

Univerzita Palackého v Olomouci
Fakulta tělesné kultury

VLIV SUPLEMENTACE KREATIN MONOHYDRÁTU NA BĚŽECKÝ A CYKLISTICKÝ
SPRINT A VERTIKÁLNÍ VÝSKOK U ADOLESCENTNÍCH FOTBALISTŮ

Diplomová práce

(bakalářská)

Autor: Ondřej Kyselý, tělesná výchova – geografie

Vedoucí práce: Mgr. Svatoslav Valenta

Olomouc 2019

Jméno a příjmení autora: Ondřej Kyselý

Název bakalářské práce: Vliv suplementace kreatin monohydrátu na běžecký a cyklistický sprint a vertikální výskok u adolescentních fotbalistů

Pracoviště: Katedra přírodních věd v kinantropologii

Vedoucí bakalářské práce: Mgr. Svatoslav Valenta

Rok obhajoby bakalářské práce: 2019

Abstrakt: Hlavním cílem práce bylo zjistit efekt suplementace kreatin monohydrátu na běžecký a cyklistický sprint a vertikální výskok u adolescentních fotbalistů ($n = 16$). V pre-testech absolvoval každý jedinec testy maximálního vertikálního výskoku s podřepem (CMJ) a bez podřepu (SJ), 10 m běžecký sprint a 6 s sprint test na bicykloergometru (CST_{6s}). Poté byli probandi náhodně rozděleni do kreatin skupiny (CrS 4 x 5 g kreatinu monohydrátu + 15 g dextrózy x 5 dnů) a placebo skupiny (PlaS 4 x 20 g maltodextrinu x 5 dnů). Po pěti dnech suplementace následovaly post-testy. Výsledky ukázaly velký účinek (effect size) suplementace kreatin monohydrátu na SJ ($d = 0.90$), byť zvýšení nebylo statisticky významné ($p = .06$). Na CMJ a běžecký sprint neměla suplementace kreatin monohydrátu pozitivní vliv ($p = .42$; $d = 0.07$ respektive $p = .32$; $d = 0.04$). U CrS byl zjištěn signifikantní rozdíl v 6 s cyklistického sprintu v nejvyšším dosaženém momentu síly ($p = .04$; $d = 0.68$) a velký účinek v průměrné mechanické síle ($d = 0.88$). U PlaS nebylo v post-testech zjištěno statisticky významné zlepšení. Na základě těchto zjištění se zdá, že krátkodobá suplementace kreatin monohydrátu by mohla u adolescentních fotbalistů mít pro některé typy rychlostně-silových výkonů pozitivní účinek.

Klíčová slova: kreatin, užívání kreatinu, fotbal

Souhlasím s půjčováním diplomové práce v rámci knihovních služeb.

Author's first name and surname: Ondřej Kyselý

Title of the master thesis: The effect of creatine monohydrate supplementation on running and cycling sprint and vertical jump in adolescent soccer players.

Department: Department of natural science in kinantropology

Supervisor: Mgr. Svatoslav Valenta

The year of presentation: 2019

Abstract: The main objective of this theses was to find out how supplementation of creatine monohydrate affects output of running speed, vertical jump and bicycle sprint in tested group of 16 soccer players. In the pre-test, each individual completed a maximum jump test consisting of a squat jump (SJ) and counter movement jump (CMJ), 10 m running sprint and 6 second sprint on a bicycle ergometer (CST_{6s}). The proband was then randomized into creatine groups (CrS 4 x 5 g creatine monohydrate + 15 g dextrose x 5 days) and placebo groups (PlaS 4 x 20 g maltodextrine x 5 days) After 5 days of supplementation, a post-test followed. The results showed great effect (effect size) creatine monohydrate supplementation on SJ ($d = 0.90$), although increasing statistically significant ($p = .06$). On CMJ and running sprint creatine monohydrate supplementation did not have possitive effect ($p = .42$; $d = 0.07$ respektive $p = .32$; $d = 0.04$). There was significant difference at CST_{6s} at highest moment of force ($p = .04$; $d = 0.68$) and has greate effect on average mechanical strenght ($d = 0.88$). There was no statisticly signifiant increasing in PlaS post-tests. Based of this findings it seems that short-time creatine monohydrate supplementation might have possitive affect at some of speed-force performance at adolescent football players.

Keywords: creatin, efficiency of creatin, football

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

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval samostatně pod vedením Mgr. Svatoslava Valenty.

V Olomouci dne 9.5.2019

.....

Děkuji Mgr. Svatoslavu Valentovi za pomoc při psaní bakalářské práce, vstřícnost a trpělivost.

Obsah

1 ÚVOD.....	8
2 PŘEHLED POZNATKŮ.....	9
2.1 Pohybová charakteristika hráče fotbalu v utkání.....	9
3 Ergogenní látky	10
3.1. Kreatin	10
3.1.2 Užívání kreatinu ve vrcholovém a rekreačním sportu.....	11
3.1.3 Bezpečné dávkování a zdravotní rizika	11
3.1.3.1 Dávkování.....	12
3.1.3.2 Vliv suplementace kreatinu na zdraví	13
3.2 Kreatin v kosterním svalstvu	14
3.2.1 Distribuce kreatinu v kosterním svalstvu	14
3.2.3 Mechanismus účinku kreatinu na resyntézu makrogenních fosfátů.....	15
3.3 Vliv suplementace kreatinu na jednorázové rychlostní a rychlostně-silové pohybové výkony.....	16
4 Cíle práce.....	19
4.1 Hlavní cíl:	19
4.2 Dílčí cíle:	19
5 Metodika.....	20
5.1 Design výzkumu.....	20
5.2 Účastníci	20
5.3 Suplementace.....	21
5.4 Pre a post-testy	21
5.4.1 Vertikální výskoky	21
5.4.2 Běžecký sprint test.....	22
5.4.3 Cyklistický sprint test	22
5.5 Statistická analýza	22

6 Výsledky.....	23
7 Diskuse	25
8 Závěr.....	27
9 Souhrn.....	28
10 Summary.....	29
11 Referenční seznam.....	30
12 Přílohy	36

1 ÚVOD

Na začátku 19. století vědci objevili novou složku v kosterních svalech. Tuto složku pojmenovali kreatin (Cr). Látka se dále zkoumala a byl u ní nalezen velký potenciál pro zvýšení svalové síly. Cr je považován za jednu z neúčinnějších látek, která vede ke zlepšení tělesné výkonnosti. Tato látka patří mezi základní prodejní artikly na našem trhu s doplňky stravy. Díky klesající ceně a zvýšenému počtu výrobců je Cr dostupný nejen profesionálním, ale i rekreačním sportovcům.

V této práci byl zjišťován vliv kreatin monohydrátu na běžecký a cyklistický sprint a vertikální výskok u fotbalistů ve věku od 17 do 19 let. V současné době se suplementace Cr nejvíce využívá především u silových sportů (Maughan & Burke, 2006). Otázkou zůstává, zda může krátkodobá suplementace kreatin monohydrátu ovlivnit tělesný výkon sportovců v rychlostních či rychlostně-silových výkonech.

2 PŘEHLED POZNATKŮ

2.1 Pohybová charakteristika hráče fotbalu v utkání

Od druhé poloviny 20. století prošel profesionální fotbal mnoha změnami. Jednalo se o zlepšení znalostí v oblasti výživy nebo péče o fotbalovou mládež, čímž se postupně zvyšovala jeho úroveň. S úrovní vzrůstala také profesionalita a zájem veřejnosti. Největší rozvoj je pozorován v kondiční složce herního výkonu, konkrétně na rychlostně – silových projevech (Psotta, Bunc, Mahrová, Netscher & Nováková, 2006).

Dle studie Stølen et. al (2005) profesionální hráči fotbalu překonají během 90 minutového utkání průměrně 10 - 13 km. Dle Psotta et al., (2006), je tato vzdálenost o polovinu větší, než tomu bylo v 60. a 70. letech 20. století. Je zde potřeba zmínit, že naměřené údaje vyplývají z jednotlivých hráčských pozic a taktických pokynech trenéra. Studie Vigh-Larsen et. al (2018) dokládá nejvyšší naměřenou vzdálenost u hráčů ve středu pole a krajních obránců. U ostatních pozic se nejednalo o významnější rozdíly.

Bangsbo et al (1991), Psotta et al., (2006), Spencer et al., (2005), Haugen et al, (2013). uvádí, že v průběhu utkání provede hráč průměrně 900-1400 krátkých aktivit, měnících se každé 4 – 6 s. Každých 60 – 90 s se opakují běhy na úrovni submaximální či maximální intenzity. Hráč 40 – 60 krát změní směr běhu v souvislosti s brzděním a zrychlením, absolvuje 6-20 obranných soubojů, 5 – 20 krát provede výskok, během kterého hlavičkuje. Další důležitou aktivitou jsou 2 – 4 s sprinty (na vzdálenost 10 – 20 metrů), které hráč absolvuje každých 90 vteřin a během zápasu jich provede 19 – 62. Během zápasu hráč 30-46 krát přihraje, přičemž 0-4 krát vystřelí na bránu a celková doba činnosti hráče s míčem činí pouze 1-3 minuty (Psotta et al., 2006).

