

# Univerzita Karlova v Praze

## 1. Lékařská fakulta

Studijní program: specializace ve zdravotnictví

Studijní obor: nutriční terapie



**Stefan Papanikolaou**

**Efektivita potravinových doplňků pro sportovce**

The effectiveness of dietary supplements for athletes

Bakalářská práce

Vedoucí práce: doc. MUDr. Zdeněk Vilikus, CSc.

Praha, 2017

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracoval samostatně pod vedením docenta Zdeňka Vilkuse, CSc. a že jsem řádně uvedl a citoval všechny použité prameny a literaturu. Současně prohlašuji, že práce nebyla využita k získání stejného nebo jiného titulu.

Souhlasím s trvalým uložením elektronické verze mé práce v databázi systému meziuniverzitního projektu Theses.cz za účelem soustavné kontroly podobnosti kvalifikačních prací.

V Praze, 30. 4. 2017

Stefan Papanikolaou

Podpis

## **Poděkování**

Děkuji Doc. Zdeňku Vilikusovi, CSc. za odborné vedení, rady a připomínky při zpracování mé bakalářské práce. Také chci poděkovat pracovníkům knihovny 1. lékařské fakulty za to, že studentům zajišťují přístup k vědeckým publikacím z celého světa.

PAPANIKOLAOU, Stefan. Efektivita potravinových doplňků pro sportovce. [The effectiveness of dietary supplements for athletes]. Praha, 2017. 34 s. Bakalářská práce (Bc.). Univerzita Karlova v Praze, 1. lékařská fakulta. III. interní klinika – klinika endokrinologie a metabolismu 1.LF a VFN v Praze. Vedoucí práce doc. MUDr. Zdeněk Vilikus, CSc.

## **Abstrakt**

Tato bakalářská práce se věnuje tématu doplňků stravy, které jsou určeny především těm pro sportovce. Aby byl výběr takových doplňků skutečně určen sportovcům, určil jsem látky a doplňky dle prodejnosti v mnoha českých sportovních centrech. Tak jsem zjistil, jaké látky jsou nejvíce využívány. V následujícím kroku mě zajímalo, jaká je skutečně účinnost takových látek a zda je správně nastaveno dávkování. Při tomto zjišťování jsem se soustředil na hledání kvalitních vědeckých zdrojů, ideálně meta-studií, ze kterých jsem vyvodil, zda je látka pro sportovce využitelná a vždy jsem se zaměřil i na to, pro které konkrétní jedince se takový doplněk hodí. Valná většina látek potvrdila na základě dostupných informací své účinky, hlavní nedostatek byl většinou v povaze inzerovaných účinků nebo v dávkování, které bylo třeba upravit. Některé látky v mém zkoumání vůbec neobstály. Častým problémem bylo, že látky byly vhodné pouze pro určité jedince či pouze za určitých okolností, což však nebylo výrobcem deklarováno. Mnoho látek proto kýžený účinek, jaký sportovci očekávají, nepřináší. Práce je spíše rešeršního charakteru a v závěru má jednoduchý a praktický manuál k vybraným účinným látkám, kde se věnuji už pouze těm látkám, které jsou pro sportovce vhodné. Zároveň tyto látky klasifikuji dle jejich přínosu pro jednotlivé typy sportovců.

Klíčová slova: doplňky stravy, sport, sportovní výkon, suplementy, účinné látky

## **Abstract**

This thesis is dealing with supplements specifically the ones for athletes. To make the selection as useful as possible, I basically chose the supplements according to the sales in sport centers. On these foundations, I made the decision which supplements to research. The next step was to find out the real efficiency of these supplements and if the dosage is set properly. To do so I went through existing science papers, meta-analysis when available, and I made a conclusion. The aim of the conclusion was to say if each of the supplements is useful and for whom. Most of the supplements shown to be beneficial, though some of them needed correction in labeling. Concretely the advertised effects and the dosage needed to be refined. But some of the supplements shown as unadvisable at all. An often issue was that the supplements are useful only for specific use – for specific athletes, or under specific conditions. This was not clearly stated by the producers. And so, some of the supplements will not be beneficial in ways athletes may expect. This thesis is more of a review essay, but in the end, there is a simple tutorial.

keywords: active ingredients, sport, sport performance, sport supplements, supplements

## Obsah

1.	SLOVO ÚVODEM .....	6
2.	SPORTOVNÍ DOPLŇKY STRAVY .....	7
3.	HYPOTÉZA .....	9
4.	METODOLOGIE .....	10
5.	KONKRÉTNÍ ÚČINNÉ LÁTKY .....	11
5.1.	<i>Aminokyseliny s rozvětveným řetězcem – BCAA</i> .....	11
5.2.	<i>L-karnitin</i> .....	14
5.3.	<i>Výrobky ovlivňující oxid dusnatý (NO)</i> .....	17
5.4.	<i>Glutamin</i> .....	21
5.5.	<i>MCT</i> .....	22
5.6.	<i>Kreatin</i> .....	24
5.7.	<i>Beta-alanin</i> .....	28
5.8.	<i>Kofein a L-theanin</i> .....	30
6.	PRAKTICKÁ DOPORUČENÍ.....	33
6.1.	<i>Pro silové sportovce a amatérské kulturisty</i> .....	33
6.2.	<i>Lidé s kardiovaskulárními potížemi a senioři</i> .....	34
6.3.	<i>Nedoporučitelné, vyřazené látky</i> .....	36
7.	ZÁVĚR.....	37
	CITOVANÁ LITERATURA .....	38

## **1. Slovo úvodem**

Téma sportovních doplňků jsem si vybral proto, že se sám o tuto oblast již delší dobu aktivně zajímám. Při mém zjišťování jsem velmi záhy zjistil, že se jedná o téma poměrně komplikované, ve kterém mezi sportovci, nesportovci i nutričními terapeuty koluje mnoho nepodložených nebo úplně mylných informací. Právě pro těžkou orientaci v relevantních zdrojích jsem si téma vybral k bakalářské práci. Má práce je sice spíše rešeršního charakteru, zato s velmi konkrétními a jednoduše použitelnými závěry.

## 2. Sportovní doplňky stravy

Jako doplňky stravy jsou v České republice označovány produkty obsahující konkrétní látky v koncentrovaných množstvích, které jsou konzumovány např. formou tablety, koncentrované tekutiny aj. Je důležité zdůraznit, že právě vysoká koncentrace a malá relativní velikost je u tohoto typu produktu důležitá. Nejedná se tedy např. o fortifikované potraviny, léčiva etc. Doplňky stravy mohou obecně obsahovat vitamíny, minerály ale i jiné látky, viz dále. Smyslem doplňku stravy je doplňovat určitou látku, kterou konzument není schopen v dostatečném množství získat buď kvůli nevyvážené stravě, nebo kvůli nízké koncentraci aktivní látky v potravinách. Nemůže tedy sám o sobě nikdy zastoupit pestrou stravu.

Sportovními doplňky stravy potom rozumíme ty doplňky, které cílí na různé aspekty sportu. Často to bývá zvýšení výkonu, nárůst svalové hmoty, snížení množství tělesného tuku, rychlejší regenerace mezi výkony, zvýšení hladiny testosteronu a další. Bývají prodávány buď jako jednotlivé účinné látky, nebo jako údajně synergistické směsi. Nepatří sem náhrady jídla jako jsou proteinové koncentráty, které bývají k potravinovým doplňkům často přiřazovány.

Zájem lidí na celém světě o doplňky stravy je vidět na tom, jaké jsou v tomto průmyslovém odvětví ekonomické výsledky. Za rok 2012 byly tržby v USA odhadnuty na asi 12 miliard dolarů. [1] Některé odhady dokonce mluví o více než 32 miliardách dolarů. [2] Z toho sportovní doplňky tvoří asi jednu pětinu. Podle analytické společnosti QuintilesIMS byly jen v České republice tržby za rok 2011 odhadnuty na více než 4,5 miliardy Kč. S takovou tržbou se může průmysl potravinových doplňků řadit mezi jedny ze světově největších průmyslových odvětví dneška. V USA používá doplňky stravy více než polovina dospělé populace. [3] I vzhledem k tomu je dobré vědět, zda jsou potravinové doplňky účinné a zda jsou jejich slibované účinky vědecky podložené.

V práci se nezabývám možnou přítomností škodlivých látek v přípravcích, protože produkty legálně prodávané na našem trhu nesmí zdraví ohrozit. Zdravý člověk by tedy neměl mít obavy z jejich užívání. Doplněk stravy je definován v § 2 písm. g) zákona č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích jako: „*potravina, jejímž účelem je doplňovat běžnou stravu a která je koncentrovaným zdrojem vitaminů a minerálních látek nebo dalších látek s nutričním nebo fyziologickým účinkem, obsažených v potravině samostatně nebo v kombinaci, určená k přímé spotřebě v malých odměřených množstvích*“. I přes „nutriční nebo fyziologický účinek“ v definici nemusí výrobce žádné účinky ani jiné vlastnosti dokládat. Pokud má člověk



jakékoliv zdravotní potíže, případně pochybnosti o produktu, měl by se za všech okolností poradit s lékařem či farmaceutem. Škodlivostí plynoucí z nízké kvality nebo špatného skladování se zabývá Státní zemědělská a potravinářská inspekce. Dále je také možné najít řadu nezávislých testů kvality. Předpoklad práce tedy je, že doplňky u nás legální cestou dostupné jsou v zásadě bezpečné.

Jelikož Evropská Unie směrnicí 2002/46/ES zakázala uvádět u výrobků údaje, které by mohly spotřebitele uvést v omyl, tedy i deklarovat účinky doplňků stravy, čerpal jsem údaje o účincích hlavně z webových stránek oblíbených zahraničních obchodů.

### **3. Hypotéza**

Mou hypotézou v práci je, že výrobci v zásadě neusilují o vytvoření skutečně efektivních výrobků, tedy že je pravděpodobné, že účinky přípravků budou přehnané nebo budou informace uvádět v nesprávném kontextu. Proto si myslím, že při prostudování dostupných kvalitních zdrojů, které budou vědecky podložené, bude možné zhodnotit účinnost a dávkování sportovních doplňků stravy a následně bude na základě těchto dat možné vytvořit vlastní efektivnější variantu takových doporučení. Je pravděpodobné, že některé dostupné sportovní doplňky stravy budou z takových doporučení v mé práci pro jejich neúčinnost zcela vyloučeny a u jiných bude potřeba zásadně přehodnotit způsob užívání.

## **4. Metodologie**

S úmyslem vybrat co možná nejužitečnější výběr doplňků stravy pro sportovce jsem před samotným psaním práce provedl průzkum sortimentu doplňků různých pražských sportovišť. Na základě toho jsem vybral konkrétní účinné látky ke zkoumání. Každá je poté zhodnocena s pomocí odborné literatury. Z toho je vyvozen jednoduchý závěr – zda má látka prokázaný účinek, za jakých okolností a jak ji případně užívat. Poté následuje zhodnocení, zda výrobky splňují tato kritéria.

## 5. Konkrétní účinné látky

### 5.1. Aminokyseliny s rozvětveným řetězcem – BCAA

Přípravky obsahující právě aminokyseliny s rozvětveným řetězcem (dále jen „*BCAA*“) se spolu s L-karnitinem objevily v mém průzkumu zdaleka nejčastěji. I podle internetových obchodů jsou to jedny z nejoblíbenějších doplňků stravy vůbec. Myslím, že jejich obliba se zakládá na tom, že výrobci chytře využili okolností. BCAA jsou opravdu pro správnou funkci svalů naprosto nezbytné. Jejich suplementace však až na velmi specifické podmínky většinou výhody nepřináší. Důvody rozvedu níže.

Jako BCAA bývají označovány tři esenciální aminokyseliny: leucin, izoleucin a valin. Často podávané v poměru 2:1:1, protože leucin se jeví jako nejúčinnější. Ve svalech zastupují BCAA asi třetinu všech aminokyselin. Podporují proteosyntézu, mohou ovlivňovat vylučování inzulínu, utlumují katabolismus a mají i mnoho dalších funkcí. Rád bych však podotknul, že například zvýšená proteosyntéza ještě nutně nevede k měřitelným změnám muskulatury.

Často bývá skloňován vliv BCAA na výkon a výdrž. A opravdu se zdá, že existují situace, za kterých by mohly být BCAA užitečné. Dvojitě zaslepená studie zkoumala výkon 218 lidí při běhu na dlouhou vzdálenost (30 a 42,2 kilometru). Běžci na kratší trati dostali o něco nižší dávku než maratonci. Před i po výkonu byl měřen mentální výkon účastníků pomocí Stroopova testu. Ukázalo se, že oproti placebo měla skupina s BCAA lepší výsledky. U maratonců se navíc objevila zajímavá skutečnost, že skupina pomalejších běžců těžila z BCAA více. U rychlejších běžců (méně než 3 hodiny a 5 minut) byly výsledky velice podobné s kontrolní skupinou, nedošlo tedy ke zlepšení [4]. Z této studie tedy vyplývá, že BCAA jsou vhodné spíše pro méně trénované jedince.

To nás přivádí k další studii, která zkoumala vliv BCAA právě na trénované jedince. Cílem bylo zjistit, jak u nich příjem BCAA v menší i větší dávce ovlivní výkon. Zkoumal se čas cvičení do vyčerpání sportovce. Výsledek však byl stejný pro skupinu s doplňkem i pro kontrolní skupinu bez něj. [5] Zajímavé je, že součástí této studie byl i test vlivu tryptofanu. Při dlouhém vyčerpávajícím cvičení se přirozeně zvyšuje hladina tryptofanu v krvi. Tryptofan je další z aminokyselin, která se svým tvarem a velikostí dá zařadit mezi aminokyseliny s rozvětveným řetězcem (BCAA). Ovšem měl by mít opačný efekt od aminokyselin

prodáváných jako sportovní doplněk – tedy zvyšovat únavu a ospalost. Proto se někdy užívá jako možný doplněk pro lepší spánek. V této studii na trénovaných sportovcích však ani tryptofan v poměrně vysoké dávce neměl žádný účinek. I když se ve skupinách s účinnými látkami zvyšovaly krevní hladiny podávaných aminokyselin, výsledný výkon ovlivněn nebyl. Tato studie tedy potvrdila předchozí závěr tím, že u trénovaných sportovců nepřinášelo užívání BCAA výhody.

