu na období RTC

Dostupných studií, které testovaly izokinetickou sílu s ohledem na různé období ročního tréninkového cyklu není mnoho. Byla však uskutečněna řada studií, zabývajících se vlivem věku, doby věnované tréninku a výkonnostní úrovně, hráčské funkce a případně způsobu rozcvičení před samostatným testováním na úroveň izokinetické síly. Pro srovnání s těmito studiemi jsme hodnoty výsledků z naší studie ze všech měření zprůměrovali (DDK_{con} flexe=142,2±6,8 Nm, extenze=236,0±2,4 Nm, NDK_{con} flexe=140,3±3,6 Nm, extenze=234,0±3,2 Nm, DDK_{ecc} flexe=283,8±5,4 Nm, extenze=155,9±11,1 Nm, NDK_{ecc} flexe=278,1±4,0 Nm, extenze=144,8±4,9 Nm).

Dobry (2005) poukazuje na trendy ve vývoji maximální svalové síly ve vztahu k věku, kdy maximální síla u chlapců od 14. roku výrazně akceleruje až do 19 let. Tento trend byl potvrzen i izokinetickými studiemi při měření PT (Iga, George, Lees, & Reilly, 2009; Kellis et al., 2001; Lehnert, Urban, Procházka, & Psotta, 2011; Mota et al., 2010). Výsledky studie Lehnerta et al. kategorie U18 získané v koncentrickém režimu (DDK flexe: 132,0±20,0 Nm, extenze: 225,8±36,4 Nm, NDK flexe: 129,6±19,5 Nm, extenze: 216,2±34,7 Nm) ukazují na vyšší stav silové připravenosti našeho souboru u flexorů o 7 % a extenzorů o 4 % u DDK a flexorů i extenzorů o 8 % u NDK. Iga et al. (2009) srovnávali izokinetickou koncentrickou sílu flexorů a extenzorů kolena u 3 skupin, které byly rozděleny dle obsahu tréninku. První skupinu (n=15, průměrný věk 15,1±1,0) tvořili hráči fotbalu vystaveni tréninku na rozvoj specifických technických a taktických dovedností (conventionally trained soccer players). Druhou skupinu (n=15, průměrný věk 14,8±0,9) zastupovali hráči fotbalu, kteří kromě tréninku na rozvoj specifických technických a taktických dovedností navíc odehráli jedno

utkáni týdně a absolvovali dvakrát týdně „odporový trénink“ (resistance training) po dobu 8 měsíců (resistance trained soccer players). Třetí skupinu tvořila kontrolní skupina (n=15, průměrný věk 14,9±1,1), jejíž probandi nebyli zahrnuti v žádné sportovní organizaci, avšak se rekreačně věnovali sportovním aktivitám (controls). Nejvyšších hodnot bylo dosaženo u druhé skupiny (PT_{DDK} flexe: 108±35, extenze: 189±49, PT_{NDK} flexe: 106±32, extenze: 199±38). U našich hráčů bylo dosaženo vyšších hodnot u DDK i NDK u flexorů o 24 %, a extenzorů o 20 % u DDK a 15 % u NDK, což je pravděpodobně způsobeno vyšším věkem i delší dobou věnovanou tréninku.

Podle tréninkové zkušenosti testoval Fousekis et al. (2010) koncentrickou i excentrickou sílu flexorů a extenzorů kolena u hráčů třetí řecké divize (n=100, průměrný věk 23,6±4,2). Autoři hráče rozdělili na 3 skupiny podle doby věnované tréninku – 5-7 let (n=34), 8-10 let (n=30) a více jak 11 let (n=36 let). Nejvyšších hodnot všech ukazatelů dosahovala skupina s tréninkovou zkušeností 8-10 let (DDK_{con} flexe=141±24 Nm, extenze=251±42 Nm, NDK_{con} flexe=140±26 Nm, extenze=245±36 Nm, DDK_{ecc} flexe=189±44 Nm, extenze=325±53 Nm, NDK_{ecc} flexe=193±39 Nm, extenze=314±52 Nm). Tato skupina tréninkovou zkušeností odpovídá našemu souboru. Hráči naší studie dosahovali vyšších nebo stejných hodnot flexorů v koncentrickém i excentrickém režimu u DDK i NDK, hodnoty extenzorů byly u našeho souboru na nižší úrovni.

Cerrah et al. (2011) zkoumali koncentrickou sílu flexorů a extenzorů kolena DDK u hráčů fotbalu, které rozdělili na dvě skupiny – profesionální hráči fotbalu (n=14, průměrný věk 22,5±2,8) a amatérští hráči fotbalu (n=17, průměrný věk 23,2). Svalová síla flexorů byla vyšší u profesionálních hráčů než u amatérských (PT=170,4±37 Nm versus PT=152,0±25 Nm), zatímco svalová síla extenzorů byla u obou skupin velmi podobná s mírnou převahou pro amatérské hráče (PT=205,1±28 Nm versus PT=205,7±32 Nm). Naši hráči disponují nižší silou flexorů o 12 % a naopak vyšší silou extenzorů o 13 % ve srovnání s oběma skupinami.