3 Ergogenní látky

Jedná se o látky, jež jsou obsaženy v doplňcích stravy a potencionálně stimulují pracovní kapacitu organismu. Odvozené z řeckého slova „ergo“ = práce. Osobní zkušenosti sportovců nemohou být použity jako jediné správné vodítko pro vytvoření obecných doporučení, proto tyto látky označujeme jako „potencionálně ergogenní“. Mezi tyto látky také řadíme anabolické steroidy a látky, jež jsou zneužívány ve sportovním prostředí a podílejí se na vzrůstu svalové hmoty a výkonnosti sportovců (Ahrendt, 2001).

Vzhledem k bezpečnosti užívání a zachování základních morálních a sportovních hodnot, pojednává tato práce o látce ve sportu povolené, kreatinu.

3.1. Kreatin

Cr je látka, která se přirozeně vytváří v těle z glycinu, argininu a methioninu, neboli methylguanidinoctová kyselina. Nalezneme ji pod názvem kreatin, creatine popřípadě creatin. Je to jedna z nejvyužívanějších látek ve sportu, jelikož podporuje růst a sílu svalů. Lidské tělo využije přibližně 2 g kreatinu za den, který si buď vytvoří, nebo získá ze stravy, nejvíce z ryb (Obsah Cr před tepelnou úpravou: sled' 6.5 – 10g/kg, losos 4.5 g/kg a tuňák 4 g/kg), dále pak z červeného masa (vepřové 5 g/kg a hovězí 4.5g/kg) (Grasgruber & Cacek, 2008). Dle studie Mora, Sentandreu a Toldra z roku 2008, se při tepelné úpravě masa, degraduje až 30% Cr na neúčinný kreatinin a to už během tepelné úpravy „medium well“ (58°C - 70°C). Cr se používá ve sportovní výživě jako doplněk stravy (Mach, 2012).

3.1.1. Historie kreatinu

Cr objevil v roce 1832 francouzský vědec Michel Eugene Chevreul v hovězím mase. V této době neexistovaly izolační metody, jež by pomohly určit, zda se jedná o náhodnou, či stálou složku v hovězím mase. Další vědci, kteří báдали v této oblasti zjistili, že se v mase lišek divokých nachází až desetkrát více kreatinu, než v mase domácích zvířat. Hladina Cr ve svalových tkáních se začala spojovat s fyzickou aktivitou (Embleton & Thorne, 1999).

V roce 1923 zjistili vědci Hans a Mayer, že se v těle 80kg člověka nachází přibližně 140 g Cr. Při pozdějších výzkumech bylo zjištěno, že se Cr v lidském těle nachází ve dvou různých formách – volný Cr a fosforylovaný (kreatinfosfát). Na toto zjištění navázaly další výzkumy, které zjistily

význam Cr při syntéze ATP (adenosintrifosfátu) z ADP (adenosindrifosfátu) následované rozkladem ATP (Embleton & Thorne, 1999).

3.1.2 Užívání kreatinu ve vrcholovém a rekreačním sportu

Suplementace Cr si ve sportovním odvětví získala větší pozornost na počátku devadesátých let, po Olympijských hrách v Barceloně roku 1992. Údajně byl Cr použit pouze britskými atlety, kteří zde získali 13 olympijských medailí. Jednalo se například o vítěze sprintu na 100m Linforda Christie, nebo vítězku 400m překážek Sally Gunnell. Další rok se stal Cr volně prodejným na trhu. V roce 1996 pak schválil nejvyšší vládní úřad, na konferenci v Bethesdě v Marylandu (USA), sponzorování propagace výživových doplňků pro sportovce (Maughan & Burke, 2006; Passwater, 1995).

Jedná se o významný energetický zdroj pro svalovou činnost, proto je Cr jedním z nejčastěji využívaných suplementů ve sportu. Je podáván s cílem podpory tvorby svalové hmoty a síly. Největší uplatnění proto našel Cr v atletice (sprint, silová atletika), kulturistice, silovém trojboji (dřep, bench-press a mrtvý tah) a v disciplínách, jež využívají supramaximální výkon (vzpírání, powerlifting) (Fořt, 2006).

Metzl, Small et al. (2001) zkoumali sportovce ve věku 10 - 18 let. Celkově se jednalo o 1103 sportovců, z nichž 62 přiznalo užívání Cr. Výzkumu se účastnili sportovci z různých sportovních odvětví. Nejčastěji fotbalisti, zápasníci, hokejisté, gymnasté a lacrossoví hráči. Mezi nejčastější důvody užívání byly lepší sportovní výkony (74.2% uživatelů) a vylepšený vzhled (61.3 % uživatelů). V závěru práce autoři zmiňují, že Cr užívali sportovci napříč všemi dotázanými věkovými kategoriemi. V rámci prevence nedoporučují užívání Cr mladistvými, pokud nebude prokazatelně doložena bezpečnost používání tohoto suplementu.

3.1.3 Bezpečné dávkování a zdravotní rizika

Ke každému suplementu je třeba znát jeho denní dávkování a popisky užití, aby bylo dosaženo maximálního efektu, kvůli kterému daný přípravek užíváme. K tomu je třeba také znát zdravotní rizika, jež při užívání daného suplementu mohou nastat.

3.1.3.1 Dávkování

Nejlepšího vstřebání Cr dosáhneme, pokud je požit na lačno s nápojem, který by měl obsahovat aminokyseliny metionin, glycin a arginin. Pro dostatečnou syntézu a uložení Cr, potřebuje tělo zmíněné sacharidy a aminokyseliny. Mnoho sportovců používá pro rozpuštění Cr teplou vodu, či v kombinaci se sacharidovým nápojem, je však třeba dávat pozor na citrusové nápoje, protože kupříkladu pomerančové džusy mohou Cr neutralizovat (Embleton & Thorne, 1999, Roubík, 2012).

Dávkování Cr se dělí na dvě fáze. První fáze slouží k naladění organismu, krátkodobá tzv. short-term) suplementace. Druhá fáze slouží k udržování zvýšené hladiny Cr, dlouhodobá tzv. long-term supplementace (Embleton & Thorne, 1999).

Při krátkodobé suplementaci dochází k nasycení svalu Cr, jedná se o nejdůležitější část celého cyklu užívání Cr. Tato fáze je dlouhá přibližně jeden týden, kdy se denně užívá 20 – 25 gramů denně. Tuto dávku si obvykle rozdělíme na 4 dávky po 5 g, jelikož je tělo schopno absorbovat v daný moment pouze omezené množství Cr. Další způsob, který nám pomáhá určit denní dávku Cr každého jedince zvlášť je, že si hmotnost sportovce vynásobíme 0.3 (př. $80 \cdot 0.3 = 24$ g kreatinu na den). Tento způsob určení dávky Cr se jeví jako vhodnější, jelikož hmotnostně lehčí jedinec si nebude dávat zbytečně velké dávky, a naopak hmotnostně těžší jedinec se nemusí bát nedostatečného příjmu Cr. Nejběžnější způsob dávkování Cr je ráno, před tréninkem, hned po tréninku a večer před spaním. Všechny čtyři dávky konzumujeme spolu se sacharidovým nápojem pro lepší vstřebatelnost. Při konzumaci sacharidů se začne v těle uvolňovat inzulín, který pomáhá při absorpci Cr do svalových buněk. Inzulín se ovšem doporučuje stimulovat přirozenou cestou – stravovací. Není doporučeno užívání inzulínu pomocí injekcí, protože byt' jen nepatrná úprava dávky může přivodit smrt. Čím větší množství inzulínu je k dispozici, tím více Cr se dostane do svalů, avšak nepřekračujeme doporučenou denní dávku sacharidů, která je dle Evropského úřadu pro bezpečnost potravin, 45 - 60% celkově přijaté energie (Agostoni, et al., 2010).

Poté co se Cr dostane do svalových buněk, začne se zvětšovat jejich objem. Toto vede k nárůstu svalové hmoty, dále lze pozorovat pozitivní vliv na tělesný výkon a svalovou sílu. (Heidy & Andrea, 2011; Embleton & Thorne, 1999).

Při dlouhodobé suplementaci dochází k udržování zvýšené hladiny Cr. Tato fáze může trvat dva až čtyři týdny a podávají se 2 – 3 g na den. I zde existuje metoda dávkování pro každého jedince zvlášť. Doporučenou denní dávku Cr z plnicí fáze vynásobíte desetinou ($24 \cdot 0.1 = 2.4$ g kreatinu na den) (Embleton & Thorne, 1999).