Další studie zkoumala vliv BCAA na výkon po využití zásob glykogenu. Jeden den studie podstoupili účastníci náročný trénink zaměřený na využití maxima glykogenových zásob. Následující den pak byli podrobeni náročnému výkonnostnímu testu. Skupina s BCAA měla o více než 17 % lepší výkon. Došlo také k vyšší oxidaci lipidů a to beze změn v množství lipidů v krvi [6]. Můžeme tedy říct, že užitečnost BCAA stoupá s mírou vyčerpání jedince. Právě proto jsou BCAA obecně vhodnější pro netréňované sportovce, kteří bodu vyčerpání dosáhnout rychleji.

Pro zlepšení výkonu tedy užívání BCAA nevypadá jako jednoznačná a účinná pomoc. Je potřeba sledovat a nejlépe i zapisovat svou vlastní individuální reakci na suplementaci, aby si každý mohl být jistý, zda u něj BCAA tyto požadované schopnosti zlepšují. Případně za jakých okolností – při akutní spánkové deprivaci, velmi náročném tréninku, během přípravných soustředí atd. Udělat jednoznačný závěr zatím nelze, ale zatím nevypadají výsledky všeobecného užívání BCAA příznivě.

Vědce také zajímalo, jaké mají BCAA účinky na bolest svalů po náročném fyzickém výkonu. To zkoumala dvojitě zaslepená studie z roku 2012. Studie se účastnilo celkem 21 účastníků v průměrném věku 63 let. Výzkumníci se zaměřili na několik fyziologických ukazatelů před, během i po výkonu. Rozdíly mezi skupinami nebyly výrazné. Autoři popisují účinky BCAA jako doslova „skromné“ [7]. Další studií, která se zabývala působením BCAA na bolest svalů, byla ta zaměřená na tzv. DOMs, čili svalovou bolest se zpožděným nástupem. Její závěry jsou však naopak pozitivní. Účastníci byli podrobeni náročnému silovému tréninku. Po dvou dnech od zátěže byl u BCAA skupiny zjištěn výrazně lepší výsledek. Úbytek síly vlivem únavy z prvního cvičení byl podstatně snížen. Snížena byla také svalová bolest (DOM). Bohužel, jak uznávají autoři studie, tyto výsledky pouze naznačují možné pozitivní účinky a je potřeba dalšího zkoumání [8]. Co se tedy bolesti a únavy týče, jsou zatím výsledky nejednoznačné. Závěrem by mohlo být, že v oblasti únavy a bolesti způsobené cvičením by mohla být suplementace užitečná.

BCAA jsou také často užívány u kulturistů a obecně u sportovců usilujících o lepší vzhled. Studie na toto téma, která zkoumala vliv leucinu na výkon a tělesnou skladbu u začínajících sportovců, sice zjistila účinek nárůstu síly oproti kontrolní skupině, ale změny v tělesné skladbě byly s kontrolní skupinou totožné. BCAA tedy v tomto ohledu zlepšily sílu, ale na vzhled neměly vliv [9]. U této studie je ale potřeba upozornit na to, že denní příjem bílkovin účastníků byl jen 0.9g/kg. U aktivních sportovců a obzvláště kulturistů se vědecky ověřená doporučení pohybují mezi 1.6 gramy na kilo [10] až po aktuálně velmi kvalitním výzkumem potvrzených 1.7 až 2.2 gramu na kilo [11]. Je tedy velkou otázkou, jaké by byly výsledky, pokud by měli účastníci studie pokrytý sportem zvýšený příjem bílkovin ze stravy. Další studií zkoumající vliv BCAA na vzhled sportovců měla pozitivní výsledky. Dokonce velmi pozitivní, oproti kontrolní skupině měla skupina s doplňkem dvakrát lepší výsledky. Dvakrát větší úbytek tuku i dvakrát větší nárůst svalové hmoty. Ovšem tato studie má tolik nedostatků, že se z jejích dat snad ani nedá vycházet. Zařadil jsem ji spíše z důvodu nedostatku kvalitnějších studií. Spolu s BCAA totiž dostávali účastníci zároveň citrulin malát a glutamin, což je ve studii nejasně značeno. Daleko větší vliv na výsledky ale musel mít fakt, že jídelníček účastníků nebyl kontrolován, dokonce ani zaznamenáván. Pochyby také působí fakt, že studii financovala společnost vyrábějící doplněk obsahující směs těchto látek [12]. Závěrem se dá říct, že doporučení k užívání BCAA za účelem dosažení lepších estetických výsledků je velmi odvážné a velmi vágně podložené. Sám bych užívání BCAA za tímto účelem nedoporučil.

Závěr z těchto studií můžeme udělat takový, že používání BCAA může zlepšit mentální únavu při vyčerpávajícím cvičení u méně zdatných jedinců. Jak u rychlých běžců, tak u trénovaných cyklistů však výsledky nebyly pro BCAA příznivé. Po využití glykogenu, kterého mají trénovaní sportovci větší zásoby [13], by měly BCAA také pomoci. U méně trénovaných jedinců může tedy užívání BCAA před nebo během cvičení zlepšit schopnost soustředit se, pokud s tím má jedinec potíže.

Doporučit by se tedy BCAA daly sportovcům, kteří během delších a vyčerpávajících tréninků zažívají pocit malátnosti a špatného soustředění. Lepší soustředění může dopomoci zlepšit výkon nebo alespoň pomoci předejít zranění. Kromě sportovců začátečníků by se daly přípravky s BCAA doporučit také opravdu náročně trénujícím sportovcům, kterým by při velmi náročných trénincích mohly dopomoci k lepším výkonům. Jak ale ukázal test u maratonců, zde je třeba si vyzkoušet individuální reakci sportovce na výrobek.

## 5.2. L-karnitin

Karnitin je derivát dvou esenciálních aminokyselin – lysinu a metioninu. Vyskytuje se ve dvou optických izomerech – L a D. Jako potravinový doplněk se používá izomer L, protože hraje důležitou roli v metabolismu mastných kyselin. D izomer v lidském těle žádnou funkci nemá. L-karnitin se podílí na přenosu mastných kyselin z intracelulární tekutiny do mitochondrií, kde jsou následně oxidovány. Bez L-karnitinu by se nemohly mastné kyseliny s dlouhým řetězcem do buňky dostat. Proto jsou mu přikládány schopnosti snížit podíl tělesného tuku. Tělo má schopnost si L-karnitin samo syntetizovat, ale současně je i přijímán v potravě. Nejvíce se, jak naznačuje jeho název, vyskytuje v mase, a to hlavně v mase hovězím.

Jelikož je L-karnitin často prezentován jako „spalovač“ tuků, začnu rozborem jeho vlivu na oxidaci tuku. Ve dvojité zaslepené studii trvající 4 týdny, které se účastnilo 15 sportovců, se neukázaly žádné změny ve využití živin při zátěži. Oxidace tuků i sacharidů zůstala nezměněna. Denní dávka přitom byla poměrně vysoká, 3 gramy denně. L-karnitin neměl vliv ani na výkon sportovců [14].

Další studie na toto téma se zúčastnilo 9 sportovců. Ti prošli velmi náročnou a důkladnou přípravou, která je zbavila zásob glykogenu. Poté byl testován jejich výkon a měřily se hodnoty jako vnímaná únava, srdeční tep a pak hlavně oxidace tuků. I přesto, že se oxidace tuků po vyčerpání zvýšila zhruba pětinašobně, toto zvýšení bylo shodné pro placebo skupinu i pro L-karnitin skupinu [15]. Dá se tedy doporučit L-karnitin jako „spalovač“ tuků? Z vědeckých studií vyplývá, že rozhodně ne. I když se teoreticky jeví slibně, tak data z reálných měření takové hypotézy nepotvrzují.

Vliv na podíl tuku je rozporuplný. Studie, které se účastnilo 84 zdravých seniorů, kteří trpěli rychlou únavou již při velice mírné námaze, měla velmi pozitivní výsledky. Senioři dostávali poměrně vysokou dávku L-karnitinu dvakrát denně po dobu jednoho měsíce. Již po takto relativně krátké době byly výsledky jasné a výrazné. Oproti kontrolní skupině se senioři s doplňkem zbavili 6x více tuku. Přírůstek svalové hmoty byl oproti skupině s placebem desetinásobný. Vliv na cholesterol, triglyceridy a krevní hladiny dalších látek byl podobně pozitivní. Velmi zajímavý je také vliv na psychickou a fyzickou únavu. Obojí se oproti kontrolní skupině zlepšilo asi čtyřikrát více a tedy celkem skoro o 50 %. Zároveň při studii nebyly zaznamenány žádné vedlejší účinky [16].

Další velmi podobná studie měla velmi podobné výsledky [17]. Dalo by se zde diskutovat, které změny měl na svědomí samotný L-karnitin a které byly už následkem snížené únavy, a tedy možné větší aktivity účastníků. Výsledek je ale v tomto ohledu jasný a průkazný. U seniorů se dá suplementace L-karnitinem rozhodně doporučit. Ve studii byly použity 2 gramy dvakrát denně.

U mladších a zdravých lidí se bohužel podobné výsledky neopakovaly. Například studie na 36 zdravých obézních ženách nezaznamenala absolutně žádné změny. Několik účastnic mělo naopak vedlejší účinky ve formě zažívacích potíží, a to natolik silných, že studii nedokončily [18]. Další pro L-karnitin nepovzbudivou studií byla ta, která opět neukázala rozdíl mezi skupinou se suplementem a bez něj. Dávka sice byla nižší než v předchozích studiích, ale stále by měla být dle jiných studií či výrobců účinná a navíc se i přibližovala maximální dávce dle Ministerstva zdravotnictví České republiky, kterou předchozí studie několikanásobně překračují [19]. L-karnitin má stejnou funkci v metabolismu mastných kyselin u všech savců. Proto bych rád zmínil i studii, která byla provedena na krysách, která taktéž nezaznamenala žádné pozitivní účinky na úbytek tuku. [20]

Vliv L-karnitinu na množství tukové tkáně je tedy velmi specifický. U jinak zdravých mladých lidí vliv nemá. U seniorů se naopak jeví velmi slibně. Dá se tedy doporučit právě jim, případně lidem s absolutním nedostatkem L-karnitinu ze stravy, jako jsou vegani.

Poškození svalu po cvičení se ukazuje jako oblast, kde by L-karnitin měl mít prokázané pozitivní účinky. Studie zkoumající vliv L-karnitinu na hladiny hormonů při silovém sportování zjistila, že sice nemění hladiny hormonů jako inzulin a testosteron, které v obnově tkání hrají roli, ale že tkáň samotná není sportem tak poškozená. „(...) s větším množstvím nepoškozené tkáně zůstává větší množství receptorů, které jsou schopné s hormony interagovat.“ Tím pádem by mohl přispívat k regeneraci mezi tréninky. Tento závěr tedy ukazuje, že pro pravidelně a těžce cvičící sportovce by mohlo být používání L-karnitinu užitečné. Ve studii byly použity 2 gramy denně, a to ve formě L-karnitin L-tartrate (LCLT) [21]. Tato studie zároveň zjistila razantní zvýšení hladiny proteinu IGFBP-3, který nejspíš hraje roli mimo jiné v potlačení rakovinného bujení [22].

Další studie, která zkoumala poškození svalů náročným silovým cvičením došla k podobným závěrům. Biologické markery ukazující na poškození svalové tkáně byly výrazně sníženy, stejně jako subjektivně vnímaná bolest svalů. Zajímavé ale je, že i přesto nedošlo ke zlepšení



fyzického výkonu. Autoři tedy došli k závěru, že „*suplementace L-karnitinem u mladých lidí může snížit chemické poškození způsobené cvičením a optimalizovat proces obnovy svalů*“. [23] Svalová regenerace je tedy zřejmě oblast, kde najde L-karnitin nejlepší uplatnění.

Velká review studie na využití L-karnitinu ve sportu z roku 2004 došla k podobným závěrům a to, že L-karnitin má u sportovců své místo, protože může zlepšit výkon i regeneraci [24].

L-karnitin se jeví jako bezpečný doplněk. Ve velkých dávkách (5g+) může způsobovat průjemy. Opět zde platí, že je nejlepší se napřed poradit s lékařem. Obzvlášť je tu potřeba zdůraznit, že pokud má jedinec problémy se štítnou žlázou, je porada naprosto nezbytná. L-karnitin se sice jeví pro lidi s hypertyreózou spíše jako pozitivně účinkující látka, protože působí jako antagonist hormonů štítné žlázy, přesto je ale potřeba používání zvážit a pravidelně vyhodnocovat hladiny hormonů štítné žlázy a kortizolu [25].

Závěr této rešerše je tedy takový, že L-karnitin je užitečný doplněk stravy, ovšem s jiným než často deklarovaným účinkem. L-karnitin uživatelé nepomůže zbavit se tukových zásob, ale může pomoci sportovcům lépe regenerovat mezi výkony. Zároveň může pomoci se soustředěním během a po cvičení. Obzvlášť užitečný může být u seniorů, kterým by mohl pomoci k větší vitalitě. Dávkování se dá pro všechny tyto účely určit jako 2-3 gramy denně. Určitě je třeba dát pozor na jakékoliv vedlejší účinky, hlavně u lidí s problémy se štítnou žlázou. Mnou zkoumané doplňky ve fitness centrech toto dávkování splňují.

