

Univerzita Palackého v Olomouci
Fakulta tělesné kultury

SOUČASNÉ TRENDY V DOPLŇCÍCH STRAVY PRO SPORTOVCE

Bakalářská práce

Autor: Tomáš Hejda, TV - AE
Vedoucí práce: PhDr. Iva Klimešová, Ph.D.
Olomouc 2018

Bibliografická identifikace

Jméno a příjmení autora: Tomáš Hejda

Název bakalářské práce: Současné trendy v doplňcích stravy pro sportovce

Pracoviště: Katedra přírodních věd v kinantropologii

Vedoucí bakalářské práce: PhDr. Iva Klimešová, Ph.D.

Rok obhajoby bakalářské práce: 2018

Abstrakt: Bakalářská práce se zabývá sportovními doplňky stravy, a to jak tradičními jako jsou proteinové přípravky, kreatin, BCAA a další, tak i novými suplementy, které nejsou zatím až tak známé a jejich kladný vliv není dosud zcela prokázán. Jsou zde zahrnuty základní informace o účinnosti, významu, využití a rizicích, spojené s užíváním a dopadem na zdraví člověka. Cílem práce je analýza jednotlivých výzkumů, které se zabývají vlivem nových suplementů na výkon sportovce. Dospěli jsme k závěru, že beta-hydroxy beta-metylbutyrát má pravděpodobně kladné účinky, zejména u méně trénovaných jedinců. Může pomoci rychle nabrat sílu, svalový objem a zároveň chránit svalová vlákna před poškozením. Výsledky většiny studií zabývajících se kyselinou ursolovou, kyselinou fosfatidovou, resveratrolem a nikotinamid ribosidem byly nekonzistentní. Byly zde rozdíly v délce trvání, zdatnosti a množství účastníků, dávkování doplňku a podobně. U některých substancí byli k experimentu využiti hlodavci. Zatím bylo provedeno jen málo studií u zmíněných suplementů. Abychom mohli dospět ke konečnému závěru, je potřeba dalších výzkumů, které potvrdí dosavadní výsledky.

Klíčová slova: sportovní výživa, suplement, efekt, výkon, adaptace, regenerace.

Bibliographical identification

Author's first name and surname: Tomáš Hejda

Title of the bachelor thesis: Current trends in dietary supplements for athletes

Department: The Department of Natural Sciences in Kinantropology

Supervisor: PhDr. Iva Klimešová, Ph.D.

The year of presentation: 2018

Abstract: The bachelor thesis is focused on sports supplements such as those traditional one like protein supplements, creatine, BCAA and also on new supplements which are not well known and also their positive influence hasn't been fully proved yet. It includes basic information about efficacy, meaning, utilization and risks which are connected with the impacts on human's health. The main goal of this work is to analyse particular researches which deals with the impacts of new supplements on the performance. The conclusion is that Beta-hydroxy beta-methylbutyrate are likely to have positive effects, especially in less trained individuals. It can help to quickly gain strength, muscle volume and protect muscle fibers from damage. Most studies on ursolic acid, phosphatidyl acid, resveratrol and nicotinamide riboside were inconsistent. There were differences in duration, athleticism, number of participants, supplement dosage and so on. For some substances, rodents were used in experiments. At mentioned dietary supplements there has been done a little research so far so that we could reach the final conclusions. Therefore, further studies are needed to confirm the results so far.

Keywords: sports nutrition, supplements, effect, performance, adaptations, regeneration.

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval samostatně pod vedením PhDr. Ivy Klimešové, Ph.D., uvedl všechny použité literární a odborné zdroje a dodržel zásady vědecké etiky.

V Olomouci dne 29. 6. 2018

.....

Děkuji PhDr. Ivě Klimešové, Ph.D. za pomoc a cenné rady, které mi poskytla při zpracování bakalářské práce.

OBSAH

1	Úvod	7
2	Přehled poznatků	8
2.1	Sportovní výživa	8
2.2	Doplňky stravy	9
2.3	Sportovní doplňky stravy	10
2.3.1	Historie.....	10
2.3.2	Funkce doplňků stravy.....	11
2.3.3	Rozdělení	11
2.4	Tradiční sportovní doplňky stravy	11
2.4.1	Kreatin	13
2.4.2	Proteinové doplňky	14
2.4.3	Aminokyselinové doplňky	16
2.4.3.1	BCAA.....	17
2.4.3.2	Beta-alanin	17
2.4.3.3	Glutamin.....	18
2.4.4	Kofein	19
2.4.5	Gainery.....	20
2.4.6	Karnitin	21
2.4.7	Anabolické steroidy	22
2.5	Nové doplňky stravy	23
2.5.1	Beta-hydroxy beta-metylbutyrát	23
2.5.2	Kyselina ursolová	24
2.5.3	Kyselina fosfatidová	25
2.5.4	Resveratrol	26
2.5.5	Nikotinamid ribosid	27
3	Cíl	29
4	Metodika.....	30
5	Výsledky a diskuze	31
6	Závěr.....	40
7	Souhrn.....	41
8	Summary.....	42
9	Referenční seznam.....	43