Studii s ohledem na hráčské funkce provedli Tourny-Chollet et al. (2000), kteří testovali sílu flexorů a extenzorů kolena v koncentrickém i excentrickém režimu u amatérských hráčů fotbalu (n=21, průměrný věk 22,0±3,0) francouzské čtvrté divize (DDK_{con} flexe=101,7±23,0 Nm, extenze=153,8±31,3 Nm, NDK_{con} flexe=96,7±19,7 Nm, extenze=152,0±33,0 Nm, DDK_{ecc} flexe=123,5±29,9 Nm, extenze=196,5±47,9 Nm, NDK_{ecc} flexe=117,9±26,6 Nm, extenze=199,2±42,7 Nm). U útočníků byla zaznamenána vyšší úroveň koncentrické síly než u středových hráčů. Naši hráči dosahovali ve všech ukazatelích vyšších hodnot.

Koncentrickou sílu flexorů a extenzorů kolena u australských hráčů fotbalu (n=14, průměrný věk 21,9±5,3) testovali Newman et al. (2004). Hodnoty pro DDK i NDK byly autory zprůměrovány (PT flexe=131,1±14,2 Nm, PT extenze=199,9±22,9). Ve srovnání s hráči našeho souboru byly výše prezentované hodnoty na nižší úrovni o 7 % u flexorů a o 15 % u extenzorů.

Sobolewski, Wagner a Bressel (2011) zjišťovali vliv rozcvičení na výsledek izokinetického testování koncentrické síly extenzorů DDK. Skupinu fyzicky aktivních mužů (n=20, průměrný věk 22,1±2,4) rozdělili do čtyř skupin. První kontrolní skupina (control) před testováním neabsolvovala žádné rozcvičení, druhá skupina (stretch) absolvovala pouze statický strečink zaměřený na extenzory kolena, třetí skupina (jog-tretch) absolvovala pětiminutový běh a poté statický strečink, čtvrtá skupina (stretch-jog) absolvovala prvně statický strečink následovaný pětiminutovým během. Nejvyšších hodnot dosáhla kontrolní skupina, nejnižších skupina absolvující pouhý statický strečink (PT_{control}=205,0±49,0 Nm, PT_{stretch}=195,5±45,2 Nm, PT_{jog-stretch}=198,1±45,7 Nm, PT_{stretch-jog}=200,1±41,3 Nm). Naši hráči dosáhli vyšších hodnot o 13 % v porovnání s kontrolní skupinou po rozcvičení na bicyklovém ergometru po dobu 6 minut, statickém strečinku zaměřeným na protažení quadricepsů i hamstringů a deseti stupňovanými výskoky. Je však nutné vzít v úvahu, že v případě našeho souboru se jedná o profesionální hráče, ale nižšího průměrného věku.

Diskuse k výsledkům vertikálního skoku

Mezi měřeními nedošlo k signifikantním změnám ani v jedné z variant skoku. Vyšších hodnot dosáhli hráči při provedení vertikálního skoku s pomocí paží než bez nich. Nejvyšší výšky vertikálního skoku s pažemi bylo dosaženo ve druhém měření, tedy na začátku přípravného období a nejnižší výšky na konci přípravného období. Tento pokles je znatelný i u varianty skoku bez paží, i když pokles je menší. Pro srovnání můžeme uvést studii dle Botka et al. (2010), kteří ve stejných obdobích testovali i stejné varianty skoků (Tabulka 15).

Tabulka 15. Srovnání výšky vertikálního skoku ($M \pm SD$ v cm) ve dvou obdobích

	VSa1	VSa2	VSb1	VSb2
Botek et al. (n=14)	0,42±0,04	0,44±0,07	0,39±0,04	0,38±0,41
Testovaný soubor (n=11)	0,45±0,04	0,42±0,05	0,40±0,03	0,39±0,04

Vysvětlivky: VSa – vertikální skok s pažemi, VSb – vertikální skok bez paží, 1 – měření na začátku přípravného období, 2 – měření na konci přípravného období

Zatímco u našeho souboru lze zaznamenat pokles mezi měřeními v obou variantách skoku, ve studii Botka et al. (2010) došlo k navýšení při variantě skoku s pažemi. Hodnoty obou souborů jsou však velmi podobné, což je zapříčiněno pravděpodobně i tím, že se jedná o stejný fotbalový klub i věkovou kategorií. Pokles na konci přípravného období u našeho souboru byl nejspíše způsoben nahromaděnou únavou z intenzivního kondičního tréninku v rámci přípravného období a nedostatečnou regenerací.

Vertikální skok jako prostředek k testování síly dolních končetin existuje v několika variantách. Malliou et al. (2003) použili pro testování skok z podřepu s rukama na bocích bez přípravného vertikálního pohybu (squat jump) a skok ze vzpřímené polohy s rukama na bocích s přípravným vertikálním pohybem (counter movement jump). Zajímavým ukazatelem je pokles výšky v obou variantách skoku po ukončení přípravného období (Tabulka 16). Tento trend byl zaznamenán i u našeho souboru.