Balsom, Soderlund, Sjodin & Ekblom v roce 1995 ve své studii zkoumali vliv suplementace Cr na šest mužských subjektů. Před doplněním Cr a po šesti dnech doplňování Cr 20g denně. Z výsledků suplementace vyplývá, že průměrná hodnota CP se zvedla z 128.7 na 151.5 mmol/kg suché hmotnosti. Podobný výzkum prováděl v roce 2001 Preen et al. Zjistili, že přijímání 20g Cr pod dobu 5 dní, zvyšuje koncentraci Cr +48.9% a CP +12.5% oproti měření před nasycením. Další podobnou studii vydali v roce 2002 Rawsona, Clarkson, Price a Miles, kdy porovnávali účinky krátkodobé suplementace Cr a její vliv na hladinu CP u dvou rozdílných věkových skupin. Bylo prokázáno, že mladší skupina jedinců vykazovala signifikantně vyšší nárůst CP ve svalech ve srovnání se starší skupinou jedinců. V roce 2011 byla předložena studie Rawsona, Stece, Fredericksona a Milese, která prokázala, že se při požití nízkých dávek Cr (2.3g na den) po dobu 6 týdnů, významně zvýší hladina Cr v krevní plazmě a zvýšila se i odolnost vůči únavě při vysoce intenzivních tělesných cvičeních.

3.1.3.2 Vliv suplementace kreatinu na zdraví

Suplementace Cr s sebou nese otázku, zda s jejich užíváním nejsou spojeny vedlejší či nežádoucí účinky.

Jelikož se v žádných publikovaných studiích nepotvrdily vedlejší účinky při dlouhodobějším používání Cr, není zde riziko spojené s renálními komplikacemi. Jediné zprávy spojené s poruchou funkcí ledvin, byly zmíněny některých v lékařských časopisech. Tyto zprávy se však týkaly pouze několika málo jedinců, již trpěli problémy s ledvinami ještě před užíváním Cr. Touto otázkou se také zabývali v roce 2000 Robinson, Sewell, Casey, Steenge a Greenhaff, jejich výsledky však jasně dokazují, že neexistují žádné zjevné nežádoucí účinky Cr na funkci ledvin. V roce 2003 Richard et. al. prováděli výzkum, zda je dlouhodobé užívání Cr bezpečné. Po 21 měsíčním období výzkumu nebyly pozorovány žádné rozdíly mezi skupinami, jež užívali a neužívali Cr. Spekulovalo se, že sportovci, kteří užívají Cr, trpí nadměrně svalovými křečemi. Avšak žádný z těchto případů nebyl podložený studií (Maughan & Burke, 2006).

Protože Cr způsobuje nárůst tělesné hmotnosti, mohou nastat komplikace ve sportech, které se dělí na váhové kategorie. Jelikož je v některých sportech třeba snížit tělesnou hmotnost jedince klidně o 10 % před započítáním soutěže a užíval-li daný jedinec Cr, drastické postupy vedoucí k takovému úbytku hmotnosti mohou způsobovat problémy s dehydratací a hypertermií. Tímto je zde otázka nežádoucích účinků na lidský organismus na místě (Maughan & Burke, 2006). Dalším problémem je, že se Cr v těle metabolizuje v toxický formaldehyd, ovšem není jasné, zda množství

vzniklého formaldehydu tímto způsobem může učinit nějakou škodu (Cramer, Stout, Culbertson & Egan, 2007).

Cr je také využíván v oblasti medicíny. Pozitivní účinky byly nalezeny například při léčbě srdečních chorob a cukrovky (Fořt, 2005; Cramera, Stoutta, Culbertsona a Egana 2007), či snížení hladiny cholesterolu v krvi (Earnest, et. al., 1996; Arcieroet et. al., 2001). V roce 2011 Benton s Donohoem dokázali, že užívání Cr může mít pozitivní vliv na kognitivní funkce. Robinson, Sewell, Casey, Steenge a Greenhaff (2000) zmiňují, že po užití Cr nebyla zjištěna známka poškození svalů. Naopak Hespel et. al. (2001) říkají, že perorální doplnění Cr kompenzuje pokles obsahu bílkovin GLUT4, který se vyskytuje během imobilizace (krátkodobé či dlouhodobé znehybnění – např. sádrou dlahou z léčebných důvodů) a zvyšuje obsah proteinu GLUT4 během následného rehabilitačního tréninku uzdravených subjektů.

3.2 Kreatin v kosterním svalstvu

Ve svalových buňkách nalezneme dvě formy Cr, tzv. volný Cr a kreatinfosfát (CP). Poměr těchto dvou forem je 35 - 40% ku 75 - 60 %. Ve svalech nacházíme 3 - 4krát více CP než ATP (adenosintrifosfát), které je forma okamžitého zdroje energie pro kontrakci svalu. Jakmile se hladina ATP příliš sníží, začne se projevovat únava, a to při přibližně 70 až 75% z celkového množství ATP ve svalu. Je-li nezbytné únavu oddálit, je musí se syntetizovat ATP stejnou rychlostí, jakou se spotřebovává (Maughan & Burke, 2006).

Cr pracuje jako buněčný volumizér tak, že v těle zvyšuje obsah vody, podporuje resyntézu glykogenu. Je nápomocný při doplňování hladiny svalového kreatinu jako látka, která krátkodobě dodává energii a zvyšuje hladinu inzulínového růstového faktoru. Díky tomu, že kreatin váže na svalovou buňku vodu, mají svaly větší objem a sílu. Efekt je však pouze dočasný. Po ukončení cyklu, kdy se doplňuje kreatin pomocí suplementace, voda opadne a svalový objem také (Grasgruber, Cacek, 2008).

3.2.1 Distribuce kreatinu v kosterním svalstvu

Cr se nachází přirozeně v lidském těle, jedná se o derivát tří aminokyselin argininu, metioninu a glycinu. Chemicky znám jako N-methyl-guanidin-acetát. Syntéza kreatinu začíná v ledvinách, odkud putuje pomocí krve do jater, ve kterých reaguje s S-adenosylmethioninem a syntetizuje Cr. 95% tělesných zásob Cr se nachází v kosterním svalstvu a zbývajících 5% se rozděluje do mozku,

ledvin a varlat. Vzhledem k tomu, že Cr je převážně přítomen v masové stravě, mají vegetariáni nižší koncentraci Cr v těle (Burke et al., 2008).

Cr je přenášen pomocí krve, která ho rozvádí do příčně pruhované svaloviny, konkrétně do sarkomer a mitochondrií. Rozvod Cr je prováděn za pomoci uzpůsobených transporterů Crea T1 a Crea T2. Vylučování Cr probíhá formou kreatininu močí. Kreatinin vzniká ve svalech z CP inverzibilní neenzymovou dehydratací (Vilikus, Mach & Brandejský, 2012).

V lidském těle nalezneme tři druhy svalových vláken typ-I. jsou pomalá (oxidativní) vlákna, která jsou nezbytná pro vytrvalostní a aerobní svalovou práci. Dlouhodobou, méně intenzivní práci, jež probíhá za přístupu kyslíku. Tyto svaly se smršťují oproti dalším dvěma, pomaleji (70-140 milisekund), ale využívají energii ATP efektivněji. Množství Cr v těchto vláknech je 110.9 (mmol/kg). Typické je u těchto vláken husté prokrvení. Průřez vláknem je malý, mají dlouhé sarkomery a obsahují málo glykogenu. Dále obsahují velké množství myoglobinu, ve kterém jsou uloženy zásoby kyslíku pro intenzivní svalovou práci (Kenney, Wilmore & Costill, 2015).

Dalším typem jsou vlákna rychlá, tzv. typ II, které se dělí na pomalejší IIA (oxidativně-glykolytické), které mají určitý aerobní potenciál a rychlejší IIB (glykolytické), jež jsou důležité pro anaerobní sporty, ve kterých dominuje explozivní síla. IIA vlákna představují určitý mezistupeň mezi I a IIB vlákny, Ve vláknech IIA se nachází přibližně o 15 % CP více, než je tomu u pomalých oxidativních vláknech a obsah Cr je zde 117.0 (mmol/kg). Ve vláknech IIB se nachází přibližně o 20 % CP více, než je tomu u pomalých vláken a obsahuje 132.2 (mmol/kg) Cr. Smršťování IIA a IIB je rychlejší (50-100 milisekund), než I. Průřez vláknem je velký, mají kratší sarkomery. Mají méně husté prokrvení a nachází se zde velké zásoby glykogenu a kreatinfosfátu (Kenney, Wilmore & Costill, 2015).