### 5.3. Výrobky ovlivňující oxid dusnatý (NO)

Výrobky s označením „NO“ nebo také „PUMP“, jsou směsi aminokyselin, které mají pomáhat hlavně s „napumpováním“ svalů, čili zvýšit proudění krve při cvičení. Cílem je zvýšit hladinu oxidu dusnatého v krvi. Nejvíce se používají při silovém sportu, protože mezi kulturisty a sportovci snažící se o hypertrofii je rozšířen názor, že právě „napumpování“ svalů během zátěže je jeden z hlavních nebo úplně hlavní faktor pro úspěšnou hypertrofii. To, že to tak není, je věc jiná. Jak píše autor v rozsáhlém přehledném článku na téma mechanismy hypertrofie *„Zda akutní, cvičením způsobený, buněčný otok přispívá k hypertrofii je nejasné, ale na základě dostupných znalostí o vlivu hydratace na buněčnou funkci se to zdá být přijatelné, pravděpodobné“* [26]. Dále má oxid dusičitý pomáhat s koncentrací, výdrží a celkovým výkonem. Konkrétně se jedná hlavně o L-arginin a L-citrulin.

Zvýšená hladina oxidu dusnatého v krvi je spojována s lepším prouděním krve, růstem svalů i hospodaření s energií [27]. Dusičnany se vyskytují i přirozeně v některých druzích zeleniny, pitné vodě a jinde. Jejich obsah, hlavně v pitné vodě, je přísně regulován. Výzkumy ale ukazují, že například šťáva z červené řepy, která je bohatá na dusičnany, může zlepšit výkon [28] [29].

Doplňky mají ale oproti dusičnanům ze zeleniny nevýhody. Arginin se vstřebává jen omezeně a je z těla rychle vylučován. Citrulin se sice vstřebává lépe, ale je v ledvinách přeměněn na arginin, který sice není z těla rychle vyloučen, ale není ani rychle dostupný v krvi. Místo toho se uvolňuje pomaleji, takže nedojde ke kýženému rychlému zvýšení hladiny dusičnanů.

L-arginin je semiesenciální aminokyselina, která má v těle vícero funkcí, ale pro účely doplňků stravy se zdůrazňuje právě jeho účast při tvorbě oxidu dusnatého, který v těle způsobuje mimo jiné vazodilataci. Jak se ukázalo, tak produkce oxidu dusnatého při cvičení stoupá [30], takže by se doplnění L-argininu zdálo jako logický krok ke zlepšení výkonu. Bohužel, mimo jiné, jeho vstřebávání z doplňků podávaných *per se* je velmi omezené. Dalším problémem je, že i když je to přímý prekurzor pro oxid dusnatý, tak enzymy, které mají jeho syntézu na starost, jsou zpravidla již dostatečně saturovány, a tak suplementace nepřináší chtěné výsledky.

Arginin, případně agmatin, je důležitý při diabetu II nebo třeba různých dysfunkcích cévního systému. Při těchto onemocněních je zvýšená aktivita arginázy, enzymu odbourávajícím arginin. O výhodách suplementace za těchto okolností se také zmíním.

Například studie s pacienty trpící endoteliální dysfunkcí s chronickým srdečním selháním ukázala, že suplementace L-argininu má na stav vasodilatace (závislé na stavu endotelu) velmi podobný pozitivní vliv, stejně jako cvičení. Pokud se spojilo cvičení s L-argininem, bylo dosaženo synergistického účinku. Ve studii bylo použito 8 gramů L-argininu denně rozdělených do třech dávek [31]. Další podobná studie použila asi třikrát vyšší dávky, ale došla k podobným závěrům, kdy také došlo k výraznému zlepšení dilatačních schopností cév po suplementaci argininem. Tato studie se netýkala kardiaků, ale hypercholesteremiků [32]. Další studie provedená s dobrovolníky, kteří netrpěli žádnými vážnějšími potížemi, ukázala také výrazné zlepšení schopností cévního endotelu. Studie trvala půl roku a ke zlepšení stačily pouhé 3 gramy L-argininu denně. „*Tato studie nabízí ukázkou terapeutické role L-argininu u pacientů s bolestí na hrudi a koronární endotální dysfunkcí.*“ [33] Myslím, že ze závěru jasně vyplývá, že pro pacienty potýkající se s méně i více závažnou dysfunkcí cévního endotelu by bylo vhodné poradit se se svým lékařem o suplementaci L-argininem. Při výzkumech se ani neukázaly žádné vážné vedlejší účinky a látka by měla prokazatelně pomáhat. Jak zmiňuje shrnující článek na téma bezpečnosti mimo jiné i L-argininu, tak dávka do 20 gramů za den se dá z dostupných dat označit za bezpečnou. Pokud by přibýlo dat, nejspíš by se dala tato hranice i zvýšit. „*I když byly bez vedlejších účinků používány i daleko vyšší množství, a tak by mohla být bezpečná, nemáme zatím dostatečné množství studií, aby se dalo dojít k závěru, že jsou bezpečné dlouhodobě (...)*“ [34]

U pacientů s plicní hypertenzí přinesla suplementace L-argininu také zlepšení. Při dávkování 0,5g argininu na 10kg hmotnosti pacienta došlo k výraznému snížení plicní hypertenze a zlepšení kapacity při cvičení. Po týdnu užívání došlo ke snížení hodnot markerů ANB a BNP, které ukazují na riziko selhání pravé srdeční komory. Navíc jediným zaznamenaným vedlejším účinkem byly zažívací potíže jednoho z devatenácti pacientů. K žádným závažnějším potížím, jako je hypotenze, nedošlo [35].

U pacientů s diabetem II. typu se ukázal L-arginin také jako velmi účinný. 8 gramů denně skombinované s hypokalorickou dietou a cvičením po dobu tří týdnů přineslo ještě výraznější zlepšení, než samotná dieta a sport u kontrolní skupiny. I když samozřejmě došlo ke zlepšení obou skupin, tak u skupiny pacientů s L-argininem byly výsledky výrazně lepší. Zlepšil se metabolismus glukózy, citlivost na inzulin, funkce cévního endotelu, oxidativní stres i podíl viscerálního tuku [36]. Podobné výsledky podporují i studie na zvířatech. [37] Navíc studie na zvířatech naznačují, že by L-arginin mohl zlepšit hojení diabetických ran. [38]

I když jsou pro potřebu testu použity sportovní výkony, takováto zlepšení jsou samozřejmě přenositelná do běžného života. Tam může arginin dovolit lepší pohyblivost, soběstačnost a celkově při správném použití zvýšit kvalitu života. Navíc nebyly objeveny v podstatě žádné vedlejší účinky, takže lze arginin určitě doporučit.

Jako hlavní účinek L-argininu pro sportovce bývá uváděno zlepšení průtoku krve ve svalcích. Studie, které se tímto účinkem zabývaly u zdravých sportovců, ovšem přináší rozporuplné výsledky. Hlavně u zdravých sportovců nejspíš nebude mít účinky jako u některých sportovců trpících cukrovkou nebo vysokým krevním tlakem [39]. Tudíž se arginin jeví jako specifický doplněk, u kterého je třeba zvážit, zda jsou pro jeho využití správné okolnosti.

Dvojitě zaslepená studie na mladých zdravých sportovcích, které se zúčastnilo 18 dobrovolníků, nezaznamenala žádné změny při použití L-argininu v průtoku krve během ani po cvičení. Jak autoři studie předpokládali na základně dostupných dat: „*Oxid dusnatý by mohl hrát menší roli při vytrvalostním cvičení, v porovnání s jeho důležitější rolí při silovém cvičení.*“ Bohužel autoři museli později na základě získaných dat dojít k závěru, že „*L-arginin zřejmě nemění hemodynamiku ani cévní odpověď při silovém cvičení.*“ [40]

Další dvojitě zaslepená studie na 24 sportovcích také nepřinesla pozitivní výsledky. Studie trvala týden při 12 gramech L-argininu denně. „*Navzdory výraznému velkému zvýšení hladin L-argininu v krvi, je výsledek studie takový, že sedmidenní suplementace dvanácti gramy L-argininu nepřineslo výrazné změny v krevním tlaku ani průtoku...*“ [41]

Závěrem je, že kupovat si preparáty s argininem za účelem lepšího výkonu a efektivnější hypertrofie u zdravých sportovců žádné výsledky nepřinese.

L-citrulin je druhá aminokyselina běžně používaná se stejným cílem jako L-arginin. Často bývají také v preparátech zkombinované. Citrulin je v ledvinách přeměněn na L-arginin, a tímto mechanismem zvyšuje jeho hladinu v krvi efektivněji než suplementace přímo argininem, který bývá hůř vstřebán a pak vyloučen. Ale ani zvýšená hladina argininu v krvi nemusí přinést zlepšení prokrvení, jak už jsem zmínil výše. [41] Takže jak už bylo ukázáno u argininu, užívat L-citrulin kvůli zvýšenému průtoků krve ve svalů je zbytečné. L-citrulin by ale mohl přinášet jiné výhody.

Co se sportovního výkonu týče, tak například studie zkoumající silový výkon (anaerobní aktivitu) a následnou svalovou bolest (DOMs) ukázala velmi pozitivní účinky. Zúčastnilo se jí 41 mužů a zájemem byl jejich výkon při tlaku s velkým zatížením až do vyčerpání. Osm gramů citrulin malátu asi hodinu před testem zajistilo sportovcům o polovinu více opakování než bez něj. Svalová bolest v průběhu dalších dní se snížila o celých čtyřicet procent. Autoři upozorňují, že vzhledem k fyziologické povaze fungování citrulinu budou tyto benefity viditelné hlavně při anaerobní velmi intenzivní aktivitě. Pokud by mezi každou sérií cvičení byla delší pauza, svaly by nejspíš měly dostatek času vyrovnat se se zátěží a podat lepší výkon i bez citrulinu. O výhodách při aerobní zátěži mají autoři ještě větší pochybnosti. Jiná studie dokonce přišla s výsledkem, že L-citrulin nepatrně snižuje výkon při běhu (aerobním sportu). [42] Pokud se ale jedná o intenzivní anaerobní sport bez velkých pauz, může citrulin přinášet opravdu viditelné zlepšení. Díky většímu výkonu a stresu vyvinutému na svaly by mělo docházet k lepší stimulaci pro hypertrofii. Urychlená regenerace zase dovoluje trénovat intenzivněji. [43]

Citrulin podobně jako arginin pomáhá lidem s kardiovaskulárními defekty k lepším výkonům, a to na základě stejného mechanismu. L-arginin je přitom v tomto kontextu prozkoumanější látkou, a proto bych za takové situace doporučil užívat spíše ten. [44]

U doplňků v této kategorii bývá často zdůrazňované zlepšení soustředění a únavy. Jelikož se často jedná o kombinaci více látek včetně kofeinu, je těžké říct, kterou inzerovanou látku mají výrobci na mysli. Ovšem i L-citrulin se zdá jako efektivní pro snížení únavy. [43]

Závěrem tedy můžeme říct, že L-citrulin může být velmi užitečný pro sportovce cílící na zvýšení síly, svalové tkáně a snížení únavy během i po cvičení. Mechanismus jakým toho ale dosahuje je poněkud jiný, než se všeobecně předpokládá. Nejde o „napumpování“ svalů krví při cvičení, ale o to, že citrulin dovolí tělo více zatížit, tudíž vyvolat silnější reakci. Poté sníží bolest při regeneraci, a tak dovolí znovu trénovat v plném nasazení v kratší době. Pro tento účel se jako efektivní dávka jeví 8 gramů asi hodinu před cvičením.

## 5.4. Glutamin

Glutamin se většinou mezi sportovci bere jako vhodný doplněk po cvičení. Měl by urychlovat regeneraci po cvičení a také pomáhat při svalové syntéze, tedy zlepšit hypertrofii. Glutamin je velice důležitá aminokyselina, jejíž nedostatek, i když není esenciální, může být fatální. Účastní se proteosyntézy, je nezbytný pro detoxikaci amoniaku a tím pomáhá udržet dusíkovou rovnováhu organismu. V kosterním svalstvu je to nejvíce zastoupená aminokyselina. Její suplementace však, až na zvláštní případy, nepřináší zlepšení. Toto tvrzení rozepisují níže.

Svalové poškození zkoumala dvojitě zaslepená studie na třiceti profesionálních hráčích amerického fotbalu. Jako marker pro sledování svalového poškození byl použit kreatinin, na jehož hladinu neměla suplementace glutamanem vliv. Použitá dávka byla poměrně vysoká a změny nepřišly ani po pěti dnech každodenního užívání. Co pozitivního studie ukázala, bylo snížení močoviny v krvi. Ta se po velmi náročném cvičení standardně zvyšuje, takže velmi náročné cvičení jako je profesionální fotbalový zápas by mohl být pro glutamin dobrým uplatněním. Její vysoká hladina je totiž neurotoxická. Pro běžné sportovce je ale zbytečný.

Pro zlepšení výkonu se glutamin jeví jako nespolehlivá látka. U lidí se srdečními potíži může [45], ale také nemusí pomoci [46]. U zdravých jedinců neukázal vůbec žádné zlepšení. [47]

Co se syntézy bílkovin týče, glutamin ji sice zvyšuje, ale jinde, než je běžně inzerováno. Nejedná se totiž o syntézu v kosterním svalstvu, ale v zažívacím traktu [48]. To je jistě prospěšné, obzvlášť po traumatech, ale dovozovat z této skutečnosti vliv na sportovní výkon nebo regeneraci bez dalších studií není možné.

Místo suplementace glutaminu se jeví jako lepší možnost zařadit do svého příjmu bílkovin syrovátkový koncentrát/izolát. Ten má v každé porci (běžně 30 gramů) asi 4 gramy glutaminu, takže si sportovec může být jistý, že nebude trpět jeho nedostatkem a zároveň má syrovátková bílkovina mnoho vlastních výhod. Kromě toho, že je velmi snadno stravitelná a má nejlepší možné aminokyselinové spektrum, zvyšuje proteosyntézu [49] [50], je prospěšná pro funkci jater [51], ale může i pomoci při hubnutí [52] [53].