Tabulka 16. Vertikální skok u profesionálních hráčů fotbalu v různých obdobích RTC

	SJ1	SJ2	SJ3	CMJ1	CMJ2	CMJ3
Maliou et al. (n=18)	37,8±3,7	38,2±4,2	37,4±4,3	39,2±3,7	39,1±4,3	38,5±4,4

Vysvětlivky: SJ – squat jump, CMJ – counter movement jump, 1 – měření na konci soutěžního období, 2 – měření po přechodném období, 3 – měření po ukončení přípravného období

Doporučení pro tréninkovou praxi

Na základě hlubší analýzy tréninkového zatížení hráčů našeho souboru v průběhu vybraných období tréninkového cyklu můžeme konstatovat, že zvolený tréninkový program

nevedl k progresu svalové síly dolních končetin. Trenérům lze pro tréninkovou praxi doporučit:

- stimulovat maximální sílu v přípravném období více jak 1 x týdně,
- respektovat protichůdné reakce organismu na zátěž při souběžném tréninku síly a vytrvalosti společně s tréninkem techniky a taktiky,
- zařazovat dostatečnou regeneraci v tréninkovém plánu a včasně detekovat projevy únavy u jednotlivých hráčů,
- provádět pravidelnou diagnostiku svalové síly především před začátkem přípravného a soutěžního období s cílem eliminovat riziko vzniku případného svalového zranění.

Limity studie a podněty pro budoucí studie

Limity naší studie spatřujeme v malém rozsahu testovaného souboru a délce sledování hráčů. Sledování hráčů z dlouhodobějšího hlediska, například celoročního, může přinést komplexnější náhled na zatěžování hráčů, což by pro tréninkovou praxi bylo zajisté velkým přínosem. V budoucích studiích lze vzít v úvahu, že izokinetická dynamometrie může nabídnout i další parametry, jako jsou například průměrná práce (AW), úhel, ve kterém bylo dosaženo nejvyššího výkonu (A) nebo čas potřebný k dosažení maximálního momentu síly (Tmax). Pro prezentaci výsledků lze využít i relativních hodnot vztažených na kg hmotnosti (Cometti et al., 2001; Kellis et al., 2001; Malý et al., 2010).

7 ZÁVĚRY

1. V průběhu sledovaných období RTC došlo v izokinetické síle ke statisticky významnému zvýšení pouze v PT a Pmax u flexorů DDK v koncentrickém režimu a Pmax u flexorů DDK v excentrickém režimu.
2. Explozivní síla hodnocená testem vertikálního skoku stagnovala v případě obou variant skoku. Vyšších hodnot bylo dosaženo variantou vertikálního skoku s pažemi.
3. Komparace s výsledky obdobných studií ukazují na shodný či vyšší stav silové připravenosti našeho souboru, zejména svalové síly extenzorů, a to i v případě porovnání se staršími kategoriemi. Stagnace svalové síly extenzorů mezi jednotlivými obdobími však poukazuje na nedostatky v tréninku síly ve sledovaném období.
4. Výsledky studie umožnily posoudit změny svalové síly dolních končetin a na základě hlubší zpětné analýzy byla formulována doporučení pro tréninkovou praxi.

8 SOUHRN

Cílem diplomové práce bylo posoudit dynamiku změn izokinetické síly flexorů a extenzorů kolenního kloubu a výšky vertikálního skoku u adolescentních fotbalistů.

Teoretická část diplomové práce přináší syntézu poznatků o důležitém kondičním faktoru herního výkonu ve fotbale – o síle a nárocích fotbalových činností na ni. Poznatky z oblasti sportovního tréninku ve fotbale zahrnují informace o tréninku síly, periodizaci ročního tréninkového cyklu a diagnostice jako součásti řízení sportovního tréninku. Diagnostika je zaměřena na testování síly dolních končetin s využitím izokinetické dynamometrie.

Výzkumná část diplomové práce zahrnuje popis použité metodiky. Sledovaný soubor byl tvořen hráči fotbalu SK Sigma Olomouc ($n=11$, průměrný věk $17,76\pm 0,26$). Testování bylo provedeno prostřednictvím izokinetického dynamometru ISOMED 2000 (D. & R. Ferstl GmbH, Hemau, Germany) a tenzometrické plošiny Kistler Instrumente (Winterthur, Switzerland). K izokinetickému testování svalové síly flexorů a extenzorů kolena byla použita úhlová rychlost $60^\circ/s$. Sledovanými parametry byl maximální moment síly PT (Nm) a maximální kontrakční výkon P_{max} (W). Výška vertikálního skoku byla měřena s použitím paží a bez použití paží. Testování bylo realizováno po skončení podzimního soutěžního období, na začátku a po skončení zimního přípravného období a v průběhu jarního soutěžního období. Získané výsledky byly zpracovány Friedmanovou analýzou variance a Wilcoxonovým párovým testem.

Ze získaných výsledků vyplývá, že se izokinetická síla mezi jednotlivými měřeními signifikantně zvyšovala pouze v PT a P_{max} u flexorů DDK v koncentrickém režimu a P_{max} u flexorů v excentrickém režimu u DDK. Ve výšce vertikálního skoku nedošlo k signifikantním změnám ani v jedné ze dvou variant skoku. Domníváme se, že stagnace sledovaných parametrů síly mohla být způsobena nedostatkem ve stimulaci maximální síly a nedostatečnou regenerací spojenou s nahromaděnou únavou v přípravném období. Možným vysvětlením může být rovněž souběžný trénink síly a vytrvalosti společně s tréninkem techniky a taktiky v přípravném období.