3.2.3 Mechanismus účinku kreatinu na resyntézu makrogenních fosfátů

Při aerobním cvičení se vytváří adenzintrifosfát (ATP) za přítomnosti O₂. Pro vytvoření ATP na buněčné úrovni je tělem využíváno kromě O₂ i tuků a uhlohydrátů. Jestliže se ve svalových buňkách vytvoří ATP, stane se pro tělo energetickým zdrojem pro kontrakci kosterních svalů (Hnízdil, 2005). Nároky na krytí spotřeby ATP závisejí především na intenzitě a době trvání pohybové činnosti. U krátce trvajících procesů prováděných s maximální intenzitou je ATP získáván štěpením CP, který vzniká přeměnou Cr. CP pomáhá doplnit rezervu ATP v buňkách, které dodávají energii pro svalovou práci. Proto platí, že čím větší zásobu ATP máme, tím více práce můžeme vykonat (Murray, Granner, Mayes, & Rodwell, 2002). V organismu dochází

ke štěpení ATP na ADP (adenosindifosfát), Pi a energii. Kvůli tomuto procesu musíme neustále obnovovat ATP, který je tvořen zpětně ze vzniklého ADP a CP. Při sportovních výkonech dochází k rychlé refosforylaci ATP a to díky katalytickému enzymu kreatinkináza. Samotná regenerace CP probíhá při klidových podmínkách v mitochondriích procesem oxidativní fosforylace. K tomuto procesu je potřeba substrátu Cr a ATP za vzniku CP a ADP. Při experimentech bylo prokázáno, že zvýšené množství Cr rapidně zvyšuje klidovou regeneraci ATP. Ve svalech se nachází jen malé množství ATP. Toto množství odpovídá přibližně 3.4 g (5 mmol/kg) u muže s 20 kg svalové hmoty. Množství ATP u daného jedince je 70g. ATP se resyntetizuje velmi rychle. Je to reakce, která svým mechanismem dodává svalům potřebný výkon. Mechanismus, jenž poskytuje energetický materiál z ATP je omezen délkou trvání a úrovní zátěže (Maughan & Burke, 2006).

Uvádí se, že energetický systém ATP-CP je nejvíce vyčerpán v prvních 2-3 vteřinách maximální svalové práce, poté dochází k aktivaci anaerobní glykolýzy Spencer, Bishop, Dawson, & Goodman (2005). Proto může být únava přičítána rychlému poklesu CP. Generování vrcholového anaerobního výkonu a anaerobní kapacity může záviset na endogenních úrovních ATP a CP. Zejména CP jako prostředku k rychlé regeneraci omezené intramuskulární dodávky ATP pro anaerobní kapacitu. Snow et al. 1998 dodává, že zvýšení celkového Cr ve svalech prostřednictvím suplementace Cr, může tedy poskytnout zvýšený účinek rychlosti syntézy ATP během intermitentního, vysoce intenzivního krátkodobého cvičení a zlepši rychlost resyntézy CP během regenerace. Toto tvrzení podpořili Kurosawa et al. 2003, kteří hodnotili rychlost syntézy ATP pomocí hydrolýzy a glykolýzy CP a průměrného výkonu během 10s maximálního stisknutí ruky. Dospěli k závěru, že denní dávka 30g Cr po dobu 14 dní zlepši syntézu ATP pomocí hydrolýzy CP a průměrného výkonu během krátkodobého maximálního výkonu. Studie naznačuje, že zlepšení výkonu během 10s maximálního dynamického stisku ruky bylo spojeno se zvýšenou dostupností CP pro syntézu ATP.

3.3 Vliv suplementace kreatinu na jednorázové rychlostní a rychlostně-silové pohybové výkony

Mujika et al. v roce 2000 zkoumali vliv Cr na výkonu fotbalistů, jež provádějí přerušované vysoce intenzivní cviky specifické pro fotbal (výskok, sprint na 5 a 15m). Sedmnáct hráčů fotbalu podstoupilo tyto testy před a po suplementaci Cr. Po pre testech byli fotbalisté zařazeni do skupiny, jež bude užívat 5g Cr denně po dobu šesti dní, nebo do skupiny užívající placebo (maltodextrin). Výsledky ukázaly, že průměrná doba Cr skupiny byla významně rychlejší oproti skupině druhé (průměrně rychlejší o 0.02s na 5m a 0.03s na 15m oproti pre-testům) u které nebyly pozorovány

změny. Autoři uvedli, že zlepšení výkonu je konkurenční výhodou hry, protože se za zápas udělá průměrně 60 -90 sprintů o délce 15 – 20 metrů. Při zlepšení o 0.02s pro pětmetrový sprint a zlepšení 0.03s pro patnáctimetrový sprint ve skupině Cr, odpovídají vzdálenostem 10.3 a 19.3cm. Takové rozdílové hodnoty pravděpodobně pomohou hráčům předběhnout protihráče a dosáhnout dříve na míč. Dle Mujiky et al. je tedy pravděpodobné, že suplementace Cr může mít rozhodující vliv na fotbalový zápas. Podobný test prováděl v roce 2002 Cox et al. Zkoumal účinky Cr na dvanácti fotbalistkách. Dávkování probíhalo 5g Cr na den po dobu šesti dní pro Cr skupinu. Stejně dávkování, ale placebo (glukózový polymer) pro druhou skupinu. Test se skládal z 11 dvacetimetrových maximálních sprintů oddělených minutovým odpočinkem a agility testem. Bylo pozorováno průměrné zlepšení o 0.06s pro 20metrové sprinty a 0.3s zlepšení v agility běhu (pro Cr skupinu). Tyto zlepšení by mohly odpovídat vzdálenosti 30 a 70cm. Tato zlepšení jsou dle Coxe et al. smysluplná pro výsledek hry, neboť mohou fotbalistkám pomoci překonat soupeře, nebo získat míč. Vlivu suplementace Cr na výkony fotbalistů také zkoumal ve své studii Ostojic v roce 2004. Účastníci byli náhodně rozděleni do skupin, v nichž probíhala suplementace Cr (10 g Cr monohydrátu/7 dní), nebo placebo látky (10 g Cr monohydrátu/celulózy po dobu 7 dní). Před a po suplementaci absolvovaly dané skupiny několik testů specifických pro fotbal: dribling, test sprintu a vertikální výskok. Dle dané studie se výsledky skupiny, jež užívala Cr významně zlepšily, oproti skupině užívající placebo, u které nebyly pozorovány žádné změny. Tyto výsledky tudíž naznačují, že suplementace 30g Cr monohydrát po dobu sedmi dní má příznivý vliv na dribling, sprint a vertikální skok u mladých fotbalistů. V roce 2012 uskutečnil Mohebbi et al. podobný test u mladých fotbalistů s výjimkou u Cr skupiny, (kdy místo 30g Cr monohydrátu doplňoval 20g Cr monohydrátu/ 7dní). Fotbalisté byli testováni na krátké sprinty a driblovací disciplíny. Výsledky testů Mohebbiho et al. ukazují, že rychlost sprintů a driblingu se u Cr skupiny významně zlepšila (o 0,05s oproti skupině užívající placebo). Podobnou studii vydali v roce 2017 Yáñez-Silva et. al., kdy zkoumali účinky krátkodobého doplňování nízké dávky Cr (0.13 g·kg) během 14. dnů na svalový výkon 19 mladých fotbalistů ve věku 17 ± 0.5 let. Fotbalisté byli rozděleni na dvě náhodné skupiny, které provedly testy před a po suplementaci Cr a placebo látkou (maltodextrin). Probandi podstoupili anaerobní Wingate test. Byl zjišťován maximální a průměrný výkon, index únavy a celková vykonaná práce. U skupiny, jež užívala Cr, byl zaznamenán zvýšený maximální i průměrný výkon, oproti skupině, která byla doplňována placebem, nezměnil se však únavový index. Při post-testech byly zaznamenány výrazné rozdíly celkově vykonané práce mezi skupinami Cr a placebem, oproti pre-testům. Závěr této studie se shoduje s výsledky Ostojica z roku 2004 a říká, že nízká

dávka krátkodobé perorální suplementace Cr významně ovlivnila svalový výkon u testovaných osob.

V roce 2009 zkoumal Braun et.al. užívání doplňků stravy u mladých elitních atletů. Ve studii bylo zkoumáno celkové užívání vitamínů, minerálů, sacharidů, bílkovin, tuků a sportovních nápojů. Menší polovina zkoumaných osob uvedla, že užívají bílkoviny, aminokyseliny Cr, či jiné ergogenní přípravky. Hlavními motivy používání těchto doplňků stravy byly zlepšení zdravotního stavu a zlepšení výkonnosti. Průzkum ukázal, že užívání ergogenních prostředků je mezi mladými německými atlety velmi rozšířené.

Studie Azizi (2011), byla zaměřena na vliv Cr na některé anaerobní výkony a plavecké sprintové schopnosti během 6denního tréninkového plánu. U dvaceti osob ve věku 17 až 26 let byla náhodně přidělena suplementace Cr nebo placebem. První skupině byl podáván Cr monohydrát 4x/ 24hod po dobu 6dní. Druhá skupina měla stejný režim dávkování, avšak jim bylo podáváno glukózové placebo. Všech dvacet sportovců se zúčastnilo testování v benchpressu, skoku vysokého, běžeckého sprintu na 60m a plaveckého sprintu na 25 a 50m. U skupiny, jež dostávala dávky Cr, bylo v průběhu studie zaznamenáno zlepšení výkonu v benchpressu, skoku vysokém a také 60m sprintu. Výkony v plaveckém sprintu na 25 a 50 metrů se zlepšily také, ovšem výsledky nebyly výrazně větší, než u skupiny, která pobírala placebo. Závěr studie říká, že doplnění kreatinu ve spojení s dobrým kondičním tréninkem, může zlepšit atletický výkon u závodních plavců.