1 ÚVOD

V současné době se kladou stále větší nároky na sportovní výkon. Většina sportovců proto využívá doplňky stravy. Suplementy mají za úkol napomáhat k dosažení požadovaných výsledků. Podle charakteru výkonu se dají rozdělit na dvě hlavní skupiny. Jednu skupinu tvoří vytrvalostní sportovci, jejichž snahou je zlepšit své regenerační schopnosti a zajistit si dostatečnou zásobu energie během aerobního výkonu. Druhou skupinou jsou siloví sportovci, kteří usilují o nabrání svalové hmoty, nárůst síly či zlepšení regenerace. Samostatnou kategorií, která se prolíná oběma hlavními skupinami, jsou lidé se snahou o snížení tělesné hmotnosti. Zde dochází k uplatnění jak aerobního cvičení, tak i silového tréninku. Je však důležité uvědomit si, že suplementy neslouží jako náhrada stravy. Pestrá a správná strava spolu s poctivě odvedeným tréninkem je základem každého sportovního úspěchu.

V bakalářské práci se autor zaměřuje na současné trendy v doplňcích stravy pro sportovce. Dnešní trh se suplementy se neustále rozrůstá a doplňky sportovní výživy nabízí kromě speciálních obchodů prakticky veškeré sportovně orientované prodejny. Většina lidí však stále důvěřuje klasickým suplementům jako je kreatin, BCAA a podobně.

Bakalářská práce je rozdělena na dvě části. V první části je věnována pozornost doplňkům, které jsou důležitou součástí stravy všech sportovců. Druhá část je zaměřena na analýzu výzkumů zaměřujících se na účinky nových suplementů.

2 PŘEHLED POZNATKŮ

2.1 Sportovní výživa

Pokud chceme, aby naše tělo fungovalo a pracovalo správně, a to jak v oblasti sportu, tak i při plnění každodenních potřeb a úkolů, je nutné doplňovat potřebné živiny. Tyto složky potravy mají v lidském organismu klíčovou roli. Můžeme je rozdělit do dvou kategorií, podle toho, zda tělo zásobují energií či nikoli. Klíčové však je, aby byly obě tyto skupiny v rovnováze, a my jsme tak mohli podávat optimální výkon (Fořt, 2005).

Nejdůležitějšími energetickými látkami pro fyzickou činnost jsou glukóza a mastné kyseliny. Glukózu můžeme tělu dodávat konzumací stravy bohaté na sacharidy nebo se může vytvářet z látek nesacharidové povahy za pomoci glukoneogeneze. Ukládá se ve svalech a játrech v podobě glykogenu. Mastné kyseliny získává tělo ze stravy nebo štěpením lipidů, přičemž množství může být téměř neomezené v podobě tělesného tuku. Při veškeré pohybové aktivitě využívá organismus obě tyto látky. Nicméně záleží na intenzitě cvičení, kde se stanovuje hranice okolo 60 % maximální kapacity výkonu. Pod touto hranicí se využívá především tuk jako zdroj energie a při překročení začne tělo zpracovávat glukózu. Ta může být využita až na 100 % během maximálního zatížení, které trvá po dobu 2–3 minut. Při nedostatku glukózy se jako zdroj energie začne využívat protein, což si však žádný sportovec nepřaje, jelikož se jedná o základní stavební jednotku svalů (Blahušová, 2005; Klimešová & Stelzer, 2013).

Dalšími podstatnými složkami potravy jsou vitamíny a minerály. Vitamíny jsou životně důležité nejen u sportovců, ale i u celé populace. Jejich nedostatek může způsobit poruchu organismu (Mach & Borkovec, 2013). Tělu musí být vitamíny dodávány v podobě stravy, protože je nedokáže samo syntetizovat. Výjimku tvoří určité množství vitamínu D a K. Tyto důležité složky potravy se podílejí především na energetických procesech, funkci nervového a imunitního systému, krvetvorbě a výživě kostí (Konopka, 2004). Minerální látky si organismus také není schopen obstarat. Je odkázán na jejich příjem prostřednictvím vody či potravy. V těle hrají důležitou úlohu při růstu a metabolismu kostí a svalů. Dále se účastní výstavby tělesných tkání, řídí a kontrolují metabolické pochody. Organismus obvykle potřebuje jen malé množství minerálů. (Agerbo & Andersen, 1997).