9 SUMMARY

The aim of this thesis is to evaluate dynamic changes in isokinetic muscle strength of the knee flexors and extensors and vertical jump performance of adolescent soccer players.

Theoretical part of the thesis brings syntheses of knowledge about an important factor of conditioning of the soccer player's performance – strength and specific football skills demands on strength. Knowledge about sports training in soccer includes information about strength training, periodization of the annual training cycle and diagnostics as a part of sports training control. Diagnostics is aimed on testing of low extremities muscle strength by the isokinetic dynamometry.

The research part includes a description about used methodology. There is a testing group characteristic in this part, that was composed of soccer players of SK Sigma Olomouc ($n=11$, the average age $17,8\pm 0,3$). The testing was performed on the isokinetic dynamometer ISOMED 2000 (D. & R. Ferstl GmbH, Hemau, Germany) and on dynamometric platform Kistler Instrumente (Winterthur, Switzerland). The angular velocity $60^\circ/s$ was used for testing muscle strength of the knee flexors and extensors. Monitored parameters were peak torque PT (Nm) and peak power Pmax (W). The height of vertical jump was measured with and without hands. The testing took place after the autumn competitive period, at the beginning and the end of the winter preparatory period and during the spring competitive period. Achieved results were processed by Friedman's analysis of variance and Wilcoxon matched pairs test.

The results suggest the isokinetic strength was significantly increased only in PT and Pmax in flexors concentrically on dominant leg and in Pmax in flexors eccentrically on dominant leg between single testings. No significant changes were found in the height of vertical jump in any of two variations. We suppose the stagnation of monitored strength parameters could be caused by lack of maximal strength stimulation in the preparatory period and insufficient regeneration and connected accumulated fatigue. Possible explanation could be also a concurrent strength and endurance training together with technical and tactical exercise in the preparatory period.

10 REFERENČNÍ SEZNAM

- Anthrakidis, N., Skoufas, D., Lazaridis, S., & Zaggelidis, G. (2008, October). Relationship between muscular strength and kicking performance. *Physical Training*, 1-8. Retrieved 15. 3. 2012 from the World Wide Web: http://ejmas.com/pt/2008pt/ptart_zaggelidis_0810.html
- Bompa, T., O. (1999). *Periodization training for sports*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Botek, Z., Gába, A., Lehnert, M., Přidalová, M., Vařeková, R., Botek, M., & Langer, F. (2010). Kondice a tělesné složení u fotbalistů kategorie U19 před a po absolvování přípravného období. *Acta Universitatis Palackianae Olomouensis. Gymnica*, 40(2), 47-54.
- Brown, L. E. (2000). *Isokinetics in human performance*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Campos, G. E. R., Luecke, T. J., Wendeln, H. K., Toma, K., Hagerman, F. C., Murray, T. F., Ragg, K. E., Ratamess, N. A., Kraemer, W. J., & Staron, R. S. (2002). Muscular adaptations in response to three different resistance-training regimens: specificity of repetition maximum training zones. *European Journal of Applied Physiology*, 88(1/2), 50-60. Retrieved 9. 2. 2012 from the World Wide Web: http://www.fisioterapeutasplugadas.com.br/EJAP_AGO_2002.pdf
- 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, 181-190.
- Clark, A. (2008, May/June). Strength and conditioning for soccer. *Fitness Trainer Canada*, 46-49.
- Cometti, G., Maffiuletti, N. A., Pousson, M., Chatard, J. C., & Maffuli, N. (2001). Isokinetic strength and anaerobic power of elite, subelite and amateur french soccer players. *International Journal of Sports Medicine*, 22, 45-51. Retrieved 6. 3. 2012 from the World Wide Web: <http://expertise-performance.u-bourgogne.fr/soccer.pdf>
- Cotte, T., & Chatard, J.-C. (2011). Isokinetic strength and sprint times in English premier league football players. *Biology of Sport*, 28(2), 89-94.