## 5.5. MCT

MCT, tedy triglyceridy se střední délkou řetězce, výrobci prodávají ve formě prášku nebo oleje. Mezi tyto triglyceridy se řadí například kokosový tuk, palmový tuk nebo i část mléčného tuku [54]. Výrobci inzerují, že by měly přispívat k lepší sportovní výdrž nebo pomáhat při hubnutí. MCT putují na rozdíl od triglyceridů s dlouhým řetězcem rovnou do jater, kde mohou sloužit jako zdroj energie, proto bývá inzerováno ono zlepšení při vytrvalostních sportech. Dále se zaměřím hlavně na kokosový olej, protože je zřejmě nejlépe prostudovaný.

Jako první jsem se zaměřil na MCT a jejich vliv na hubnutí. Čtyřtýdenní studie na obézních ženách přinesla poměrně zajímavé výsledky. Všechny ženy dostávaly izokalorickou dietu, každá skupina ale měla jiné složení. Dieta byla velmi nízkokalorická (578 kcal) a měřilo se množství tělesného tuku a pocit nasycení. Pro podíl tuku byl použit asi nejpřesnější dostupný prostředek, DEXA skener. Výsledek je takový, že první dva týdny skupina s MCT vykázala oproti kontrolní skupině značně vyšší úbytek tuku a pocit sytosti byl také výrazně vyšší. Tyto výsledky se ale během dalších dvou týdnů začaly vyrovnávat, takže se tělo na MCT zřejmě adaptuje, jak naznačují sami autoři studie. [55] Pokud bychom tedy chtěli použít MCT, tak je třeba brát v úvahu krátkodobý účinek. Ten zmiňuje i další studie, která zkoumala vliv MCT na celkový energetický výdej. [56] Dále je třeba brát v úvahu, že u štíhlých zdravých lidí se tyto výsledky neobjevily vůbec. [57] Meta-analýza na toto téma má poměrně opatrný, i když stále pozitivní závěr: „*Nahrazení MCT za LCT ve stravě by potenciálně mohla podpořit skromné snížení hmotnosti bez negativního vlivu na profil krevních lipidů. Ale je potřeba provést další zkoumání...*“ [58]

U lidí trpících cukrovkou druhého typu došlo ke zlepšení, a to dokonce dlouhotrvajícímu. Konkrétně ke zlepšení citlivosti na inzulin, tělesné hmotnosti i cholesterolu. K těmto zlepšením vedlo každodenní přijímání 18 gramů MCT oleje denně v rámci jinak nezměněné stravy. [59] Jedná se o pilotní studii, takže se na výsledky nedá pevně spolehnout. Navíc byla provedena na čínských pacientech, takže není jisté, zda se dají výsledky jednoduše vztáhnout i na evropské pacienty. Ale vzhledem k nulové rizikovosti MCT by mohl za těchto podmínek takový experiment u pacientů stát za zkoušku.

Poměrně slibně se jeví výsledky studie zkoumající vliv MCT na celkový denní příjem energie. Studie srovnávala vliv použitého oleje při snídani, kdy byl použit MCT, CLA a obyčejný

rostlinný olej pro kontrolní skupinu. MCT snížil celkový denní příjem asi o 500 kalorií. Podobný výsledek zaznamenaly i CLA. Vliv na pocit sytosti nebyl žádný. Výsledek je opravdu významný, bohužel studie trvala příliš krátce a její výsledek je až podezřele dobrý. Pro jasný závěr je potřeba další zkoumání. Jak už ale bylo řečeno, určitě je doporučeníhodné si na sobě tento postup vyzkoušet, protože nejhorsí možné vedlejší účinky mohou být zažívací potíže, které po vyloučení MCT zase rychle odezní. [60]

Výrobci dále inzerují, že by mohl pomoci vytrvalostním sportovcům. Na to se zaměřilo hned několik studií. Dvojitě zaslepená studie zkoumala vliv MCT na vliv trénovaných běžců. Ti konzumovali každý den po dobu dvou týdnů buď MCT olej, nebo kukuřičný olej, který je LCT. Bohužel výsledek studie byl jasně negativní a k žádné změně mezi skupinami nedošlo. [61] Další studie se naopak zaměřila na vliv MCT před samotným během. Ani zde nedošlo k žádným změnám. [62] Poslední studie se zaměřila na náročnější „ultra-vytrvalostní“ výkon. Tady byly výsledky dokonce zhoršené. Trénovaní cyklisté měli nezměněný výkon při vytrvalostní části testu a při sprintu se výkon dokonce asi o pětinu zhoršil. U skupiny s MCT navíc došlo i k zažívacím potížím. [63] Z těchto studií se tedy dá udělat jasný závěr, že i přes teoretické vhodné vlastnosti MCT pro vytrvalostní sportovce se jim tyto produkty doporučit nedají.

Závěr u MCT je tedy takový, že řadit je do jídelníčku kvůli sportovnímu výkonu smysl nemá. Při hubnutí by možná mohly být užitečné, ale jen v omezené míře a jen jako částečná náhrada za jiné tuky, ne jako přidaná energie navíc. Pro zájemce, kteří by si tento efekt chtěli na sobě vyzkoušet, by zřejmě bylo nejefektivnější použít zhruba 25 gramů MCT při přípravě snídaně.



## 5.6. Kreatin

Kreatin monohydrát je jeden z nejlépe vědecky zdokumentovaných doplňků stravy vůbec. Jeho účinky jsou bezpečně prokázány a zároveň se jeví jeho užívání jako velice bezpečné. Je užitečný hlavně při anaerobních aktivitách, ale jak se budu dále zmiňovat, má i další pozitivní účinky, některé i mimo sport. Zásoby kreatinu jsou přirozeně ve svalech, hlavně kosterních, ale také v mozku. Suplementace kreatinem tyto zásoby zvyšuje až asi o polovinu. Tělo kreatin využívá k tvorbě kreatinfosfátu, což je molekula, která dokáže poskytnout rychle mobilizovatelnou zásobu fosfátu pro anaerobní tvorbu ATP z ADP. Bývá využit v prvních několika sekundách intenzivní zátěže, než tělo začne využívat glukózu. Naopak pokud je ATP nadbytek, je přetvořeno na ADP a přebytečný fosfát zapracován do kreatinfosfátu. Díky svým vlastnostem je velice vhodný jako zdroj energie pro tkáň, kde bývá nepravidelná a velmi intenzivní zátěž, tedy právě kosterní svalstvo a mozek. Kreatin proto má kromě vlivu na sportovní výkon vliv i na neurologické funkce. I když se kreatin vyskytuje i v běžné stravě, jak název naznačuje nalezneme ho především v mase a jiných živočišných produktech. Benefitů které přináší suplementace nelze dosáhnout jen běžnou stravou, a to kvůli jeho nízké koncentraci v potravinách. Suplementy se vyrábí synteticky a jsou tedy vhodné i pro vegany nebo vegetariány, u kterých může přinášet ještě o něco lepší výsledky. Výrobci u kreatinu inzerují zlepšení síly, výdrže. Pro to vše existují dobré důkazy, jak budu rozvádět dále. Někdy bývá zmiňován i vliv na množství svalové hmoty. Tady je ovšem problém s tím, že kreatin zvyšuje množství vody v těle a je proto těžké spolehlivě toto zkoumat. Dále je často zmíněná urychlená regenerace, pro kterou ale máme rozporuplné, nejednoznačné důkazy.

Zlepšením výkonu se zabývalo mnoho studií, výsledky jsou poměrně koherentní, a tak tu zmíním jen některé z nich, a to především meta-analýzy. Například meta-analýza z roku 2003 ukazuje, že dlouhodobá suplementace kreatinem přináší stabilní významné výsledky. Průměrné zvýšení síly bylo 20-26 %. Což je asi o 10 % více, než čeho dosáhly placebo skupiny. Konkrétně u benchpressu bylo zvýšení výkonu až o 46 %. Ovšem rozptýl je tu velký, od 3 % po zmíněných 46 %. To je nejspíš dáno tím, že někteří lidé jsou vůči účinkům kreatinu imunní. O tom se zmíním až dále. [64] Další meta-analýza došla k podobným závěrům. Zajímavé ale například je, že se kreatin jeví účinnější pro sílu horní poloviny těla. U spodní poloviny těla už je zlepšení menší. A dále – přínos při zatížení celého těla je pořád velice znatelný, ale nejmenší. U čeho naopak kreatin efektivní není, je běh, plavání a další aerobní aktivity. I když samozřejmě pokud jde o méně anaerobní, více silové cvičení, jako je např. sprint, tak kreatin pomoci může, [65]

[66] nicméně bohužel ne tak spolehlivě [67]. Pozitivní je, že nejsou rozdíly mezi pohlavími a fyzickou kondicí, díky tomu lze kreatin o to snáz doporučit. [68]

Pozitivní vliv kreatinu na výkon je velice dobře prozkoumaný, proto se těší velké oblibě mezi sportovci. Minimálně na zkoušku se dá doporučit všem silovým sportovcům, ale i vytrvalostním sportovcům, kteří by rádi zlepšili pasáže náročnější na sílu.

Svalové poškození a regenerace bývá ve spojitosti s kreatinem také často zmiňována. Studie zkoumající svalové poškození podporuje závěr, že kreatin pomáhá v regeneraci tkání. Opět došlo ke zlepšení síly, ale po testu markery svalového poškození klesly až o 80 %. Regenerace byla také rychlejší. [69] Tyto zjištění podporuje další studie provedená na závodnících IronMan (triatlonu). Kreatin v této studii snížil akutní svalové poškození a následně i zrychlil regeneraci. [70]

Stejně výsledky má i další studie zkoumající závodníky procházející velmi náročnou soutěží. [71] Ovšem další studie, která dokonce sledovala stejný marker, nezaznamenala vůbec žádné zlepšení. Ani co se poškození týče, ani co se zotavení týče. [72] Jiná studie přišla s nejasnými výsledky, kde u některých markerů došlo ke zlepšení a u některých k žádným změnám nedošlo. [73] Závěrem se tedy dá říci, že pokud měla být regenerace jediný cíl suplementace kreatinem, musel by sportovec pozorně sledovat svoje vlastní individuální změny.

U silových sportovců a kulturistů bývá také cílem zvýšit hladinu testosteronu. Kreatin má zřejmě schopnost zvýšit dlouhodobě hladinu testosteronu o 10-20 % [74] [75], což se může zdát jako významné zlepšení, ale ve skutečnosti není. Fyziologické hodnoty u dospělých mužů mají velmi široké rozpětí, od asi 9 nmol/l v séru až po asi 38 nmol/l. Zakázané anabolické steroidy zvyšují hladiny testosteronu až o 300 %. Je tedy jisté, že i když se hladina zvýší o deset nebo dvacet procent, nemusí se to vůbec projevit.

V úvodu zmíněným užitečným nespportovním benefitem může být například vliv na hladinu krevní glukózy. Studie s nespportovci se sedavým zaměstnáním přinesla zajímavé výsledky. Suplementace kreatinem byla kombinovaná s pravidelnou aerobní aktivitou a zjištění bylo takové, že kreatin sice nemá vliv na hladinu krevní glukózy během hladovění, avšak hladina po jídle, měřená orálním glukózovým tolerančním testem, byla oproti placebo výrazně lepší. Vliv na inzulin neměl kreatin žádný. [76] Podobné změny zjistila i další studie, která také dokázala zlepšenou toleranci glukózy. [77]

Dalším zajímavým uplatněním může být pomoc při léčbě depresí pomocí SSRI antidepressiv, kdy tři studie zaznamenaly výrazné zlepšení stavu pacienta. [78] [79] [80] Jediná nevýhoda byla, že pacienti s bipolární poruchou zaznamenaly naopak zhoršení. Dále je také třeba počítat s tím, že dosavadní poznání i studie jsou značně limitovány. Počet účastníků byl poměrně nízký a navíc tak komplexní potíže, jako jsou psychiatrické potíže, vyžadují velmi důkladnou přípravu metodiky studie, měření atd. Tudíž tyto zmíněné studie můžeme brát jako vlašťovku budoucích výzkumů a poznání.

Další vliv na nervové funkce zkoumaly další studie s předpokladem, že u vegetariánů by mohla suplementace zlepšit kognitivní funkce. Hypotéza se ukázala jako správná a po suplementaci došlo k významnému zlepšení paměti i výsledků v inteligenčních testech, které se zaměřují na rychlost. [81] Další studie srovnávala vegetariány a osoby, které jedly i maso. Ta došla k závěru, že větší benefity přináší kreatin právě vegetariánům, i když ne výlučně těm. [82]

Dále jsem v úvodu zmínil, že je kreatinfosfát využíván také v mozku. Proto se výzkumníci zaměřili na možné zlepšení, které může kreatin v tomto ohledu přinést. Například studie zkoumající spánkovou deprivaci zjistila, že předchozí suplementace kreatinem může značně zlepšit mentální výkon, čas k rozhodnutí i náladu. [83] Dále může zlepšit únavu během sportu. [84] Další studie zase ukázala zlepšené využití kyslíku při náročném matematickém testu, a i díky tomu tak snížit únavu účastníků. [85]

Co se týče bezpečnosti, tak ani dlouhodobé užívání by nemělo mít vedlejší účinky. [75] Při užívání velkých dávek, obzvláště nedostatečně zapitých vodou, může způsobovat zažívací potíže. Vzhledem k tomu, že suplementace zvyšuje hladiny kreatininu, který se používá jako jeden z markerů funkce ledvin, dochází někdy k omylu, že kreatin ledviny poškozují. I když hladiny kreatininu mohou vypovídat o stavu ledvin, kreatin je zvyšuje jiným mechanismem než jejich poškozením. Kreatinin je metabolit kreatinu, takže se zvýšeným množstvím kreatinu v organismu se zvýší i množství metabolitu. Navíc k tomuto zvýšení většinou dochází jen při použití „nabírací fáze“, kdy se konzumují větší dávky. Ale ve skutečnosti se nejedná o poškození ledvin, což dokazují ostatní spolehlivé markery. [86] [87] Dokonce studie u mladých mužů, kteří měli pouze jednu ledvinu, neměl kreatin ani spolu s vysoko-proteinovou dietou negativní účinky. [88] Odborníci samozřejmě doporučují zvýšenou opatrnost, obzvláště u lidí s rizikem nebo již nemocnými ledvinami. Ale u zdravých lidí by nemělo k žádným vedlejším účinkům docházet.