Z pohybové charakteristiky hráčů v utkání vyplývá, že jsou neustále opakovány rychlostní a rychlostně-silové pohybové výkony, mezi které patří nejčastěji krátké sprinty a vertikální výskoky jak je uvedeno výše. Rovněž na základě některých výše zmíněných studií lze očekávat, že by na základě suplementace Cr mohlo dojít ke zlepšení v rychlostních či rychlostně-silových výkonech.

4 Cíle práce

4.1 Hlavní cíl:

Cílem práce bylo zjistit účinek suplementace kreatin monohydrátu na běžecký a cyklistický sprint a vertikální výskok u adolescentních fotbalistů.

4.2 Dílčí cíle:

- Na základě prostudování odborné literatury připravit detailní design výzkumu.
- Připravit (navázat) jednotlivé dávky kreatin monohydrátu + dextrózy a maltodextrinu
- Provedení pre a post-testů.
- Vyhodnocení výsledků pomocí SW program Statistica 9.

5 Metodika

5.1 Design výzkumu

Na základě prostudování publikovaných studií o suplementaci kreatin monohydrátu, byla naše studie založena na randomizovaném, dvojitě zaslepeném a placebo skupinou kontrolovaném experimentu. Výzkum trval pro účastníky 7 dní a zahrnoval dvě testovací části, které proběhly před (1. část) a po suplementaci kreatin monohydrátu a jednoduchých sacharidů (2. část). V první části výzkumu absolvovali jedinci pre-testy. Poté byli jedinci rozděleni do dvou skupin – kreatin skupiny (CrS) a placebo skupiny (PlaS). V druhé části výzkumu, po 5 denní suplementaci kreatin monohydrátu a jednoduchých sacharidů (CrS), nebo maltodextrinu (PlaS), absolvovali jedinci post-testy. Všechny testovací části byly provedeny při stejné teplotě a vlhkosti vzduchu (22° C respektive 45%) a přibližně ve stejnou denní dobu (14:00 – 19:00). Jedinci byli instruováni, aby si zachovali svoje běžné stravovací návyky a pohybovou aktivitu a zvýšili příjem tekutin v celém průběhu výzkumu a rovněž, aby se vyhnuli namáhavému tělesnému cvičení 24 hodin před každým testovacím dnem.

5.2 Účastníci

16 hráčů fotbalu (8CrS vs 8PlaS), průměrný věk 18.0 ± 0.8 let, -pravidelně trénujících 3 – 4× týdně, průměrná doba tréninku 9.1 ± 2.3 . Z výzkumu byli vyřazeni účastníci s chronickými nebo akutními zdravotními problémy a indispozicemi.

Studie byla schválena etickou komisí Fakulty tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci (kód schválení 71/2016) a všechny provedené experimentální postupy splňovaly pravidla fakulty. Informovaný písemný souhlas byl získán od všech probandů (příloha 1). U probandů mladších 18 let byl podepsán informovaný písemný souhlas rodiči, nebo zákonnými zástupci (příloha 2).

5.3 Suplementace

Po první testovací části bylo probandům podáno 20 malých uzavřených sáčků. Každý z těchto sáčků obsahoval buď 5g kreatin monohydrátu + 15g dextrózy (Myprotein, Anglie), nebo 20 g maltodextrinu (placebo). Suplementace probíhala po dobu 5 dní a kreatin monohydrát + dextróza (CrS) / maltodextrin (PlaS) byl užíván 4x denně společně s ranním, poledním, odpoledním a večerním jídlem s odstupem 3-4 hodin mezi jednotlivými dávkami. Jestliže bylo zapomenuto užití nějaké dávky, probandi byli instruováni, aby dávku užili ihned, jakmile si vzpomenou a následující dávky poté rozdělí tak, aby byl splněn 4 hodinový odstup mezi dávkami. Probandi byli instruováni, aby vždy zamíchali směs ve vlažné či teplé vodě (250ml vody) a tekutinu naráz vypili (Harris et al., 1992). Bylo zjištěno, že právě tato metoda suplementace kreatin monohydrátu je efektivní pro zvýšení zásob Cr ve svalech. (Harris et al., 1992; Preen et al., 2001; Rawson et al., 2002). U probandů probíhala sebekontrola příjmu suplementů pomocí záznamového listu a telefonická kontrola (připomenutí) výzkumníka.

5.4 Pre a post-testy

5.4.1 Vertikální výskoky

Testy maximálního vertikálního výskoku a běžeckého sprintu byly vykonány v hale na umělém povrchu. Před motorickými testy absolvovali jedinci standardizované 10-min rozcvičení sestávající z běhu nízké intenzity a dynamických strečinkových cviků. Přibližně 2 minuty po rozcvičení vykonali jedinci vertikální výskoky s podřepem (CMJ) a bez podřepu (SJ), v obou případech s fixací paží na lopkách kyčelních kostí. CMJ byl vykonán z pozice 90° mezi stehnem a bérce, v této pozici jedinci setrvali 1-2s a poté vykonali maximální vertikální výskok bez podřepu. Pro oba typy výskoků měli jedinci jeden cvičný a tři testovací pokusy s 30 sekundovým odpočinkem mezi jednotlivými pokusy. Výška výskoku byla počítána na základě doby letové fáze pomocí přístroje Optojump Next, version 1.3.20.0 (Microgate, Bolzano, Italy). Jako závislá proměnná byl počítán nejlepší ze tří testovacích pokusů.

5.4.2 Běžecský sprint test

3 minuty po absolvování testů maximálních vertikálních výskoků absolvovali jedinci běžecský sprint na 10m. Jedinci měli jeden cvičný a tři testovací pokusy s 90 s odpočinkem mezi jednotlivými pokusy. Každý pokus byl zahájen z pozice ve stoje, s chodidlem 30 cm před startovní lajnou. Sprinterské pokusy byly zaznamenávány fotobuňkami TC Timing System (Brower Timing System, Draper, USA). Jako závislá proměnná byl počítán nejlepší ze tří testovacích pokusů.

5.4.3 Cyklistický sprint test

20 minut po dokončení běžecského sprintu absolvovali jedinci 6 s cyklistický sprint test (CST_{6s}) na bicykloergometru. Před testem provedl každý účastník 5 min zahřátí šlapáním ve střední intenzitě při odporu 1.9% tělesné hmotnosti, 2 minuty po rozcvičení následovali dva zkušební 6-s sprinty submaximální intenzity při odporu 1.9%, oddělené 2 minutami pasivního odpočinku. 2 minuty po absolvování zkušebních sprintů následovaly dva maximální 6 s cyklistické sprinty proti odporu 7.5% tělesné hmotnosti, oddělené 3 minutami pasivního odpočinku. Brzdový odpor byl spuštěn v okamžiku dosažení rychlosti šlapání 120 otáček za minutu. Výška sedla byla nastavena vždy pro každého probanda individuálně. Při startovací pozici se nacházela dominantní noha v horní poloze. Během obou pokusů byli probandi povzbuzováni k dosažení maximálního možného výkonu. Jako závislá proměnná byl počítán nejlepší ze dvou testovacích pokusů.

V CST_{6s} byly hodnoceny tyto parametry: P_{6s} ($W \cdot kg^{-1}$) – průměrná mechanická síla; P_{peak} ($W \cdot kg^{-1}$) – nejvyšší dosažený moment síly.

5.5 Statistická analýza

K výpočtu statistických charakteristik byl použit SW program Statistica 9 (StatSoft, Inc., Tulsa, USA). Pro vyjádření centrální tendence a variability jednotlivých proměnných byl použit průměr (M) a směrodatná odchylka (SD). Efekt suplementace Cr byl hodnocen pomocí párového T-testu a velikostí účinku (effect size) srovnáním hodnot naměřených v pre-testu a post-testu u obou skupin (CrS/PlaS). Statistická významnost byla ve všech případech stanovena na hodnotu $p = 0.05$.

6 Výsledky

U CrS ukázaly výsledky signifikantní zvýšení pouze v nejvyšším dosaženém momentu síly (P_{peak} ($W \cdot \text{kg}^{-1}$) v $\text{CST}_{6\text{s}}$. V dalších testech nevedla suplementace Cr k signifikantnímu zvýšení hodnot. Ve SJ a v $\text{CST}_{6\text{s}}$ v průměrné mechanické síle $P_{6\text{s}}$ ($W \cdot \text{kg}^{-1}$) byl však u CrS zjištěn velký účinek (tabulka 1).

Tabulka 1. Výsledné hodnoty účastníků v pre a post-testech u Cr skupiny $M \pm SD$.