- Dobrý, L. (2005). Vývoj svalové síly v průběhu dětství a dospívání. *Tělesná výchova a sport mládeže*, 71(3), 2-10.
- Dobrý, L., & Semiginovský, B. (1988). *Sportovní hry – výkon a trénink*. Praha: Olympia.
- Dovalil, J., Choutka, M., Svoboda, B., Hošek, V., Perič, T., Potměšil, J., Vránová, J., & Bunc, V. (2009). *Výkon a trénink ve sportu* (3rd ed.). Praha: Olympia.
- Dvir, Z. (2004). *Isokinetics. muscle testing, interpretation and clinical applications* (2nd ed). London: Elsevier Health Science.
- Ekblom, B. (2003). The physiology of football. In J. Ekstrand, J. Karlsson, & A. Hodson (Eds.), *Football Medicine* (pp. 139-161). London: Martin Dunitz.
- Fleck, S. J., & Kraemer, W. J. (1987). *Designing resistance training programs*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Fousekis, K., Tsepis, E., & Vagenas, G. (2010). Lower limb strength in professional soccer players: profile, asymmetry, and training age. *Journal of Sports Science and Medicine*, 9, 364-373. Retrieved 5. 4. 2012 from EBSCO database on the World Wide Web: <http://web.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=2&hid=108&sid=3407f65a-cdcb-4901-869e-01fc689db308%40sessionmgr110>
- Grygorowicz, M., Kubacki, J., Pilis, W., Gieremek, K., & Rzepka, R. (2010). Selected isokinetic tests in knee injury prevention. *Biology of Sport*, 27(1), 47-51.
- Helgerud, J., Rodas, G., Kemi, O. J., & Hoff, J. (2011). Strength and endurance in elite football players. *International Journal of Sports Medicine*, 9(32), 677-682.
- Hennessy, L. C., & Watson, A. W. (1994). The interference effects of training for strength and endurance simultaneously [Abstract]. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 8(1),12-19. Retrieved 16. 3. 2012 from EBSCO database on the World Wide Web: <http://web.ebscohost.com/ehost/detail?vid=10&hid=125&sid=74b9b371-38ce-4c5e-9b62-d09c526b6622%40sessionmgr113&bdata=JnNpdGU9ZWwhvc3QtbGl2ZQ%3d%3d#db=s3h&AN=SPH345272>
- Heyward, V. H. (2006). *Advanced fitness assessment and exercise prescription* (5th ed). Champaign, IL: Human Kinetics.

- Hodaň, B. (2005). Globalizace a tělesná kultura. In B. Hodaň (Ed.), *Tělesná výchova, sport, a rekreace v procesu současné globalizace – Sborník příspěvků z česko-slovensko-polského sympozia* (p. 15-28).
- Hoff, J. (2005). Training and testing physical capacities for elite soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 23(6), 573-582. Retrieved 16. 3. 2012 from EBSCO database on the World Wide Web:<http://web.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=12&hid=125&sid=74b9b371-38ce-4c5e-9b62-d09c526b6622%40sessionmgr113>
- Hoff, J., & Gran, A., & Helgerud, J. (2002). Maximal strength training improves aerobic endurance performance. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sport*, 12(5), 288-295. Retrieved 16. 3. 2012 from EBSCO database on the World Wide Web:<http://web.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=19&hid=125&sid=74b9b371-38ce-4c5e-9b62-d09c526b6622%40sessionmgr113>
- Hoff, J., & Helgerud, J. (2004). Endurance and strength training for soccer players: physiological considerations. *Sports Medicine*, 34(3), 165-180.
- Hogenová, A. (2005). Sport jako fenomén globálního světa. In B. Hodaň (Ed.), *Tělesná výchova, sport, a rekreace v procesu současné globalizace – Sborník příspěvků z česko-slovensko-polského sympozia* (p. 29-38).
- Hohmann, A., Lames, M., & Letzelter, M. (2010). *Úvod do sportovního tréninku*. Prostějov: Sdružení sport a věda.
- Chan, K.-M., & Maffuli, N. (1996). *Principles and practice of isokinetics in sports medicine and rehabilitation*. Hong Kong: William & Wilkins Asia-Pacific Ltd.
- Christou, M., Smiliotis, I., Sotiropoulos, K., Volaklis, K., Pilianidis, T., & Tokmakidis, S., P. (2006). Effects of resistance training on the physical capacities of adolescent soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(4), 783-791. Retrieved 16. 3. 2012 from EBSCO database on the World Wide Web:
<http://web.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=20&hid=125&sid=74b9b371-38ce-4c5e-9b62-d09c526b6622%40sessionmgr113>
- Iga, J., George, K., Lees, A., & Reilly, T. (2009). Cross-sectional investigation of indices of isokinetic leg strength in youth soccer players and untrained individuals. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sport*, 19, 714-719. Retrieved 16. 3. 2012 from EBSCO

database on the World Wide Web: <http://web.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=5&hid=8&sid=3407f65a-cdcb-4901-869e-01fc689db308%40sessionmgr110>

- Iossifidou, A., Baltzopoulos, V., & Giakas, G. (2005). Isokinetic knee extension and vertical jumping: Are they related? *Journal of Sports Sciences*, 23(10), 1121-1127.
- Issurin, V. B. (2010). New horizons for the methodology and physiology of training periodization. *Sports Medicine*, 40(3), 189-206.
- Janura, M. (2004). *Úvod do biomechaniky pohybového systému člověka*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.
- Kannus, P. (1992). Normality, variability and predictability of work, power and torque acceleration energy with respect to peak torque in isokinetic muscle testing. *International Journal of Sports Medicine*, 13(3), 249-256.
- Kannus, P. (1994). Isokinetic evaluation of muscular performance: implications for muscle testing and rehabilitation. *International Journal of Sports Medicine*, 15(1), 11-18.
- Kellis, S., Gerodimos, V., Kellis, E., & Manou, V. (2001). Bilateral isokinetic concentric and eccentric strength profile of the knee extensors and flexors in young soccer players. *Isokinetics and Exercise Science*, 9, 31-39.
- Lehance, C., Binet, J., Bury, T., & Croisier, J. L. (2009). Muscular strength, functional performances and injury risk in professional and junior elite soccer players. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sport*, 19(2), 243-251.
- Lehnert, M. (2007). *Současné směry teorie a praxe sportovního tréninku*. Habilitační práce, Univerzita Palackého, Fakulta tělesné kultury, Olomouc.
- Lehnert, M., Novosad, J., Neuls, F., Langer, F., & Botek, M. (2010). *Trénink kondice ve sportu*. Olomouc: Univerzita Palackého.
- Lehnert, M., Urban, J., Procházka, J. H., & Psotta, R. (2011). Isokinetic strength of knee flexors and extensors of adolescent soccer players and its changes based on movement and age. *Acta Universitatis Palackianae Olomouensis. Gymnica*, 41(2), 45-53.
- Luhtanen, P. (2003). The biomechanics of football. In J. Ekstrand, J. Karlsson, & A. Hodson (Eds.), *Football Medicine* (pp. 121-137). London: Martin Dunitz.