Na kreatin bohužel nemusí reagovat každý. [89] Studie zjišťují, že jsou asi tři možné odezvy podle míry zvýšení hladiny kreatinu po suplementaci. Tyto tři skupiny se dají jednoduše označit jako osoby s odezvou, částečnou odezvou a bez odezvy. Důvody těchto rozdílů jsou zatím nejasné, ale zdá se, že roli může hrát množství svalové hmoty před začátkem suplementace, poměr typů svalových vláken, věk [90] a další faktory. Jednoduchý test, který odhalí, do které skupiny jedinec patří, si může udělat každý sám. Pokud již před suplementací nezaznamenal svůj silový výkon, tak si několik tréninků zaznamená. Poté začne s pětidenní „nabírací fází“, tedy 3-4x denně užívat pět gramů kreatin monohydrátu. Pokud po těchto dnech nezaznamená jedinec skok ve svém výkonu, zřejmě patří do skupiny bez odpovědi. Není sice nutné se suplementací přestávat, ale nejspíš nepřinese žádné, nebo jen minimální, výhody. [91]

Kreatin se dá tedy doporučit v podstatě všem sportovcům. Zdaleka největší benefity přináší silovým sportovcům, ale vzhledem k jeho bezpečnosti, možným benefitům a velmi nízké ceně rozhodně není třeba s vyzkoušením váhat. Kreatin bývá často doporučován ve zbytečně vysokých dávkách a ve složitém způsobu užívání. Jako nejjednodušší doporučení působí užívat pět gramů kreatin monohydrátu kdykoliv během dne. Asi po měsíci užívání by se měly dostavit účinky. „Nabírací fáze“ ani větší dávky nejsou potřeba. Můžou sice proces urychlit, ale jakmile dojde k saturaci svalů, výsledky budou dále stejné neohledě na dávku.

## 5.7. Beta-alanin

Beta-alanin je upravená neesenciální aminokyselina, stavební kámen karnosinu. Beta-alanin zvyšuje svalový výkon, hlavně mezi první a čtvrtou minutou zátěže. Navíc karnosin, jak se zdá, má další pozitivní účinky na zdraví, zřejmě jako antioxidant. Při požití je beta-alanin uložen jako karnosin a ten poté funguje jako pufr při poklesech pH. Hned za kreatinem je zařazen záměrně, protože zřejmě mají lehký synergický efekt. [92] [93]

Co se svalové výdrže týče, jeví se beta-alanin jako sice slabý, ale zato stabilní pomocník. Meta-analýza na toto téma došla k závěru, že suplementace beta-alaninem přináší zlepšení výdrže v průměru o 3 %. Rozptyl byl až po 10% zlepšení. [94]

Se svalovou výdrží souvisí i únava. Ta byla měřena například u hráčů fotbalu, kde byla jasně snížena. Subjektivně sice ne, ale při objektivním testu bylo zlepšení významné. [95] Zlepšení neuromuskulární únavy zaznamenala i další studie. [92]

Více studií ukázalo, že beta-alanin dovoluje navýšit množství cvičení. [96] [95] Možná i díky tomu dochází během studií ke změně poměru tělesných tkání. Často ubývá tuku a naopak přibývá svalové hmoty víc než u kontrolních skupin. Například u studie na zápasnících se ukázalo, že zatímco kontrolní skupina během studie ztratila asi půl kila svalové hmoty, skupina s beta-alaninem naopak asi kilo přibrala, což je poměrně významný rozdíl. V té samé studii ale u fotbalistů došlo ke dvojnásobnému nárůstu svalové hmoty oproti placebo. [97] Další studie ukázala, že je možné díky beta-alaninu získat lepší výsledky na obou frontách, tedy snížit podíl tukové tkáně a naopak tu svalovou zvýšit. [98] Jak zmiňují sami autoři studií, je těžké odlišit, zda se jedná o nějaký vlastní mechanismus, kterým by beta-alanin tyto parametry ovlivňoval, nebo zda jsou pozitivní výsledky dosaženy jen díky lepšímu výkonu, který beta-alanin zajistí. Tak jako tak, jeví se výsledky koherentně, takže malá pomoc by se měla při suplementaci dostavit.

Beta-alanin se jeví jako velmi bezpečný doplněk, ale je potřeba počítat s jedním vedlejším účinkem. Ten je sice neškodný, ale může být nepříjemný, obzvláště pokud o něm člověk neví předem. Jedná se o svědění hlavně na obličeji, ale i jinde po těle. Trvá přibližně 30 minut, následně tento efekt sám odezní. Díky tomuto efektu bývá často zařazován jako doplněk před cvičením, protože někteří cvičenci si tento vedlejší efekt oblíbili. Míra nepříjemnosti i míra projevu tohoto svědění je individuální. Pokud je příliš nepříjemné, ale přesto chce sportovec se suplementací pokračovat, tak je možné dávku rozdělit na menší, většinou pod 1 gram. Takovou

dávku brát následně vícekrát denně, a to s rozestupem alespoň tři hodin. Případně je možné použít kapsle s postupným uvolňováním. Jiné vedlejší účinky známy nejsou.

Efektivní dávka beta-alaninu jsou 2-6 gramů. Účinky by se měly dostavit po několika dnech až týdnech. Na rozdíl od kreatinu nejsou známy případy, kde by člověk na suplementaci neměl vůbec žádnou odpověď. I když bývá často řazen jako doplněk před cvičením, na čas konzumace nezáleží. Funguje podobně jako kreatin, tedy tak, že zvyšuje množství látky ve svalu. Plná saturace tkáně nějakou dobu trvá, a to zhruba několik dní až týdnů. Po dosažení této hladiny ji už stačí jen doplňovat, z toho tedy vyplývá, že načasování nehraje roli. Důležitá je jen pravidelnost.

## 5.8. Kofein a L-theanin

Kofein je alkaloid obsažený v různých rostlinách a je to patrně nejrozšířenější stimulant na světě. Je obsažen samozřejmě v kávě a čaji (hlavně zelený a černý), ale také v mnoha dalších rostlinách od kaka, přes mátu až po fazole. Rostliny si ho tvoří, protože působí jako pesticid. Na člověka má ale také účinky. Působí především na centrální nervovou soustavu, dále také na srdce a jiné orgány. Mezi nejznámější a nejvyhledávanější účinky patří potlačení únavy a ospalosti. Vzhledem k jeho rozšíření a oblíbenosti bývá také častým terčem kritiky. Dosavadní výzkumy však ukazují, že by měl být až na výjimečné případy bezpečný. FDA ho také řadí mezi bezpečné látky. Kofein má také diuretické účinky, které ale při pravidelné konzumaci mizí, protože se vytváří tolerance na většinu účinků. Jediný přetrvávající účinek je potlačení ospalosti. Díky této toleranci sice netrpí lidé dehydratací, ale u sportovců je pro využití maximálního potenciálu kofeinu třeba ho využívat střídavě, případně cyklicky abstinovat. Tolerance navíc nefunguje v klasickém smyslu a větší dávka nepomáhá k původním účinkům, které přicházely s nižší dávkou. Účinky se prostě nedostaví vůbec ani při enormním množství.

Ne na všechny účinky tato tolerance působí. Záleží na mechanismu účinku. Ty se v zásadě dají rozdělit na tři druhy. Například utlumení ospalosti funguje velice mechanicky, kdy kofein zabere místo na adenosinovém receptoru. Zvýšení hladiny adrenalinu už tolerance postihne. Sice tato reakce na kofein nevytlačí úplně, ale sníží se. Jednak se sníží množství vylučovaného adrenalinu v reakci na kofein, a dále se sníží množství aktivních adrenergních receptorů. Bohužel mezi účinky způsobené tímto mechanismem patří většina těch vyhledávaných – zvýšená schopnost se soustředit, oxidace tuku, snížení chuti k jídlu a zvýšení síly. Zároveň je dobré zdůraznit, že tímto stejným mechanismem kofein také zvyšuje tlak a srdeční činnost, takže není třeba se obávat mezi lidmi rozšířeného „infarktu z přemíry kávy“ u zdravých lidí. Jak už jsem zmínil, tyto účinky úplně nezmizí, ale při pravidelné abstinenci od kofeinu a poté jeho cíleném znovuzařazení budou tyto účinky opět silné, jako při první konzumaci, což může být u sportovců žádoucí. Poslední mechanismus je ovlivnění signální dráhy dopaminu ve striatu. Tento mechanismus způsobuje hlavně pocity euforie, který je ale u sportovců spíš nežádoucí.

Na druhou stranu, pokud je cílem prevence nemocí, chronické užívání je naopak dobré. Slibně vypadají výsledky, které ukazují, že pravidelná konzumace kávy nebo čaje snižuje riziko Parkinsonovy nemoci nebo diabetu druhého typu. Dokonce i u vytrvalostních sportovců by si

měl kofein držet svoje zlepšení výdrže i při pravidelné konzumaci. Jako efektivní časový úsek pro pauzu, která opět zpřístupní akutní účinky kofeinu, je asi týden. [99]

Na sportovní výkon, vzhledem k dostupným zdrojům se dá celkem spolehlivě říci, že kofein má stabilní a poměrně významný pozitivní vliv. Například dvojité zaslepená studie z roku 2012 provedená na profesionálních sportovcích ukázala asi 10% zlepšení síly. [100] Studie u sprinterů ukázala velmi malé, ale prokazatelné zlepšení. V této studii došlo ke zlepšení jen asi o jedno procento. [101] V další studii zaměřené na výkon při sprintu přitom došlo k zlepšení až o skoro 10 %. [102] Zvláštní je, že obě studie použili velmi podobné dávkování. Dokonce i další studie, která použila stejné dávkování zjistila zlepšení o 8 %. U poloviční dávky ke zlepšení nedošlo. [103] Myslím, že se ale dá celkem bezpečně říci, že zlepšení výkonu by se při užívání kofeinu mělo dostavit. Bohužel vzhledem k mechanismu účinku nelze při pravidelné konzumaci kofeinu očekávat tak velký efekt.

U síly došlo ve studii s amatérskými sportovci k jasnému zlepšení. Kofein dokázal v dávce 5mg na kilogram zvýšit výkon o deset procent hned ve dvou sledovaných parametrech. O deset procent se zvýšila hmotnost závaží, které dokázali sportovci zvednout a o deset procent se zvýšil i počet opakování. Takový výsledek se dá označit za statisticky významný. [104] Další studie na téma síly měla ještě zajímavější zadání a její výsledky korespondují s tou předchozí. Po požití kofeinu byly výsledky opět významně zlepšené, asi o deset procent. Tato studie ale zahrnuje i sportovce s akutní spánkovou deprivací. Největší rozdíl se nakonec ukázal mezi vyspalou skupinou s kofeinem a nevyspalou skupinou bez kofeinu. Za této situace byl rozdíl kolem třetiny. Logicky byl rozdíl i mezi deprivovanou skupinou s a bez kofeinu. Ta s kofeinem měla opět zlepšení asi deset procent oproti skupině bez kofeinu. Zajímavé také je, že v této studii nebyl nikdo ze sportovců objektivně schopný určit, zda dostal kofein, nebo ne. Přitom studie zároveň ukázala, že sportovci, kteří podle svého mínění dobře reaguji na kofein, měli lepší výsledky než ti, kteří to o sobě netvrdili. Dá se tedy říci, že i když jsou v účincích kofeinu znatelné individuální rozdíly, jeho účinky na sílu při odporovém tréninku jsou velice stabilní. [105]

Kofein také bývá zmiňován jako prostředek na hubnutí. Bývá i součástí různých směsí. Jako jindy, užívání samotné aktivní látky bez kalorického deficitu nemívá valné účinky. Co je ale jisté je, že kofein může ovlivnit různé metabolické děje. Například posunout poměr



energetického substrátu od glukózy k mastným kyselinám. To může být způsobeno tím, že kofein dočasně snižuje citlivost na inzulín. [106] Nebo může zvýšit množství dostupných mastných kyselin v séru. Na to se zaměřila studie se seniory, která se snažila o zopakování výsledků u mladších jedinců. A podařilo se, i u seniorů se zvýšilo množství mastných kyselin v séru asi o polovinu. [107] Kofein také zvyšuje termogenní aktivitu těla, což může při hubnutí nepatrně pomoci. [108] Tato studie také ukázala, že při dávce 400mg se zvyšuje spotřeba mastných kyselin. 400mg získají z běžných nápojů spíše náruživější pijáci kofeinových nápojů. Odpovídá např. pěti šálkům sedmigramového espressa, dva a půl šálkům filtrované kávy nebo deseti plechovkám pepsi-coly.

Kofein může u některých jedinců způsobovat pocity úzkosti, předpoklady k tomu jsou zřejmě hlavně vrozené. [109] I kvůli tomu jsem k suplementaci kofeinem připojil theanin. L-theanin je aminokyselina, která se vyskytuje primárně v zeleném a černém čaji. Působí relaxačně bez sedativních účinků. Právě theanin je důvod, proč někomu může víc vyhovovat pití čaje oproti kávě, která může způsobit nepříjemný excitovaný a roztěkaný pocit. Důvodem k doporučení užívání theaninu spolu s kofeinem je kromě tohoto ale víc. Opakovaně se totiž ukazuje, že theanin s kofeinem působí synergicky, minimálně co se soustředění týče. Například studie na zdravých dospělých zaznamenala zlepšení soustředění u úkolů náročných na soustředění. [110] Jiná studie zjistila, že kombinace kofeinu a L-theaninu má oproti samotnému kofeinu řadu benefitů, například rychlejší rozhodování, rychlejší numerickou paměť, sníženou únavu a další. [111]

Dávkování L-theaninu závisí na dávce kofeinu, obecně bývá použito 100mg L-theaninu na 100mg kofeinu a konzumují se společně.