	Cr skupina (n = 8)			
	Pre	Post	<i>d</i>	<i>p</i>
SJ (cm)	33.5 ± 2.4	35.9 ± 2.9	0.901657	0.06
CMJ (cm)	37.7 ± 3.9	38.0 ± 3.6	0.079936	0.42
Sprint 10 m (s)	1.89 ± 0.04	1.89 ± 0.05	0.045277	0.32
$P_{6\text{s}}$ ($W \cdot \text{kg}^{-1}$)	12.10 ± 0.52	12.53 ± 0.45	0.884298	0.06
P_{peak} ($W \cdot \text{kg}^{-1}$)	13.91 ± 1.08	14.60 ± 0.92*	0.687803	0.04

Vysvětlivky: $P_{6\text{s}}$ ($W \cdot \text{kg}^{-1}$) – průměrná mechanická síla; P_{peak} ($W \cdot \text{kg}^{-1}$) – nejvyšší dosažený moment síly; *d* – Cohenovo *d*; *p* – přesné hodnoty; SJ – Vertikální výskok bez podřepu; CMJ – Vertikální výskok s podřepem; * - signifikantní rozdíl ($p < 0.05$)

U PlaS nebylo v post-testech oproti pre-testům zaznamenáno statisticky významné zlepšení v žádném testu. Ve všech testech byla rovněž zjištěna nízká velikost účinku (tabulka 2).

Tabulka 2. Výsledné hodnoty účastníků v pre a post-testech u Pl skupiny $M \pm SD$.

	Pl skupina (n = 8)			
	Pre	Post	<i>d</i>	<i>p</i>
SJ (cm)	38.1 ± 4.7	38.0 ± 5.2	0.020176	0.48
CMJ (cm)	41.6 ± 6.6	40.8 ± 6.8	0.11939	0.12
Sprint 10 m (s)	1.86 ± 0.04	1.87 ± 0.06	0.196116	0.31
P_{6s} (W · kg ⁻¹)	12.51 ± 1.13	12.78 ± 0.96	0.257523	0.08
P_{peak} (W · kg ⁻¹)	14.83 ± 1.38	15.11 ± 1.44	0.198537	0.12

Vysvětlivky: P_{6s} (W · kg⁻¹) – průměrná mechanická síla; P_{peak} (W · kg⁻¹) – nejvyšší dosažený moment síly; *d* – Cohenovo *d*; *p* – přesné hodnoty; SJ – Vertikální výskok bez podřepu; CMJ – Vertikální výskok s podřepem; * - signifikantní rozdíl ($p < 0.05$)

7 Diskuse

Výsledky ukázaly, že po suplementaci kreatin monohydrátu nedošlo u SJ a CMJ k statisticky významnému zlepšení. Podobné výsledky byly zaznamenány i ve studiích Mujika et. al (2000) a Balsom et. al (1995) kdy probandi užívali 20g Cr po dobu 6 dní. Avšak byl zjištěn velký účinek (effect size) na SJ ($d=0.90$). U CMJ nedošlo ke zlepšení nejspíše z důvodu vlivu techniky provedení výskoku u testovaných probandů, neboť výkon v CMJ je výsledkem rovněž mezisvalové koordinace. Tyto výsledky podporuje Ostojic (2004) který uvádí, že krátkodobé doplnění Cr pozitivně ovlivňuje vertikální výskok u mladých fotbalistů. V jeho studii užívali probandi 30g Cr po dobu 7 dní. Různé výsledky mohou souviset s množstvím užitého Cr během dne, případně změnami hmotnosti vyvolanými Cr, který způsobí zvýšení obsahu intracelulární vody v těle. Dalším aspektem různých výsledků může být fakt, že lidé s nízkým až středním obsahem Cr ve svalech, mohou lépe reagovat na jeho zvýšení, než lidé, kteří mají obsah Cr přirozeně vyšší Maughan & Burke (2006). Mujika et. al (2000) zmiňují, že byl zaznamenán příznivý vliv na vertikální výskok u fotbalistů, kteří Cr užívali dlouhodobě. Pokud má opravdu dlouhodobé podávání Cr, společně s kvalitním tréninkem, za následek přírůstky ve svalové tkáni, mohlo by to skutečně vést ke zlepšení výkonu ve vertikálním výskoku.

Efekt suplementace Cr se projevil nejvyšším dosaženém momentu síly v CST_{6s} . Výsledky tohoto testování ukazují signifikantní rozdíl ve výsledcích u CrS oproti PlaS. Dále bylo zjištěn velký účinek (effect size) na průměrnou mechanickou sílu během 6 s cyklistickém sprintu ($d = 0.88$). Ke stejným výsledkům došli ve svých studiích také Balsom et. al (1995) a Dawson et. al (1995). Důvodem zlepšení v těchto testech oproti sprintu na 10 m nastaly v momentě, kdy byly naměřené hodnoty upraveny podle tělesné hmotnosti jednotlivých probandů Tharp et. al (1985).

Výsledky sprintu na 10 m ukázaly, že u probandů nedošlo ke zlepšení. Naproti tomu, ve studii Mujika et. al (2000), byl jasně prokázán pozitivní vliv na výkon ve sprintu (15 m) při krátkodobém užívání Cr. Rozdíl ve výsledcích se může lišit, jelikož výkon v uvedeném testu je částečně závislý na specifických svalových charakteristikách (rozložení a množství rychlých svalových vláken). Dále je potřeba zmínit, že celkové výsledky mohly být ovlivněny zprůměrováním hodnot v rámci celé skupiny a rovněž relativně nízkým počtem testovaných osob v obou skupinách (K podobnému ovlivnění moho dojít i ve studii Mujika et. al (2000), jenž testoval stejný počet osob). Dva probandi měli po suplementaci Cr výsledky v post-testech podobné, či v některých parametrech horší oproti pre-testům, čímž se potvrzuje tvrzení Clark (2014), která uvádí, že u některých jedinců nemusí

docházet po suplementaci Cr k žádnému výkonnostnímu zlepšení. Výsledky těchto jedinců mohly ovlivnit zprůměrovaný výsledek celé CrS. Naopak u třech testovaných osob v CrS došlo k rapidnímu zlepšení hodnot téměř ve všech parametrech oproti ostatním testovaným, což potvrzuje studie Maughan & Burke (2006), která je zmíněna výše. Došlo také ke zlepšení výkonu u 3 probandů v PlaS, při čemž Bediie & Foad (2009) říká, že psychologické proměnné, jako je motivace, očekávání či kondice a interakce těchto proměnných s fyziologickými proměnnými, mohou být významnými faktory u pozitivních, či negativních výsledků.

8 Závěr

Práce shrnuje informace z literatury a studií o jednom z nejvíce rozšířených doplňků stravy, kreatin monohydrátu. Cr se užívá především v oblasti silových sportů, kde byl mnoha studiemi potvrzen pozitivní vliv na výkonnost sportovců. V této práci bylo zjišťováno, jaký vliv má Cr na krátký běžecký a cyklistický sprint a maximální výskok u mladých fotbalistů. Výzkumu se zúčastnilo 16 hráčů fotbalu ve věku 17 – 19 let, kteří byli rozděleni do dvou skupin CrS a PlaS, kdy v každé skupině bylo 8 probandů. Probandi užívali krátkodobou 5 denní suplementaci Cr, kdy každý jedinec v CrS užíval denně 4 dávky 5g kreatinu monohydrátu + 15g dextrózy. Jedinci v PlaS užívali denně 4 dávky 20g maltodextrinu. V této studii použitý kreatin monohydrát, dextróza a maltodextrin, byly od firmy Myprotein z Velké Británie. Tato firma zaručuje čistotu surovin řadou certifikátů kvality.

Efekt suplementace Cr byl prokázán v CST_{6s} v parametru P_{peak} ($W \cdot kg^{-1}$) (13.91 ± 1.08 v pre-testu, oproti 14.60 ± 0.92 v post- testu. U P_{6s} a SJ byl zjištěn velký účinek ($d = 0.88$ respektive 0.90). U ostatních testů nebyl prokázán vliv suplementace kreatin monohydrátu na výkonnost probandů, jelikož výsledky nebyly statisticky významné, nebo s hodnotami, jež odpovídají nízkému účinku. Bylo však zjištěno, že reakce probandů na suplementaci Cr se liší u každého jedince, někteří probandi reagují na suplementaci Cr ve větší míře než ostatní a někteří dokonce nereagují na suplementaci Cr vůbec. Do dalšího výzkumu proto doporučujeme zapojit více probandů. Dále je třeba zmínit limit této práce – zařazení 6 s sprint testu na bicykloergometru, jenž není typickým pohybem pro hráče fotbalu.

Na základě těchto výsledků se zdá, že krátkodobá suplementace kreatin monohydrátu může mít pro adolescentní fotbalisty pozitivní účinek na některé typy rychlostně-silových výkonů.