- Malliou, P., Ispirlidis, I., Beneka, A., Taxildaris, K., & Godolias, G. (2003). Vertical jump and knee extensors isokinetic performance in professional soccer players related to the phase of the training period. *Isokinetics and Exercise Science, 11*, 165-169. Retrieved 2. 3. 2012 from EBSCO database on the World Wide Web: <http://web.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=23&hid=125&sid=74b9b371-38ce-4c5e-9b62-d09c526b6622%40sessionmgr113>
- Malý, T., Zahálka, F., Malá, L., Gryc, T., & Hráský, P. (2010). Profil izokinetickej sily, identifikácia ipsilaterálneho a bilaterálneho pomeru momentu svalovej sily flexorov a extenzorov kolena u futbalistov. *Česká kinantropologie, 14(3)*, 148-157.
- Metaxas, T. I., Koutlianos, N., Sendelides, T., & Mandroukas, A. (2009). Preseason physiological profile of soccer and basketball players in different divisions. *Journal of Strength and Conditioning Research, 23(6)*, 1704-1713.
- Morrow, J. R., Jackson, A. W., Disch, J. G., & Mood, D. P. (2005). *Measurement and evaluation in human performance*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Mujika, I., & Padilla, S. (2000a). Detraining: Loss of training-induced physiological and performance adaptations. Part I. *Sports Medicine, 30(2)*, 79-87.
- Mujika, I., & Padilla, S. (2000b). Detraining: Loss of training-induced physiological and performance adaptations. Part II. *Sports Medicine, 30(3)*, 145-154.
- Mujika, I., & Padilla, S. (2001). Muscular characteristics of detraining in humans. *Medicine & Science in Sports & Exercise, 33(8)*, 1297-1303. Retrieved 12. 2. 2012 from SPORTDiscus database on the World Wide Web: <http://edulife.com.br/dados%5CArtigos%5CEducacao%20Fisica%5CTreinamento%20Desportivo%5CMuscular%20characteristics%20of%20detraining.pdf>
- Newman, M. A., Tarpinning, K. M., & Marino F. E. (2004). Relationships between isokinetic knee strength, single-sprint performance, and repeated-sprint ability in football players. *Journal of Strength and Conditioning Research, 18(4)*, 867-872. Retrieved 3. 2. 2012 from EBSCO database on the World Wide Web: <http://web.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=24&hid=125&sid=74b9b371-38ce-4c5e-9b62-d09c526b6622%40sessionmgr113>

- Nováková, H., & Psotta, R. (2002). Explosivní schopnosti u fotbalistů. *Česká kinantropologie*, 6(1), 25-33.
- Perič, T., & Dovalil, J. (2010). *Sportovní trénink*. Praha: Grada.
- Psotta, R. (2003). *Analýza intermitentní pohybové aktivity*. Praha: Karolinum, Univerzita Karlova.
- Psotta, R., Bunc, V., Mahrová, A., Netscher, J., & Nováková, H. (2006). *Fotbal – kondiční trénink*. Praha: Grada.
- Psotta, R., & Ungr, V. (2002). Současné pojetí tréninkového zatěžování – názory trenérů a jejich praxe. *Fotbal a trénink*, 6(4), 21-23.
- Psotta, R., & Ungr, V. (2003). Současné trendy v pojetí fotbalového tréninku. In J. Vindušková, & J. Chrudimský (Eds.), *Pohybové aktivity jako prostředek ovlivňování člověka* (pp. 35-39). Praha: Univerzita Karlova v Praze.
- Ratamess, N. A. (2008). Adaptations to anaerobic training programs. In T. R. Beachle, & W. R. Earle (Eds.), *Essentials of strength training and conditioning* (3rd ed.) (pp. 93-120). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Schmid, S., & Alejo, B. (2002). *Complete conditioning for soccer*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Smith, D. J. (2003). A framework for understanding the training process leading to elite performance. *Sports Medicine*, 33(15), 1103-1126. Retrieved 19. 3. 2012 from EBSCO database on the World Wide Web: <http://web.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=5&hid=125&sid=84c28472-f4a8-4a39-8e61-416a2f066ce8%40sessionmgr12>
- Smith, D., & Bruce-Low, S. (2005). *Strength training for soccer players: a reply to Hoff and Helgerud (2004)*. Retrieved 9. 2. 2012 from the World Wide Web: http://www.skautingtimdif.rs/biblioteka_training/Strength%20training%20for%20soccer%20players.pdf
- Sobolewski, E. J., Wagner, D. R., & Bressel, E. (2011). Effect of static stretching and jogging on knee extension isokinetic peak torque. *Isokinetics and Exercise Science*, 19, 157-162.