Významnou roli pro podání kvalitního výkonu hraje také optimální načasování příjmu potravy. Před výkonem se doporučuje doplnit svalový glykogen, aby během po-

hybové aktivity nedošlo k nežádoucímu stavu, kdy by organismus začal využívat svalové bílkoviny jako zdroj energie. V průběhu aktivity je vhodné využívat sportovní nápoje a gely pro doplnění vyčerpaných zásob sacharidů. Po ukončení sportovního výkonu by měla být strava bohatá zejména na sacharidy a proteiny (Klimešová, 2015).

V průběhu zátěže je také důležité v dostatečné míře přijímat vodu. Jde o tekutinu, která zaujímá nepostradatelnou úlohu při tvorbě energie. Nesprávné dodržování pitného režimu během pohybové aktivity může vést k dehydrataci. Dehydratace organismu zapříčiňuje fyzické změny jako je špatná termoregulace, kardiovaskulární problémy, omezení funkčnosti centrálního nervového systému i metabolických funkcí. Tyto změny ovlivňují sportovní výkon (Kleinerová, 2015; Mach & Borkovec, 2013).

2.2 Doplnky stravy

Podle zákona o potravinách a tabákových výrobcích č. 456/2004 Sb. (úplné znění zákona č. 110/1997) se doplňky stravy rozumí:

Potraviny určené k přímé spotřebě, které se odlišují od potravin pro běžnou spotřebu vysokým obsahem vitaminů, minerálních látek nebo jiných látek s nutričním nebo fyziologickým účinkem, a které byly vyrobeny za účelem doplnění běžné stravy spotřebitele na úroveň příznivě ovlivňující jeho zdravotní stav. (Ministerstvo vnitra ČR, 2004, 9015).

Podle směrnice Evropského parlamentu a Rady 2002/46/ES:

Potraviny, jejichž účelem je doplňovat běžnou stravu, a které jsou koncentrovanými zdroji živin nebo jiných látek s výživovým nebo fyziologickým účinkem, samostatně nebo v kombinaci, jsou uváděny na trh ve formě dávek, a to ve formě tobolek, pastilek, tablet, pilulek a v jiných podobných formách, dále ve formě sypké, jako kapalina v ampulích, v lahvičkách s kapátkem a v jiných podobných formách kapalných nebo sypkých výrobků určených k příjmu v malých odměřených množstvích (Evropský parlament a Rada Evropské unie, 2002, 491).

Na dnešním trhu se setkáváme s přípravky, které nám mají pomoci řešit různé obtíže, zdravotní problémy či posílit naši imunitu. Důležité je, abychom si nepletli doplňky stravy a léky. Lidé většinou ani nevědí, že je nutné tyto dva pojmy rozlišovat. Zatímco se léky užívají hlavně při nemocech a jsou k sehnání pouze v lékárnách a u prodejců vyhrazených léčiv, doplňky stravy slouží k doplnění běžné potravy. Dají se opatřit i v běžných obchodech a musí být označeny jako “doplněk stravy“, kdežto léky registračním číslem SÚKL (Kočíčka, 2010).

Před vstupem na trh musí dojít Ministerstvem zdravotnictví (dále jen MZ ČR) ke schválení doplňku výživy. MZ ČR posuzuje, zda dlouhodobé užívání doplňku nepovede k poškození zdraví, tedy jestli je zdravotně nezávadný (SÚKL, ND).

2.3 Sportovní doplňky stravy

Ve světě sportu neustále stoupají požadavky na fyzickou výkonnost sportovce. Statistiky ukazují, že doplňky stravy užívá až 50 % sportovců, což je mnohem častěji než běžná populace, kde to činí 35-40 %, přičemž vrcholoví sportovci uvádějí užívání doplňků výživy až v 60 % případů. Podle pohlaví sportovce, druhu sportu a úrovně se liší typ užívaných přípravků. Některé průzkumy ukazují, že až 100 % kulturistů a silových sportovců užívá různou formu suplementů. Právě proto patří mezi hlavní konzumenty doplňků stravy, kterým tyto výrobky slibují lepší zotavení, snížení množství tělesného tuku, zvýšení svalové hmoty, delší vytrvalost nebo dosažení jiných vlastností, které zvyšují sportovní výkon. (Maughan & Burke, 2006).

Před konzumací suplementu je potřeba zodpovědět si pár zásadních otázek. Nej důležitějším aspektem je, zda lze považovat doplněk za bezpečný, dále pak jestli funguje, co se o něm ví, co přesně obsahuje a jak se užívá. Až následně se lze rozhodnout, zda jej užívat či nikoli (Skolnik & Chernus, 2011). Při rozhodování je také důležité znát, zda není užívaný výrobek v rozporu s oficiálním antidopingovým kodexem (Maughan & Burke, 2006).