9 Souhrn

Cílem této práce bylo zjistit účinek krátkodobé 5 denní suplementace Cr na běžecký a cyklistický sprint a vertikální výskok u adolescentních fotbalistů. Výsledky měření ukázaly signifikantní rozdíl pouze u nejvyššího momentu síly během jedné otáčky při CST_{6s} . Vysoký efekt byl prokázán u průměrného mechanického výkonu v 6 s cyklistickém sprintu a vertikálním výskoku bez podřepu. Na základě těchto výsledků lze odvodit, že krátkodobá suplementace Cr má vliv některé rychlostně-silové disciplíny u adolescentních fotbalistů.

Bylo také potvrzeno, že suplementace Cr má na některé jedince větší vliv než na ostatní. Tato odlišná reakce je připisována nižší hladině Cr před zahájením suplementace.

10 Summary

The aim of this thesis was to find out the effect of the short-term (5 days) Cr supplementation on running and cycling sprint and vertical jump at adolescent soccer players. The measurement results showed significant differences only at the highest moment of the force at CST_{6s} . There was proved greater effect on average mechanical strength during CST_{6s} and CMJ. Based on these findings it seems that short-time creatine monohydrate supplementation might have positive effect at some of speed-force performance at adolescent football players.

It has also been confirmed that Cr supplementation has some influence on some individuals than others. This different reaction is admitted by lower Cr level before the start of supplementation.

11 Referenční seznam

Agostoni, C., Bresson, J., Fairweather-Tait, S., Flynn, A., Golly, I., Korhonen, H., ... & Moseley, B. (2010). Scientific opinion on dietary reference values for carbohydrates and dietary fibre. *EFSA journal*, 8(3).

Ahrendt, D. M. (2001). *Ergogenic aids: counseling the athlete*. *American family physician*, 63(5).

Arciero, P. J., Hannibal, N. S., Nindl, B. C., Gentile, C. L., Hamed, J., & Vukovich, M. D. (2001). Comparison of creatine ingestion and resistance training on energy expenditure and limb blood flow. *Metabolism*, 50(12), 1429-1434.

Balsom, P. D., Söderlund, K., Sjödín, B., & Ekblom, B. (1995). Skeletal muscle metabolism during short duration high-intensity exercise: influence of creatine supplementation. *Acta Physiologica*, 154(3), 303-310.

Bangsbo, J., Nørregaard, L., & Thorsoe, F. (1991). Activity profile of competition soccer. *Canadian journal of sport sciences= Journal canadien des sciences du sport*, 16(2), 110-116.

Beedie, C. J., & Foad, A. J. (2009). The placebo effect in sports performance. *Sports Medicine*, 39(4), 313-329.

Benton, D., & Donohoe, R. (2011). The influence of creatine supplementation on the cognitive functioning of vegetarians and omnivores. *British journal of nutrition*, 105(7), 1100-1105.

Braun, H., Koehler, K., Geyer, H., Kleinert, J., Mester, J., & Schänzer, W. (2009). Dietary supplement use among elite young German athletes. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 19(1), 97-109.

Burke, D. G., Candow, D. G., Chilibeck, P. D., MacNeil, L. G., Roy, B. D., Tarnopolsky, M. A., & Ziegenfuss, T. (2008). Effect of creatine supplementation and resistance-exercise training on

muscle insulin-like growth factor in young adults. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*, 18(4), 389-398.

Castagna, C., Chamari, K., Stolen, T., & Wisloff, U. (2005). Physiology of soccer, An Update. *Sports med*, 35(6), 501-536.

Clark, N. (2014). *Sportovní výživa*. Praha: Grada publishing as.

Cox, G., Mujika, I., Tumilty, D., & Burke, L. (2002). Acute creatine supplementation and performance during a field test simulating match play in elite female soccer players. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*, 12(1), 33-46.

Cramer, J. T., Stout, J. R., Culbertson, J. Y., & Egan, A. D. (2007). Effects of creatine supplementation and free days of resistance training on muscle strength, power output, and neuro muscular function. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(3), 668.

Dawson, B., Cutler, M., Moody, A., Lawrence, S., Goodman, C., & Randall, N. (1995). Effects of oral creatine loading on single and repeated maximal short sprints. *Australian journal of science and medicine in sport*, 27(3), 56-61.

Earnest, C. P., Almada, A. L., & Mitchell, T. L. (1996). High-performance capillary electrophoresis-pure creatine monohydrate reduces blood lipids in men and women. *Clinical Science*, 91(1), 113-118.

Embleton, P., & Thorne, G. (1999). *Suplementy ve výživě: Ucelený informativní průvodce užíváním ergogenních látek v kulturistice*. Svět kulturistiky.

Fořt, P. (2005). *Výživa pro dokonalou kondici a zdraví*. Grada Publishing as.

Fořt, P. (2006). *Výživa (hlavně) pro kulturistiku a fitness*. Svět kulturistiky.

Grasgruber, P., & Cacek, J. (2008). *Sportovní geny*. Computer Press as.

Harris, R. C., Söderlund, K., & Hultman, E. (1992). Elevation of creatine in resting and exercised muscle of normal subjects by creatine supplementation. *Clinical science*, 83(3), 367-374.

Haugen, T. A., Tønnessen, E., & Seiler, S. (2013). Anaerobic performance testing of professional soccer players 1995–2010. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 8(2), 148-156.

Heidi, S., & Andrea, C. (2011). *Výživa pro maximální sportovní výkon: správně načasovaný jídelníček*. Grada Publishing as.

Hespeel, P., Op't Eijnde, B., Leemputte, M. V., Ursø, B., Greenhaff, P. L., Labarque, V. & Richter, E. A. (2001). Oral creatine supplementation facilitates the rehabilitation of disuse atrophy and alters the expression of muscle myogenic factors in humans. *The Journal of physiology*, 536(2), 625-633.

Hnízdil, J., Kirchner, J., Novotná, D. (2005) *Spinning*. Praha: Grada Publishing, 100s. ISBN 80-247-0350-5.

Hunter, J. P., & Marshall, R. N. (2002). Effects of power and flexibility training on vertical jump technique. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 34(3), 478-486.

Kenney, W. L., Wilmore, J., & Costill, D. (2015). *Physiology of Sport and Exercise 6th Edition*. Human kinetics.

Konopka, P. (2004). *Sportovní výživa. 1. vyd. České Budějovice: KOPP, 2004. 125 s.* ISBN 80-7232-228-1.

Kurosawa, Y., Hamaoka, T., Katsumura, T., Kuwamori, M., Kimura, N., Sako, T., & Chance, B. (2003). Creatine supplementation enhances anaerobic ATP synthesis during a single 10 sec maximal handgrip exercise. In *Guanidino Compounds in Biology and Medicine* (pp. 105-112).

- Mach, I. (2012). *Doplňky stravy*. Grada Publishing as.
- Maughan, R. J. (1999). Nutritional ergogenic aids and exercise performance. *Nutrition research reviews*, 12(2), 255-280.
- Maughan, R. J., & Burke, L. M. (2006). *Výživa ve sportu: příručka pro sportovní medicínu. 1. vyd. Praha: Galén, 2006. 311 s. ISBN 80-7262-318-4*. Roubík, L. (2012). *Příprava na soutěž v kulturistice od A do Z*. Grafixon.
- Mohebbi, H., Rahnama, N., Moghadassi, M., & Ranjbar, K. (2012). Effect of creatine supplementation on sprint and skill performance in Young Soccer Players. *Middle-East J Sci Res*, 12(3), 397-401.
- Mora, L., Sentandreu, M. A., & Toldra, F. (2008). Effect of cooking conditions on creatinine formation in cooked ham. *Journal of agricultural and food chemistry*, 56(23), 11279-11284.
- Mujika, I., Padilla, S., Ibanez, J., Izquierdo, M., & Gorostiaga, E. (2000). Creatine supplementation and sprint performance in soccer players. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 32(2), 518.
- Ostojic, S. M. (2004). Creatine supplementation in young soccer players. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*, 14(1), 95-103.
- Passwater, R. A. (1995). *Creatine*. McGraw-Hill Companies.
- Preen, D., Dawson, B., Goodman, C., Lawrence, S., Beilby, J., & Ching, S. (2001). Effect of creatine loading on long-term sprint exercise performance and metabolism. *Medicine and science in sports and exercise*, 33(5), 814-821.
- Psotta, R., Bunc, V., Mahrová, A., Netscher, J., & Nováková, H. (2006). *Fotbal: kondiční trénink*. Praha: Grada Publishing.

Rawson, E. S., Clarkson, P. M., Price, T. B., & Miles, M. P. (2002). Differential response of muscle phosphocreatine to creatine supplementation in young and old subjects. *Acta Physiologica*, 174(1), 57-65.

Rawson, E. S., Stec, M. J., Frederickson, S. J., & Miles, M. P. (2011). Low-dose creatine supplementation enhances fatigue resistance in the absence of weight gain. *Nutrition*, 27(4), 451-455.