- Stejskal, P. (2002). Trénink v oblasti přetížení a možné důsledky. Možnosti časné diagnostiky a prevence přetrénování a optimalizace tréninku. In D. Tomajko (Ed.), *Sborník referátů ze 4. mezinárodního vědeckého semináře – Efekty pohybového zatížení v edukačním prostředí tělesné výchovy a sportu* (pp. 333-359). Olomouc: Univerzita Palackého, Fakulta tělesné kultury.
- Stolen, T., Chamari, K., Castagna, C., & Wisloff, U. (2005). Physiology of soccer. *Sports Medicine*, 35(6), 501-536. Retrieved 9. 2. 2012 from EBSCO database on the World Wide Web:<http://web.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=27&hid=125&sid=74b9b371-38ce-4c5e-9b62-d09c526b6622%40sessionmgr113>
- Süss, V. (2005). Třídění sportovních her. *Telesná výchova a šport*, 15(3-4), 21-23.
- Süss, V. (2006). *Význam indikátorů herního výkonu pro řízení tréninkového procesu*. Praha: Karolinum.
- Tourny-Chollet, C., Leroy, D., Léger, H., & Beuret-Blanquart, F. (2000). Isokinetic knee muscle strength of soccer players according to their position. *Isokinetics and Exercise Science*, 8, 187-193.
- Votík, J. (2005). *Trenér fotbalu „B“ UEFA licence*. Praha: Olympia.
- Weineck, J. (1996). Rozvoj silových schopností. *Fotbal a trénink*, 1, 17-22.
- Weiss, L. W., Coney, H. D., & Clark, F. C. (2003). Optimal post-training abstinence for maximal strength expression. *Research in Sports Medicine*, 11, 145-155. Retrieved 10. 2. 2012 from EBSCO database on the World Wide Web: <http://web.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=29&hid=125&sid=74b9b371-38ce-4c5e-9b62-d09c526b6622%40sessionmgr113>
- Willmore, J. H., Costill, D. L., & Kenney, W. L. (2008). *Physiology of sport and exercise* (4th ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Wisloff, U., Castagna, C., Helgerud, J., Jones, R., & Hoff, J. (2004). Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players [ABSTRACT]. *British Journal of Sports Medicine*, 38, 285-288. Retrieved 12. 3. 2012 from the World Wide Web: <http://lib.bioinfo.pl/pmid:15155427>

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. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(3), 653-660.

Zatsiorski, V. M., & Kramer, W. J. (2006). *Science and practice of strength training* (2nd ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.

11 PŘÍLOHY

Příloha 1. Informovaný souhlas o provedení testování

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI – FAKULTA TĚLESNÉ KULTURY

Informovaný souhlas

Svalová síla flexorů a extenzorů kolenního kloubu jako indikátor rizika zranění a její změny v průběhu ročního tréninkového cyklu u adolescentních sportovců.

Jméno:

Datum narození:

Účastník byl do studie zařazen pod číslem:

1. Já, níže podepsaný(á) souhlasím s mou účastí ve studii.
2. Byl(a) jsem podrobně informován(a) o cílu studie, o jejích postupech, a o tom, co se ode mě očekává. Beru na vědomí, že prováděná studie je výzkumnou činností. Porozuměl(a) jsem tomu, že svou účast ve studii mohu kdykoliv přerušit či odstoupit. Moje účast ve studii je dobrovolná.
3. Při zařazení do studie budou moje osobní data uchována s plnou ochranou důvěrnosti dle platných zákonů ČR. Je zaručena ochrana důvěrnosti mých osobních dat. Pro výzkumné a vědecké účely mohou být moje osobní údaje poskytnuty pouze bez identifikačních údajů (anonymní data) nebo s mým výslovným souhlasem.
4. S mojí účastí ve studii není spojeno poskytnutí žádné odměny.
5. Porozuměl jsem tomu, že mé jméno se nebude nikdy vyskytovat v referátech o této studii. Já naopak nebudu proti použití výsledků z této studie.