## 6. Praktická doporučení

U doporučení je třeba zdůraznit, že aby mohly doplňky fungovat, musí mít v první řadě co doplňovat. Sami o sobě výhody nepřinášejí. Nejen, že doplňky stravy samozřejmě nemohou nahradit pestrou stravu, ale v kontextu sportu také nemohou nahradit pilný trénink a správnou stravu. Ať už je cíl jedince zlepšit výkon, svalová hypertrofie, zbavení se tukové tkáně nebo cokoliv jiného, vždy bude hrát hlavní roli trénink a strava. Pokud je ale oboje správně nastavené, můžou vhodně zvolené doplňky tuto snahu ulehčit.

### 6.1. Pro silové sportovce a amatérské kulturisty

#### *Univerzální*

Mezi látkami pro silové sportovce a amatérské kulturisty jednoznačně vévodí svou účinností kreatin monohydrát. Nemá smysl investovat do jiné formy kreatinu, než je monohydrát, protože zatím nebyly nikdy prokázány výhody jiných forem kreatinu. Doporučení tedy je – 5 gramů kreatin monohydrátu denně, nejlépe s jídlem a dostatečně zapít. U sportovců s velmi rozvinutou muskulaturou může být lepší brát takovou dávku dvakrát denně. Pro předejití možným zažívacím potížím je lepší větší dávku deseti gramů rozdělit na dvě.

Pro opravdu tvrdě trénující silové sportovce může být velmi užitečný i L-citrulin. Zdůraznil bych, že největší užitek přinese citrulin až při krátkých pauzách mezi výkony nebo sériemi. Pokud bude cvičenec mít čas dostatečně odpočívat, výhody L-citrulinu se zmenšují. Jako efektivní dávka při sportu se jeví 6-8 gramů citrulinu malátu asi hodinu před výkonem. Bohužel běžně dostupné předem dávkované doplňky toto dávkování vůbec nesplňují.

Pro zlepšení výkonu je také užitečný kofein užitý předem. Případně kombinovaný s L-theaninem. Jelikož je užívání kofeinu pro tyto účely trochu složitější, odkáži pro více informací spíše na příslušnou kapitolu v práci. Jako jednoduché doporučení pro maximální využití všech potenciálních výhod kofeinu u sportovců je vhodné brát 200-600 mg kofeinu asi hodinu před náročným cvičením. L-theanin se běžně dává 1:1 s kofeinem. Produkty ve fitness centrech samotného kofeinu tomuto dávkování odpovídají.

Pokud by siloví sportovci chtěli zlepšit regeneraci, nabízí se pomoc v podobě L-karnitinu. Dva gramy L-karnitinu nebo L-karnitin L-tartrátu (LCLT) denně. I když se jeví bezpečně, může interagovat s hormony štítné žlázy, a proto je potřeba být obezřetný. Prodávaný L-karnitin

z fitness center dávkování splňuje. I když LCLT, který se zdá být efektivnější, není nabízen vůbec.

### *Pro začátečníky*

Pro začátečníky, kteří mají problémy s únavou, je možné doporučit i BCAA. V takovém případě se dá doporučit dávka 10-20 gramů BCAA asi hodinu před cvičením. Bohužel, většina prodávaných produktů ve fitness centrech absolutně tohoto množství nedosahuje a nejspíš tedy nebude mít žádný užitek.

## **6.2. Lidé s kardiovaskulárními potížemi a senioři**

Nejdříve je samozřejmě důležité extrémně zdůraznit, že lidé, kteří prodělali např. infarkt nebo trpí anginou pectoris a dalšími srdečními onemocněními, musí být velmi opatrní a vše důkladně konzultovat s lékařem. Stejně varování platí při pravidelném užívání jakýchkoliv léků. Tento soupis slouží jako inspirace a seznam zajímavých možností.

Jako první volba při potížích se kardiovaskulárním systémem jako je plicní hypertenze a další, je určitě L-arginin, případně L-citrulin. L-arginin může prokazatelně pomoci zlepšit řadu markerů i subjektivního vnímání a měl by mít velmi bezpečný. Efektivní dávka L-argininu má velmi široký rozptyl a asi bude tedy lepší určit si ji individuálně. Začít se dá se třemi gramy denně, po týdnech přidávat další tři gramy. Maximální dávka by podle dostupných informací neměla přesáhnout 20 gramů.

U jinak zdravých seniorů je zase první volbou L-karnitin. Nejčastěji se při studiích používá ALCAR (acetyl-L-karnitin), proto by bylo nejlepší použít právě ten. Začíná se na 250mg dvakrát denně, nejlépe před jídlem. Po týdnu užívání je optimální dávku zdvojnásobit, tedy dvakrát denně 500mg a celkových 1000mg denně. L-karnitin by měl být bezpečný a měl by zlepšit jak kognitivní funkce, tak i únavu a fyzický výkon.

Druhou a neméně zajímavou možností pro seniory je kreatin. Ten má u seniorů podobné účinky jako u sportovců – zlepšuje sílu a může pomoci s budováním nebo udržením svalů. Díky tomu dokonce u seniorů snižuje riziko pádů. Může mít pozitivní vliv i na kognitivní funkce. Dávka je stejná jako u sportovců, i když bývá doporučováno začít s nižší dávkou, než je cílených 5 gramů denně a postupně se k ní během několika týdnů propracovat. Jako výchozí dávka nejlépe

poslouží 2 gramy kreatin monohydrátu denně. Pokud se po dvou týdnech nedostaví žádné vedlejší účinky, nejčastěji zažívací potíže, dávka se zvýší na 3-5 gramů denně.

### **6.3. Nedoporučitelné, vyřazené látky**

MCT oleje jsem do doporučení vůbec nezařadil, protože navzdory tvrzení výrobců, jejich použití při sportu nemá opodstatnění. Využití ve specifických případech, kdy by možná mohly být užitečné, jsem uvedl v příslušné kapitole.

Další látkou, kterou jsem do svého doporučení nezařadil, je glutamin. Jeho výhody jsou spíše teoretické a měření je nepotvrzují. Uplatnění může najít při různých onemocněních, hlavně zažívacího traktu, nebo při velmi intenzivní zátěži, jako jsou třeba sportovní utkání profesionálů.

## 7. Závěr

Je jisté, že doplňky stravy včetně těch sportovních se těší velké oblibě. Jak ukázala i tato rešeršní bakalářská práce, tyto přípravky mohou snadno najít své užitečné uplatnění. Je ale potřeba správně určit jejich účinky a užitky a podle toho je zařadit. A i v případě, že si každý zvolí správně vybraný doplněk a bude ho užívat i správným způsobem a ve správném množství, je potřeba mít neustále na paměti relativitu jejich účinku a tomu přizpůsobit svá očekávání. Jak z názvu vyplývá, doplňky pouze doplňují, nic nenahrazují. Musím říct, že mě velmi překvapilo, že běžně dostupné doplňky sice ne vždy respektují kvalitní vědecky podložené informace o jejich užívání, ale i přesto mohou být s korekcí pokynů k užívání a očekávaných účinků užitečné. Před začátkem práce jsem měl o poznání horší představu.

## Citovaná literatura

- [1] „TABS Analytics,“ TABS Analytics, 2015. [Online]. Available: <http://www.tabsanalytics.com/blog/tabs-study-projects-u.s.-vitamin-supplement-market-at-11.8-billion>.
- [2] D. Lariviere, „Forbes,“ Forbes, 2013. [Online]. Available: <https://www.forbes.com/sites/davidlariviere/2013/04/18/nutritional-supplements-flexing-their-muscles-as-growth-industry/#68e38d798845>.
- [3] J. Christensen, „CNN,“ CNN, 2016. [Online]. Available: <http://edition.cnn.com/2016/10/11/health/dietary-supplement-trends-steady/>.
- [4] E. Blomstrand, P. Hassmén, B. Ekblom a E. A. Newsholme, „Administration of branched-chain amino acids during sustained exercise - effects on performance and on plasma concentration of some amino acids,“ *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, sv. vol. 63, pp. 83-88, 1991.
- [5] G. V. Hall, J. S. Raaymakers, W. H. Saris a A. J. Wagenmakers, „Ingestion of branched-chain amino acids and tryptophan during sustained exercise in man: failure to affect performance.,“ *The Journal of Physiology*, 1995.
- [6] B. Gualano, T. Bozza a L. D. Campos, „Branched-chain amino acids supplementation enhances exercise capacity and lipid oxidation during endurance exercise after muscle glycogen depletion.,“ *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, sv. 2011, p. 82, 2011.
- [7] M. Shimizu, K. Miyagawa, S. Iwashita, T. Noda, K. Hamada, H. Genno a H. Nose, „Energy expenditure during 2-day trail walking in the mountains (2,857 m) and the effects of amino acid supplementation in older men and women,“ *European Journal of Applied Physiology*, sv. vol. 112, pp. 1077-1086, 2012.
- [8] Y. Shimomura, A. Inaguma, S. Watanabe, Y. Yamamoto, Y. Muramatsu, G. Bajotto, J. Sato, N. Shimomura, H. Kobayashi a K. Mawatari, „Branched-Chain Amino Acid

- Supplementation before Squat Exercise and Delayed-Onset Muscle Soreness,“ *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, sv. vol. 20, pp. 236-244, 2010.
- [9] T. Ispoglou, R. F. G. J. King, R. C. J. Polman a C. Zanker, „Daily L-Leucine Supplementation in Novice Trainees during a 12-Week Weight Training Program,“ *International Journal of Sports Physiology and Performance*, sv. vol. 6, pp. 38-50, 2011.
- [10] M. Tarnopolsky, S. Atkinson, J. D. MacDougall, A. Chesley, S. Phillips a H. P. Schwarcz, „Evaluation of protein requirements for trained strength athletes,“ *Journal of Applied Physiology*, sv. 1992, 1992.
- [11] A. Bandegan, G. Courtney-Martin, M. Rafii, P. B. Pencharz a P. W. R. Lemon, „Indicator Amino Acid–Derived Estimate of Dietary Protein Requirement for Male Bodybuilders on a Nontraining Day Is Several-Fold Greater than the Current Recommended Dietary Allowance,“ *The Journal of Nutrition*, pp. jn236331-.
- [12] J. Stoppani, T. Scheett, J. Pena, C. Rudolph a D. Charlebois, „Consuming a supplement containing branched-chain amino acids during a resistance-training program increases lean mass, muscle strength and fat loss,“ *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, sv. vol. 6, pp. P1-, 2009.
- [13] J. Greiwe, Polly, Robert, S. Racette, M. Chen a J. Holloszy, „Effects of endurance exercise training on muscle glycogen accumulation in humans,“ *Journal of Applied Physiology*, sv. 1999, p. 225, 1999.
- [14] E. M. Broad, R. J. Maughan a S. D. R. Galloway, „Effects of Four Weeks L-Carnitine L-tartrate Ingestion on Substrate Utilization during Prolonged Exercise,“ *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, sv. vol. 15, pp. 665-679, 2005.
- [15] J. Decombaz, O. Deriaz, K. Acheson, B. Gmuender a E. Jequire, „Effect of L-carnitine on submaximal exercise metabolism after depletion of muscle glycogen,“ *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 1993.



- [16] G. Pistone, A. D. Marino, C. Leotta, S. Dell'Arte, G. Finocchiaro a M. Malaguarnera, „Levocarnitine Administration in Elderly Subjects with Rapid Muscle Fatigue,“ *Drugs & Aging*, sv. vol. 20, pp. 761-767, 2003.
- [17] M. Malaguarnera, A. D. Mauro, P. M. Gargante a L. Rampello, „L-carnitine Reduces Severity of Physical and Mental Fatigue and Improves Daily Activities in the Elderly,“ *Southern Medical Journal*, sv. vol. 99, pp. 315-316, 2006.
- [18] R. G. Villani, J. Gannon, M. Self a P. A. Rich, „L-Carnitine Supplementation Combined with Aerobic Training Does Not Promote Weight Loss in Moderately Obese Women,“ *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, sv. vol. 10, pp. 199-207, 2000.
- [19] J. L. Elmslie, R. J. Porter, P. R. Joyce, P. J. Hunt a J. I. Mann, „Carnitine does not improve weight loss outcomes in valproate-treated bipolar patients consuming an energy-restricted, low-fat diet,“ *Bipolar Disorders*, sv. vol. 8, pp. 503-507, 2006.
- [20] C. Brandsch a K. Eder, „Effect of L-Carnitine on Weight Loss and Body Composition of Rats Fed a Hypocaloric Diet,“ *Annals of Nutrition and Metabolism*, sv. vol. 46, pp. 205-210, 2002-10-1.
- [21] W. J. Kraemer, J. S. Volek, D. French, M. Rubin, M. J. Sharman, A. L. Gomez, N. A. Ratamess, R. U. Newton, B. Jemolo, B. W. Craig a K. Hakkinen, „The Effects of L-Carnitine L-Tartrate Supplementation on Hormonal Responses to Resistance Exercise and Recovery,“ *Journal of Strength and Conditioning Research*, sv. vol. 17, pp. 455-462, 2003.
- [22] H. H. Mehta, Q. Gao, C. Galet, V. Paharkova, J. Wan, J. Said, J. J. Sohn, G. Lawson, P. Cohen, L. J. Cobb a K.-W. Lee, „IGFBP-3 Is a Metastasis Suppression Gene in Prostate Cancer,“ *Cancer Research*, sv. vol. 71, pp. 5154-5163, 2011-07-28.
- [23] J.-Y. Ho, W. J. Kraemer, J. S. Volek, M. S. Fragala, G. A. Thomas, C. Dunn-Lewis, M. Coday, K. Häkkinen a C. M. Maresh, „L-Carnitine l-tartrate supplementation favorably affects biochemical markers of recovery from physical exertion in middle-aged men and women,“ *Metabolism*, sv. vol. 59, pp. 1190-1199, 2010.