Robinson, T. M., Sewell, D. A., Casey, A., Steenge, G., & Greenhaff, P. L. (2000). Dietary creatine supplementation does not affect some haematological indices, or indices of muscle damage and hepatic and renal function. *British journal of sports medicine*, 34(4), 284-288.

Smart, N. A., McKenzie, S. G., Nix, L. M., Baldwin, S. E., Page, K., Wade, D., & Hampson, P. K. (1998). Creatine supplementation does not improve repeat sprint performance in soccer players. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 30(5), 140.

Snow, R. J., McKenna, M. J., Selig, S. E., Kemp, J., Stathis, C. G., & Zhao, S. (1998). Effect of creatine supplementation on sprint exercise performance and muscle metabolism. *Journal of applied physiology*, 84(5), 1667-1673.

Spencer, M., Bishop, D., Dawson, B., & Goodman, C. (2005). Physiological and metabolic responses of repeated-sprint activities. *Sports Medicine*, 35(12), 1025-1044.

Tharp, G. D., Newhouse, R. K., Uffelman, L., Thorland, W. G., & Johnson, G. O. (1985). Comparison of sprint and run times with performance on the Wingate anaerobic test. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 56(1), 73-76.

Vigh-Larsen, J. F., Dalgas, U., & Andersen, T. B. (2018). Position-specific acceleration and deceleration profiles in elite youth and senior soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 32(4), 1114-1122.

Vilikus, Z., Mach, I., & Brandejský, P. (2012). *Výživa sportovců a sportovní výkon*. Karolinum.

Williams, M. H., & Branch, J. D. (1998). Creatine supplementation and exercise performance: an update. *Journal of the American College of Nutrition*, 17(3), 216-234.

Yáñez-Silva, A., Buzzachera, C. F., Piçarro, I. D. C., Januario, R. S., Ferreira, L. H., McAnulty, S. R., & Souza-Junior, T. P. (2017). Effect of low dose, short-term creatine supplementation on muscle power output in elite youth soccer players. *Journal of the and sprint swimming records of fiale competitive swimmers. Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 15, 1626-1629.

12 Přílohy

Příloha 1. Informovaný souhlas



Univerzita Palackého
v Olomouci

Fakulta
tělesné kultury

Základní informace pro účastníky zahrnuté do Šetření,

Vážení účastníci,

dovolujeme si Vás požádat o spolupráci na projektu „Fyziologické determinanty výkonu v intermitentním vysoce intenzivním cvičení“, který je řešen na katedře přírodních věd v kinantropologii Fakulty tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci.

Cílem tohoto projektu je prohloubit poznatky o fyziologii intermitentního vysoce intenzivního tělesného cvičení, které mohou sloužit k inovaci hodnocení a diagnostiky tělesné výkonnosti hráčů sportovních her. Cílem této části výzkumu je zjistit účinek suplementace kreatin monohydrátu na intermitentní anaerobní výkon, izokinetickou svalovou sílu dolních končetin a rychlostní silové pohybové výkony. Zapojení do výzkumu spočívá v užívání látky kreatin monohydrátu společně s dextrózou po dobu 5 dní (4 x 5g kreatin monohydrátu + 15 g dextrózy) a podstoupení tří laboratorních testů a to před a po ukončení suplementace kreatin monohydrátu + dextrózy. Suplementace uvedených látek není tělu nebezpečná, přesto se mohou vyskytnout vedlejší účinky jako je nevolnost, zvracení, průjem a svalové křeče, z důvodu možných změn rovnováhy tělních tekutin, je doporučeno během suplementace dbát na zvýšený příjem tekutin. Laboratorní testy sestávají z měření tělesného složení přístrojem InBody 230, izokinetického vyšetření síly flexorů a extenzorů kolene, maximálního vertikálního výskoku, běžeckého sprintu na 10 m a intermitentního testu na bicyklovém ergometru (Monark 894 Peak Bike) zahrnujícího deset 6sekundových intervalů maximálního šlapání s intervaly odpočinku 30 s po každém pracovním intervalu se současným provedením spirometrie (Cosmed K4b2) a odběrem kapénky krve z bříška prstu ruky přístrojem LactateScout+ s nepocit'ovaným vpichem ve 3. minutě po skončení testu pro hodnocení koncentrace laktátu v krvi.

Všechny uvedené přístroje jsou certifikovány podle příslušných evropských technických směrnic resp. standard' pro fyziologické testování a budou užity oprávněnými osobami s příslušnou odborností a certifikací.

Všechny výše uvedené testy a měření budou probíhat v laboratoři na Fakultě tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci pod dohledem lékaře a budou provedeny osobami s certifikovaným oprávněním pro uvedené testování a pro práci s přístroji. Účastník může kdykoliv a bez udání důvodu svou účast v tomto výzkumu ukončit. Získané informace jsou anonymní a nebudou poskytovány třetím osobám.

Mgr. Svatoslav Valenta
odpovědný řešitel
e-mail: svatoslav.valenta@seznam.cz
tel. 728894038

Prof. PaedDr. Rudolf Psotta, Ph.D.
odpovědný řešitel
emal: rudolf.psotta@upol.cz
tel. 585636112

Individuální informovaný souhlas

Souhlasím - Nesouhlasím

s účastí na výše uvedeném výzkumném šetření.

Jméno a příjmení.....

Datum narození.....

V Olomouci dne.....

Podpis.....

a vyjadřuji – nevyjadřuji
(nehodící škrtněte)

dobrovolný a informovaný souhlas s touto účastí.

Děkujeme Vám za pochopení významu uvedeného šetření a za možnost s Vámi spolupracovat.



Univerzita Palackého
v Olomouci

Fakulta
tělesné kultury

Základní informace pro účastníky zahrnuté do Šetření,

Vážený rodiče,

dovolujeme si Vás požádat o spolupráci na projektu „Fyziologické determinanty výkonu v intermitentním vysoce intenzivním cvičení“, který je řešen na katedře přírodních věd v kinantropologii Fakulty tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci.

Cílem tohoto projektu je prohloubit poznatky o fyziologii intermitentního vysoce intenzivního tělesného cvičení, které mohou sloužit k inovaci hodnocení a diagnostiky tělesné výkonnosti hráčů sportovních her. Cílem této části výzkumu je zjistit účinek suplementace kreatin monohydrátu na intermitentní anaerobní výkon, izokinetickou svalovou sílu dolních končetin a rychlostní silové pohybové výkony. Zapojení do výzkumu spočívá v užívání látky kreatin monohydrátu společně s dextrózou po dobu 5 dní (4 x 5g kreatin monohydrátu + 15 g dextrózy) a podstoupení tří laboratorních testů a to před a po ukončení suplementace kreatin monohydrátu + dextrózy. Suplementace uvedených látek není tělu nebezpečná, přesto se mohou vyskytnout vedlejší účinky jako je nevolnost, zvracení, průjem a svalové křeče, z důvodu možných změn rovnováhy tělních tekutin, je doporučeno během suplementace dbát na zvýšený příjem tekutin. Laboratorní testy sestávají z měření tělesného složení přístrojem InBody 230, izokinetického vyšetření síly flexorů a extenzorů kolene, maximálního vertikálního výskoku, běžeckého sprintu na 10 m a intermitentního testu na bicyklovém ergometru (Monark 894 Peak Bike) zahrnujícího deset 6sekundových intervalů maximálního šlapání s intervaly odpočinku 30 s po každém pracovním intervalu se současným provedením spirometrie (Cosmed K4b2) a odběrem kapénky krve z bříška prstu ruky přístrojem LactateScout+ s nepocitovaným vpichem ve 3. minutě po skončení testu pro hodnocení koncentrace laktátu v krvi.

Všechny uvedené přístroje jsou certifikovány podle příslušných evropských technických směrnic resp. standardů pro fyziologické testování a budou užity oprávněnými osobami s příslušnou odborností a certifikací.

Všechny výše uvedené testy a měření budou probíhat v laboratoři na Fakultě tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci pod dohledem lékaře a budou provedeny osobami s certifikovaným oprávněním pro uvedené testování a pro práci s přístroji. Účastník může kdykoliv a bez udání důvodu svou účast v tomto výzkumu ukončit. Získané informace jsou anonymní a nebudou poskytovány třetím osobám.

Děkujeme Vám za pochopení významu uvedeného šetření a za možnost s Vámi spolupracovat.

Mgr. Svatoslav Valenta
odpovědný řešitel
e-mail: svatoslav.valenta@seznam.cz
tel. 728894038

Prof. PaedDr. Rudolf Psotta, Ph.D.
odpovědný řešitel
emal: rudolf.psotta@upol.cz
tel. 585636112

Individuální informovaný souhlas

Souhlasím - Nesouhlasím

s účastí na výše uvedeném výzkumném šetření.

Jméno a příjmení.....

Datum narození.....

V Olomouci dne.....

Podpis.....

a vyjadřuji – nevyjadřuji
(nehodící škrtněte)

dobrovolný a informovaný souhlas s touto účastí.