Podpis účastníka:

Podpis řešitele pověřeného touto studií:

Datum:

Datum:

Příloha 2. Poloha pro testování izokinetické síly flexorů a extenzorů kolena



Příloha 3. Testování vertikálního skoku s použitím a bez použití paží



Vertikální skok s pažemi



Vertikální skok bez paží

Příloha 4. Maximální moment síly PT (Nm) při flexi a extenzi kolenního kloubu u dominantní a nedominantní dolní končetiny – základní statistické charakteristiky (n=11)

Režim	F x E	Měření	Končetina	<i>M</i>	<i>Mdn</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>SD</i>
Conc	F	1	DDK	134,64	132,00	96,00	186,00	23,71
			NDK	139,18	136,00	111,00	180,00	22,08
		2	DDK	138,91	133,00	120,00	184,00	19,99
			NDK	137,09	130,00	111,00	169,00	20,37
		3	DDK	142,18	129,00	121,00	196,00	24,98
			NDK	138,45	133,00	112,00	181,00	19,62
		4	DDK	153,00	142,00	118,00	207,00	29,06
			NDK	146,36	145,00	109,00	187,00	24,40
	E	1	DDK	233,55	220,00	204,00	307,00	30,62
			NDK	233,45	219,00	180,00	301,00	38,15
		2	DDK	234,73	226,00	183,00	279,00	31,64
			NDK	233,45	232,00	184,00	286,00	34,26
		3	DDK	235,82	244,00	171,00	286,00	35,48
			NDK	239,00	237,00	193,00	301,00	33,67
		4	DDK	239,82	238,00	184,00	298,00	35,26
			NDK	230,18	238,00	174,00	301,00	36,51
Ecc	F	1	DDK	275,36	262,00	192,00	444,00	65,43
			NDK	283,00	259,00	237,00	429,00	59,57
		2	DDK	284,20	276,50	177,00	399,00	67,59
			NDK	278,40	256,50	222,00	438,00	65,22
		3	DDK	285,27	277,00	217,00	420,00	55,24
			NDK	271,82	255,00	213,00	399,00	52,61
		4	DDK	290,27	274,00	216,00	417,00	65,69
			NDK	279,09	259,00	198,00	438,00	70,48
	E	1	DDK	145,91	145,00	84,00	198,00	32,81
			NDK	143,18	126,00	93,00	217,00	41,03
		2	DDK	146,70	143,00	85,00	204,00	38,02
			NDK	139,10	123,00	100,00	202,00	36,48
		3	DDK	157,82	157,00	115,00	207,00	29,30
			NDK	144,18	138,00	105,00	210,00	29,44
		4	DDK	173,27	165,00	129,00	270,00	43,03
			NDK	152,55	144,00	111,00	223,00	32,97

Vysvětlivky: *M* – aritmetický průměr; *Mdn* – medián; *Min* – minimální hodnota; *Max* – maximální hodnota; *SD* – směrodatná odchylka; DDK – dominantní dolní končetina, NDK – nedominantní dolní končetina; 1, 2, 3, 4 – měření; F – flexe; E – extenze, Conc – koncentrický režim, Ecc – excentrický režim

Příloha 5. Maximální kontrakční výkon P_{max} (W) při flexi a extenzi kolenního kloubu u dominantní a nedominantní dolní končetiny – základní statistické charakteristiky (n=11)

Režim	F x E	Měření	Končetina	M	Mdn	Min	Max	SD
Conc	F	1	DDK	100,73	97,00	73,00	136,00	17,57
			NDK	108,09	109,00	82,00	144,00	17,89
		2	DDK	104,91	99,00	93,00	132,00	14,05
			NDK	104,27	102,00	88,00	129,00	14,44
		3	DDK	106,27	100,00	90,00	139,00	16,92
			NDK	107,09	105,00	91,00	133,00	13,23
		4	DDK	115,55	109,00	96,00	147,00	17,00
			NDK	110,82	105,00	91,00	136,00	15,43
	E	1	DDK	165,73	159,00	135,00	216,00	25,25
			NDK	171,09	165,00	127,00	237,00	34,88
		2	DDK	172,55	171,00	141,00	214,00	23,26
			NDK	166,73	160,00	135,00	217,00	27,98
		3	DDK	171,82	174,00	127,00	216,00	26,81
			NDK	175,18	165,00	133,00	219,00	27,75
		4	DDK	175,09	177,00	124,00	222,00	28,74
			NDK	165,45	177,00	126,00	226,00	29,89
Ecc	F	1	DDK	162,27	157,00	111,00	240,00	38,30
			NDK	160,18	151,00	129,00	225,00	27,39
		2	DDK	167,40	165,50	123,00	217,00	32,82
			NDK	162,10	154,50	126,00	219,00	27,82
		3	DDK	162,64	166,00	115,00	225,00	31,27
			NDK	148,09	138,00	117,00	201,00	25,01
		4	DDK	160,09	148,00	109,00	211,00	33,87
			NDK	149,27	144,00	108,00	196,00	30,66
	E	1	DDK	90,82	88,00	51,00	129,00	21,34
			NDK	89,45	85,00	51,00	130,00	23,36
		2	DDK	93,40	96,50	63,00	130,00	21,20
			NDK	91,30	86,50	64,00	123,00	22,87
		3	DDK	100,18	99,00	69,00	130,00	17,89
			NDK	91,91	90,00	70,00	117,00	14,77
		4	DDK	106,82	106,00	79,00	145,00	20,45
			NDK	96,45	88,00	75,00	130,00	19,65

Vysvětlivky: M – aritmetický průměr; Mdn – medián; Min – minimální hodnota; Max – maximální hodnota; SD – směrodatná odchylka; DDK – dominantní dolní končetina, NDK – nedominantní dolní končetina; 1, 2, 3, 4 – měření; F – flexe; E – extenze, Conc – koncentrický režim, Ecc – excentrický režim