- [24] H. Karlic a A. Lohninger, „Supplementation of l-carnitine in athletes,“ *Nutrition*, sv. vol. 20, pp. 709-715, 2004.
- [25] S. Benvenga, R. M. Ruggeri, A. Russo, D. Lapa, A. Campenni a F. Trimarchi, „Usefulness of l -Carnitine, A Naturally Occurring Peripheral Antagonist of Thyroid Hormone Action, in Iatrogenic Hyperthyroidism,“ *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, sv. vol. 86, pp. 3579-3594, 2001.
- [26] B. J. Schoenfeld, „The Mechanisms of Muscle Hypertrophy and Their Application to Resistance Training,“ *Journal of Strength and Conditioning Research*, sv. vol. 24, pp. 2857-2872, 2010.
- [27] R. Joannides, W. E. Haefeli, L. Linder, V. Richard, E. H. Bakkali, C. Thuillez a T. F. Luscher, „Nitric Oxide Is Responsible for Flow-Dependent Dilatation of Human Peripheral Conduit Arteries In Vivo,“ *Circulation*, sv. vol. 91, pp. 1314-1319, 1995-03-01.
- [28] M. W. Hoon, A. M. Jones, N. A. Johnson, J. R. Blackwell, E. M. Broad, B. Lundy, A. J. Rice a L. M. Burke, „The Effect of Variable Doses of Inorganic Nitrate-Rich Beetroot Juice on Simulated 2000-m Rowing Performance in Trained Athletes,“ *International Journal of Sports Physiology and Performance*, sv. vol. 9, pp. 615-620, 2014.
- [29] S. K. Ferguson, D. M. Hirai, S. W. Copp, C. T. Holdsworth, J. D. Allen, A. M. Jones, T. I. Musch a D. C. Poole, „Impact of dietary nitrate supplementation via beetroot juice on exercising muscle vascular control in rats,“ *The Journal of Physiology*, sv. vol. 591, pp. 547-557, 2013.
- [30] S. M. Bode-Boger, R. H. Boger, E. P. Schroder a J. C. Frolich, „Exercise Increases Systemic Nitric Oxide Production in Men,“ *European Journal of Cardiovascular Prevention & Rehabilitation*, sv. vol. 1, pp. 173-178, 1994-08-01.
- [31] R. Hambrecht, L. Hilbrich, S. Erbs, S. Gielen, E. Fiehn, N. Schoene a G. Schuler, „Correction of endothelial dysfunction in chronic heart failure,“ *Journal of the American College of Cardiology*, sv. vol. 35, pp. 706-713, 2000.

- [32] P. Clarkson, M. R. Adams, A. J. Powe, A. E. Donald, R. McCredie, J. Robinson, S. N. McCarthy, A. Keech, D. S. Celermajer a J. E. Deanfield, „Oral L-arginine improves endothelium-dependent dilation in hypercholesterolemic young adults,“ *Journal of Clinical Investigation*, sv. vol. 97, pp. 1989-1994, 1996-4-15.
- [33] A. Lerman, J. C. Burnett, S. T. Higano, L. J. McKinley a D. R. Holmes, „Long-term L-Arginine Supplementation Improves Small-Vessel Coronary Endothelial Function in Humans,“ *Circulation*, sv. vol. 97, pp. 2123-2128, 1998-06-02.
- [34] A. Shao a J. N. Hathcock, „Risk assessment for the amino acids taurine, l-glutamine and l-arginine,“ *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, sv. vol. 50, pp. 376-399, 2008.
- [35] N. Nagaya, M. Uematsu, O. Hideo, S. Nagato, F. Sakamaki, S. Kyotani, U. Kazuyuki, N. Nakanishi, M. Yamagishi a K. Miyatake, „Short-term Oral Administration of l-Arginine Improves Hemodynamics and Exercise Capacity in Patients with Precapillary Pulmonary Hypertension,“ *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, sv. vol. 163, pp. 887-891, 2001-03-15.
- [36] P. Lucotti, E. Setola, L. D. Monti, E. Galluccio, S. Costa, E. P. Sandoli, I. Fermo, G. Rabaiotti, R. Gatti a P. Piatti, „Beneficial effects of a long-term oral L-arginine treatment added to a hypocaloric diet and exercise training program in obese, insulin-resistant type 2 diabetic patients,“ *AJP: Endocrinology and Metabolism*, sv. vol. 291, pp. E906-E912, 2006-06-27.
- [37] C. Clemmensen, A. N. Madsen, S. Smajilovic, B. Holst a H. Bräuner-Osborne, „L-Arginine improves multiple physiological parameters in mice exposed to diet-induced metabolic disturbances,“ *Amino Acids*, sv. vol. 43, pp. 1265-1275, 2012.
- [38] M. B. Witte, F. J. Thornton, U. Tantry a A. Barbul, „L-Arginine supplementation enhances diabetic wound healing,“ *Metabolism*, sv. vol. 51, pp. 1269-1273, 2002.
- [39] M. R. Adams, C. J. Forsyth, W. Jessup, J. Robinson a D. S. Celermajer, „Oral l-arginine inhibits platelet aggregation but does not enhance endothelium-dependent dilation in healthy young men,“ *Journal of the American College of Cardiology*, sv. vol. 26, pp. 1054-1061, 1995.

- [40] C. A. Fahs, K. Heffernan a B. O. Fernhall, „Hemodynamic and Vascular Response to Resistance Exercise with L-Arginine,“ *Medicine & Science in Sports & Exercise*, sv. vol. 41, pp. 773-779, 2009.
- [41] D. S. Willoughby, T. Boucher, J. Reid, G. Skelton a M. Clark, „Effects of 7 Days of Arginine-Alpha-Ketoglutarate Supplementation on Blood Flow, Plasma L-Arginine, Nitric Oxide Metabolites, and Asymmetric Dimethyl Arginine after Resistance Exercise,“ *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, sv. vol. 21, pp. 291-299, 2011.
- [42] R. C. Hickner, C. J. Tanner, C. A. Evans, P. Clark, A. Haddock, C. Fortune, H. Geddis, W. Waugh a M. MacCammon, „L-Citrulline Reduces Time to Exhaustion and Insulin Response to a Graded Exercise Test,“ *Medicine & Science in Sports & Exercise*, sv. vol. 38, pp. 660-666, 2006.
- [43] J. Pérez-Guisado a P. M. Jakeman, „Citrulline Malate Enhances Athletic Anaerobic Performance and Relieves Muscle Soreness,“ *Journal of Strength and Conditioning Research*, sv. vol. 24, pp. 1215-1222, 2010.
- [44] M. Ochiai, T. Hayashi, M. Morita, K. Ina, M. Maeda, F. Watanabe a K. Morishita, „Short-term effects of l-citrulline supplementation on arterial stiffness in middle-aged men,“ *International Journal of Cardiology*, sv. vol. 155, pp. 257-261, 2012.
- [45] K. Shihab E.O, P. Stuart D, W. Brian V a R. Michael J, „Is glutamine beneficial in ischemic heart disease?,“ *Nutrition*, 2002.
- [46] S. Marwood, S. Jack, M. Patel, P. Walker, J. Bowtell a P. Calverley, „No effect of glutamine ingestion on indices of oxidative metabolism in stable COPD,“ *Respiratory Physiology & Neurobiology*, sv. vol. 177, pp. 41-46, 2011.
- [47] D. Candow, P. Chilibeck, D. Burke, S. Davison a T. Smith-Palmer, „Effect of glutamine supplementation combined with resistance training in young adults,“ *European Journal of Applied Physiology*, sv. vol. 86, pp. 142-149, 2001-12-1.

- [48] M. Coëffier, S. Claeysens, B. Hecketsweiler, A. Lavoinne, P. Ducrotté a P. Déchelotte, „Enteral glutamine stimulates protein synthesis and decreases ubiquitin mRNA level in human gut mucosa,“ *American Journal of Physiology - Gastrointestinal and Liver Physiology*, sv. vol. 285, pp. G266-G273, 2003-07-07.
- [49] K. D. Tipton, T. A. Elliott, C. G. Melanie, W. E. Steven, A. P. Sandord a R. R. Wolfe, „Ingestion of Casein and Whey Proteins Result in Muscle Anabolism after Resistance Exercise,“ *Medicine & Science in Sports & Exercise*, pp. 2073-2081.
- [50] S. Reitelseder, J. Agergaard, S. Doessing, I. C. Helmark, P. Lund, N. B. Kristensen, J. Frystyk, A. Flyvbjerg, P. Schjerling, G. Hall, M. Kjaer a L. Holm, „Whey and casein labeled with L-[1-13C]leucine and muscle protein synthesis,“ *AJP: Endocrinology and Metabolism*, sv. vol. 300, pp. E231-E242, 2010-12-28.
- [51] M. Bortolotti, E. Maiolo, M. Corazza, E. V. Dijke, P. Schneiter, A. Boss, G. Carrel, V. Giusti, K.-A. Lê, D. G. Q. Chong, T. Buehler, R. Kreis, C. Boesch a L. Tappy, „Effects of a whey protein supplementation on intrahepatocellular lipids in obese female patients,“ *Clinical Nutrition*, sv. vol. 30, pp. 494-498, 2011.
- [52] M. C. Mojtahedi, M. P. Thorpe, D. C. Karampinos, C. L. Johnson, D. K. Layman, J. G. Georgiadis a E. M. Evans, „The Effects of a Higher Protein Intake During Energy Restriction on Changes in Body Composition and Physical Function in Older Women,“ *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, sv. 66A, pp. 1218-1225, 2011-10-15.
- [53] D. J. Baer, K. S. Stote, D. R. Paul, G. K. Harris, W. V. Rumpler a B. A. Clevidence, „Whey Protein but Not Soy Protein Supplementation Alters Body Weight and Composition in Free-Living Overweight and Obese Adults,“ *Journal of Nutrition*, sv. vol. 141, pp. 1489-1494, 2011-07-20.
- [54] W. C. Breckenridge a A. Kuksis, „Molecular weight distributions of milk fat triglycerides from seven species,“ *The Journal of Lipid Research*, sv. 1967, pp. 473-478, 1967.

- [55] M. Krotkiewski, „Value of VLCD supplementation with medium chain triglycerides,“ *International Journal of Obesity*, sv. vol. 25, pp. 1393-1400.
- [56] A. A. Papamandjaris, M. D. White a P. J. H. Jones, „Components of Total Energy Expenditure in Healthy Young Women Are Not Affected after 14 Days of Feeding with Medium-Versus Long-Chain Triglycerides,“ *Obesity Research*, sv. vol. 7, pp. 273-280, 1999.
- [57] S. D. Poppitt, C. M. Strik, A. K. H. MacGibbon, B. H. McArdle, S. C. Budgett a A.-T. McGill, „Fatty acid chain length, postprandial satiety and food intake in lean men,“ *Physiology & Behavior*, sv. vol. 101, pp. 161-167, 2010.
- [58] K. Mumme a W. Stonehouse, „Effects of Medium-Chain Triglycerides on Weight Loss and Body Composition,“ *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, sv. vol. 115, pp. 249-263, 2015.
- [59] J. R. Han, B. Deng, J. Sun, C. G. Chen, B. E. Corkey, J. L. Kirkland, J. Ma a W. Guo, „Effects of dietary medium-chain triglyceride on weight loss and insulin sensitivity in a group of moderately overweight free-living type 2 diabetic Chinese subjects,“ *Metabolism*, sv. vol. 56, pp. 985-991, 2007.
- [60] H. Coleman, P. Quinn a M. E. Clegg, „Medium-chain triglycerides and conjugated linoleic acids in beverage form increase satiety and reduce food intake in humans,“ *Nutrition Research*, sv. vol. 36, pp. 526-533, 2016.
- [61] L. Misell, N. D. Lagomarcino, V. Schuster a M. Kern, „Chronic medium-chain triacylglycerol consumption and endurance performance in trained runners,“ *The Journal of sports medicine and physical fitness*, sv. 2001, 2001.
- [62] J. Horowitz, R. Mora-Rodriguez, L. Byerley a E. Coyle, „Preexercise medium-chain triglyceride ingestion does not alter muscle glycogen use during exercise,“ *Journal of Applied Physiology*, sv. 2000, 2000.
- [63] J. H. Goedecke, V. R. Clark, T. D. Noakes a E. V. Lambert, „The Effects of Medium-Chain Triacylglycerol and Carbohydrate Ingestion on Ultra-Endurance Exercise

- Performance," *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, sv. vol. 15, pp. 15-27, 2005.
- [64] E. S. Rawson a J. S. Volek, „Effects of Creatine Supplementation and Resistance Training on Muscle Strength and Weightlifting Performance," *Journal of Strength and Conditioning Research*, sv. vol. 17, pp. 822-831, 2003.
- [65] Y. L. L. Law, W. S. Ong, T. L. GillianYap, S. C. J. Lim a E. V. Chia, „Effects of Two and Five Days of Creatine Loading on Muscular Strength and Anaerobic Power in Trained Athletes," *Journal of Strength and Conditioning Research*, sv. vol. 23, pp. 906-914, 2009.
- [66] G. A. Wright, P. W. Grandjean a D. D. Pascoe, „The Effects of Creatine Loading on Thermoregulation and Intermittent Sprint Exercise Performance in a Hot Humid Environment," *The Journal of Strength and Conditioning Research*, sv. vol. 21, pp. 655- , 2007.
- [67] M. Glaister, G. Howatson, C. Abraham, R. A. Lockey, J. Goodwin, P. Foley a G. McInnes, „Caffeine Supplementation and Multiple Sprint Running Performance," *Medicine & Science in Sports & Exercise*, sv. vol. 40, pp. 1835-1840, 2008.
- [68] J. D. Branch, „Effect of Creatine Supplementation on Body Composition and Performance," *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, sv. vol. 13, pp. 198-226, 2003.
- [69] M. B. Cooke, E. Rybalka, A. D. Williams, P. J. Cribb a A. Hayes, „Creatine supplementation enhances muscle force recovery after eccentrically-induced muscle damage in healthy individuals," *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, sv. vol. 6, pp. 13-, 2009.
- [70] R. A. Bassit, C. H. Justa Pinheiro, K. F. Vitzel, A. J. Sproesser, L. R. Silveira a R. Curi, „Effect of short-term creatine supplementation on markers of skeletal muscle damage after strenuous contractile activity," *European Journal of Applied Physiology*, sv. vol. 108, pp. 945-955, 2010.

- [71] R. V. T. Santos, R. A. Bassit, E. C. Caperuto a L. F. B. P. C. Rosa, „The effect of creatine supplementation upon inflammatory and muscle soreness markers after a 30km race,“ *Life Sciences*, sv. vol. 75, pp. 1917-1924, 2004.
- [72] E. S. Rawson, M. P. Conti a M. P. Miles, „Creatine Supplementation Does not Reduce Muscle Damage or Enhance Recovery From Resistance Exercise,“ *The Journal of Strength and Conditioning Research*, sv. vol. 21, pp. 1208-, 2007.
- [73] R. Deminice, F. T. Rosa, G. S. Franco, A. A. Jordao a E. C. Freitas, „Effects of creatine supplementation on oxidative stress and inflammatory markers after repeated-sprint exercise in humans,“ *Nutrition*, sv. vol. 29, pp. 1127-1132, 2013.
- [74] J. Merwe, N. E. Brooks a K. H. Myburgh, „Three Weeks of Creatine Monohydrate Supplementation Affects Dihydrotestosterone to Testosterone Ratio in College-Aged Rugby Players,“ *Clinical Journal of Sport Medicine*, sv. vol. 19, pp. 399-404, 2009.
- [75] B. K. Schilling, M. H. Stone, A. Utter, J. T. Kearney, M. Johnson, R. Coglianese, L. Smith, H. S. O'Bryant, F. C. Andrew, M. Starks, R. Keith a M. Stone, „Creatine supplementation and health variables,“ *Medicine and Science in Sports and Exercise*, sv. 2001, pp. 183-188, 2001.
- [76] B. Gualano, R. B. Novaes, G. G. Artioli, T. O. Freire, D. F. Coelho, F. B. Scagliusi, P. S. Rogeri, H. Roschel, C. Ugrinowitsch a A. H. Lancha, „Effects of creatine supplementation on glucose tolerance and insulin sensitivity in sedentary healthy males undergoing aerobic training,“ *Amino Acids*, sv. vol. 34, pp. 245-250, 2008.
- [77] K. B. Rooney, J. M. Bryson, A. L. Digney, C. D. Rae a C. H. Thompson, „Creatine Supplementation Affects Glucose Homeostasis but Not Insulin Secretion in Humans,“ *Annals of Nutrition and Metabolism*, sv. vol. 47, pp. 11-15, 2003-2-1.
- [78] I. K. Lyoo, S. Yoon, T.-S. Kim, J. Hwang, J. E. Kim, W. Won, S. Bae a P. F. Renshaw, „A Randomized, Double-Blind Placebo-Controlled Trial of Oral Creatine Monohydrate Augmentation for Enhanced Response to a Selective Serotonin Reuptake Inhibitor in Women With Major Depressive Disorder,“ *American Journal of Psychiatry*, sv. vol. 169, pp. 937-945, 2012.



- [79] S. Roitman, T. Green, Y. Osher, N. Karni a J. Levine, „Creatine monohydrate in resistant depression,“ *Bipolar Disorders*, sv. vol. 9, pp. 754-758, 2007.
- [80] D. G. Kondo, Y.-H. Sung, T. L. Hellem, K. K. Fiedler, X. Shi, E.-K. Jeong a P. F. Renshaw, „Open-label adjunctive creatine for female adolescents with SSRI-resistant major depressive disorder,“ *Journal of Affective Disorders*, sv. vol. 135, pp. 354-361, 2011.
- [81] C. Rae, A. L. Digney, S. R. McEwan a T. C. Bates, „Oral creatine monohydrate supplementation improves brain performance,“ *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, sv. vol. 270, pp. 2147-2150, 2003-10-22.
- [82] D. Benton a R. Donohoe, „The influence of creatine supplementation on the cognitive functioning of vegetarians and omnivores,“ *British Journal of Nutrition*, sv. vol. 105, pp. 1100-1105, 2011.
- [83] T. McMorris, R. C. Harris, J. Swain, J. Corbett, K. Collard, R. J. Dyson, L. Dye, C. Hodgson a N. Draper, „Effect of creatine supplementation and sleep deprivation, with mild exercise, on cognitive and psychomotor performance, mood state, and plasma concentrations of catecholamines and cortisol,“ *Psychopharmacology*, sv. vol. 185, pp. 93-103, 2006.
- [84] W. Anomasiri, S. Sanguanrungsirikul a P. Saichandee, „Low dose creatine supplementation enhances sprint phase of 400 meters swimming performance.,“ *Journal of the Medical Association of Thailand*, sv. 2004, 2004.
- [85] A. Watanabe, N. Kato a T. Kato, „Effects of creatine on mental fatigue and cerebral hemoglobin oxygenation,“ *Neuroscience Research*, sv. vol. 42, pp. 279-285, 2002.
- [86] P. Cancela, C. Ohanian, E. Cuitino a A. C. Hackney, „Creatine supplementation does not affect clinical health markers in football players,“ *British Journal of Sports Medicine*, sv. vol. 42, pp. 731-735, 2008-05-07.
- [87] M. Neves, B. Gualano, H. Roschel, F. R. Lima, A. L. Sá-Pinto, A. C. Seguro, M. H. Shimizu, M. T. Sapienza, R. Fuller, A. H. Lancha a E. Bonfá, „Effect of creatine

- supplementation on measured glomerular filtration rate in postmenopausal women," *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, sv. vol. 36, pp. 419-422, 2011.
- [88] B. Gualano, D. C. Ferreira, M. T. Sapienza, A. C. Seguro a A. H. Lancha, „Effect of Short-term High-Dose Creatine Supplementation on Measured GFR in a Young Man With a Single Kidney," *American Journal of Kidney Diseases*, sv. vol. 55, pp. e7-e9, 2010.
- [89] M. Hadjicharalambous, L. P. Kilduff a Y. P. Pitsiladis, „Brain serotonin and dopamine modulators, perceptual responses and endurance performance during exercise in the heat following creatine supplementation," *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, sv. vol. 5, pp. 14-, 2008.
- [90] E. S. Rawson, P. M. Clarkson, T. B. Price a M. P. Miles, „Differential response of muscle phosphocreatine to creatine supplementation in young and old subjects," *Acta Physiologica Scandinavica*, sv. vol. 174, pp. 57-65, 2002.
- [91] D. G. Syrotuik a G. J. Bell, „Acute Creatine Monohydrate Supplementation," *The Journal of Strength and Conditioning Research*, sv. vol. 18, pp. 610-, 2004.
- [92] J. R. Stout, J. T. Cramer, M. Mielke, J. O'Kroy, D. J. Torok a R. F. Zoeller, „Effects of Twenty-Eight Days of Beta-Alanine and Creatine Monohydrate Supplementation on the Physical Working Capacity at Neuromuscular Fatigue Threshold," *The Journal of Strength and Conditioning Research*, sv. vol. 20, pp. 928-, 2006.
- [93] R. F. Zoeller, J. R. Stout, J. A. O'Kroy, D. J. Torok a M. Mielke, „Effects of 28 days of beta-alanine and creatine monohydrate supplementation on aerobic power, ventilatory and lactate thresholds, and time to exhaustion," *Amino Acids*, sv. vol. 33, pp. 505-510, 2007.
- [94] R. M. Hobson, B. Saunders, G. Ball, R. C. Harris a C. Sale, „Effects of  $\beta$ -alanine supplementation on exercise performance: a meta-analysis," *Amino Acids*, 2012.
- [95] J. R. Hoffman, N. A. Ratamess, A. D. Faigenbaum, R. Ross, J. Kang, J. R. Stout a J. A. Wise, „Short-duration  $\beta$ -alanine supplementation increases training volume and reduces

- subjective feelings of fatigue in college football players," *Nutrition Research*, sv. vol. 28, pp. 31-35, 2008.
- [96] J. Hoffman, N. Ratamess, R. Ross, J. Kang, J. Magrelli, K. Neese, A. Faigenbaum a J. Wise, „B-Alanine and the Hormonal Response to Exercise," *International Journal of Sports Medicine*, sv. vol. 29, pp. 952-958, 2008.
- [97] B. D. Kern a T. L. Robinson, „Effects of  $\beta$ -Alanine Supplementation on Performance and Body Composition in Collegiate Wrestlers and Football Players," *Journal of Strength and Conditioning Research*, sv. vol. 25, pp. 1804-1815, 2011.
- [98] A. A. Walter, A. E. Smith, K. L. Kendall, J. R. Stout a J. T. Cramer, „Six Weeks of High-Intensity Interval Training With and Without  $\beta$ -Alanine Supplementation for Improving Cardiovascular Fitness in Women," *Journal of Strength and Conditioning Research*, sv. vol. 24, pp. 1199-1207, 2010.
- [99] W. R. Lovallo, T. L. Whitsett, M. B. H. Sung, A. S. Vincent a M. F. Wilson, „Caffeine Stimulation of Cortisol Secretion Across the Waking Hours in Relation to Caffeine Intake Levels," *Psychosomatic Medicine*, sv. vol. 67, pp. 734-739, 2005.
- [100] J. D. Coso, J. Salinero, C. González-Millán, J. Abián-Vicén a B. Pérez-González, „Dose response effects of a caffeine-containing energy drink on muscle performance," *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, sv. vol. 9, pp. 21-, 2012.
- [101] M. Glaister, R. A. Lockey, C. S. Abraham, A. Staerck, J. E. Goodwin a G. McInnes, „Creatine Supplementation and Multiple Sprint Running Performance," *The Journal of Strength and Conditioning Research*, sv. vol. 20, pp. 273-, 2006.
- [102] K. T. Schneiker, D. Bishop, B. Dawson a L. P. Hackett, „Effects of Caffeine on Prolonged Intermittent-Sprint Ability in Team-Sport Athletes," *Medicine \& Science in Sports \& Exercise*, sv. vol. 38, pp. 578-585, 2006.
- [103] T. Astorino, M. Terzi, D. W. Robertson a T. R. Burnett, „Effect of Two Doses of Caffeine on Muscular Function during Isokinetic Exercise," *Medicine \& Science in Sports \& Exercise*, sv. vol. 42, pp. 2205-2210, 2010.

- [104] M. J. Duncan a S. W. Oxford, „The Effect of Caffeine Ingestion on Mood State and Bench Press Performance to Failure,“ *Journal of Strength and Conditioning Research*, sv. vol. 25, pp. 178-185, 2011.
- [105] C. Cook, C. M. Beaven, L. P. Kilduff a S. Drawer, „Acute Caffeine Ingestion’s Increase of Voluntarily Chosen Resistance-Training Load after Limited Sleep,“ *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, sv. vol. 22, pp. 157-164, 2012.
- [106] G. B. Keijzers, B. E. D. Galan, C. J. Tack a P. Smits, „Caffeine Can Decrease Insulin Sensitivity in Humans,“ *Diabetes Care*, sv. vol. 25, pp. 364-369, 2002-02-01.
- [107] C. B. Norager, M. B. Jensen, A. Weimann a M. R. Madsen, „Metabolic effects of caffeine ingestion and physical work in 75-year old citizens. A randomized, double-blind, placebo-controlled, cross-over study,“ *Clinical Endocrinology*, sv. vol. 65, pp. 223-228, 2006.
- [108] A. Astrup, S. Tourbo, S. Cannon, P. Hein a J. Madsen, „Caffeine: a double-blind, placebo-controlled study of its thermogenic, metabolic, and cardiovascular effects in healthy volunteers.,“ *The American Journal of Clinical Nutrition*, sv. 1990, 2001.
- [109] P. J. Rogers, C. Hohoff, S. V. Heatherley, E. L. Mullings, P. J. Maxfield, R. P. Evershed, J. Deckert a D. J. Nutt, „Association of the Anxiogenic and Alerting Effects of Caffeine with ADORA2A and ADORA1 Polymorphisms and Habitual Level of Caffeine Consumption,“ *Neuropsychopharmacology*, sv. vol. 35, pp. 1973-1983, 2010-06-02.
- [110] T. Giesbrecht, J. A. Rycroft, M. J. Rowson a E. A. D. Bruin, „The combination of L-theanine and caffeine improves cognitive performance and increases subjective alertness,“ *Nutritional Neuroscience*, sv. vol. 13, pp. 283-290, 2013-07-19.
- [111] C. F. Haskell, D. O. Kennedy, A. L. Milne, K. A. Wesnes a A. B. Scholey, „The effects of l-theanine, caffeine and their combination on cognition and mood,“ *Biological Psychology*, sv. vol. 77, pp. 113-122, 2008.

## EVIDENCE VÝPŮJČEK

Prohlášení: Beru na vědomí, že odevzdáním této závěrečné práce poskytuji svolení ke zveřejnění a k půjčování této závěrečné práce za předpokladu, že každý, kdo tuto práci použije pro svou přednáškovou nebo publikační aktivitu, se zavazuje, že bude tento zdroj informací řádně citovat.

V Praze, 30.4.2017

Podpis autora závěrečné práce

Jako uživatel potvrzuji svým podpisem, že budu tuto práci řádně citovat v seznamu použité literatury.

Jméno	Ústav / pracoviště	Datum	Podpis