V České republice je trh se sportovními suplementy mimořádně úspěšný. Neustále přibývají noví výrobci a distributoři. To vede k nárůstu šíře sortimentu, což má za následek snahu prodejců ovlivnit zákazníky mnohdy i klamavou reklamou (Fořt, 2011). Na trh jsou suplementy uváděny ve formě tablet, extraktu, tobolek, prášků, gelů nebo sportovních nápojů (Maughan & Burke, 2006).

2.3.1 Historie

Historie suplementů sahá do samých začátku kulturistiky. V roce 1950 byl vytvořen první doplněk stravy Irvinem Johnsonem ve formě tabletky. Složením se nejvíce podobal dnešním aminokyselinám. Tableta byla vyrobena z kvalitních mléčných bílkovin a z vajec. Nicméně konkurence na sebe nenechala dlouho čekat. Bob Hoffman s Joem Weiderem vytvořili vlastní proteinový prášek pro silové sportovce. Prášek byl vyroben z levnějších surovin než produkt od Johnsona. Nešlo o tak efektivní suplement, a proto nebyl ani tak populární mezi sportovci. Weider proto později přišel na trh

s řadou nových produktů, díky kterým je populární dodnes. V tu dobu převzal veškerou produkci suplementů a v roce 1957 začal expandovat do světa (Caha, 2010).

Později se na trhu s doplňky stravy objevila celá řada nových prodejců. Ti však nabízeli neúčinné produkty a docházelo i k falšování výsledků o funkčnosti výrobků. Okolo roku 1980 proto došlo k zahájení testování produktů. V říjnu roce 1994 v USA byly suplementy uznány jako zdraví neškodné a byly zahrnuty do zákona DSHEA (Dietary Supplement Health and Education Act), podle kterého je každý výrobce z USA zodpovědný za bezpečnost a složení svého produktu (Caha, 2010).

Historicky se za jeden z nejpoužívanějších doplňků stravy považuje kreatin, který do kulturistiky přivedl Bill Phillips. Následně se také postaral, aby byl oddělen od dopingů. (Caha, 2010).

2.3.2 *Funkce doplňků stravy*

V dnešní době je mnoho druhů suplementů. Některé fungují více, zatímco účinnost jiných je omezená. Výrobci se však snaží nejen o maximalizaci zisku, ale i o funkčnost výrobků. Účinnost doplňku je individuální (Caha, 2010). Aby se předešlo užívání nefunkčních výrobků, je potřeba dávat přednost produktům, které se opírají o vědecky předložené studie účinnosti doplňku stravy (Mach, 2012).

U doplňků stravy nás zajímá především jejich biologická dostupnost či dostupnost. Jde o podíl obsahu suplementu, který se absorbuje do tělního oběhu, popř. jaký podíl se vyloučí (Mach, 2012).

2.3.3 *Rozdělení*

Je celá řada možností, jak rozdělit doplňky sportovní výživy. Podle Macha (2012) je můžeme dělit na produkty podporující nárůst svalové hmoty, regeneraci svalové tkáň, zlepšení výkonu, přípravky na hubnutí a na podporu imunity a zdraví.

2.4 **Tradiční sportovní doplňky stravy**

Close, Hamilton, Philp, Burke a Morton (2016) shrnují některé suplementy do tabulky podle účinnosti na lidský organismus. U zeleně označených doplňků je prokázán pozitivní efekt na zvyšování síly, vytrvalosti nebo celkového zdravotního stavu. Oranžové jsou doplňky, u nichž dopad na organismus není zcela prokázán a je potřeba dalších studií. Červené označení nesou látky, u kterých není dostatek důkazů o vlivu na

výkonnost nebo jsou Světovou antidopingovou agenturou uváděny na seznamu zakázaných látek.

Tabulka 1. Účinnost suplementů na lidský organismus (Close, Hamilton, Philp, Burke & Morton, 2016).

Vytrvalost		
Kofein	Taurin	Efedrin
Sacharidové nápoje	L-carnitin	Metylhexanamin
Beta alanin		Bylinné doplňky
Antioxidanty		L-arginin
Džusy z červené řepy		Synefrin
Síla		
Kreatin	Leucin	Testosteron
Protein	BCAA	Bylinné doplňky
		Anabolické steroidy
		ZMA
		Kolostrum
Zdraví		
Probiotika	Vitamín C	Magnesium
Vitamín D	Multivitamin	Bylinné doplňky
	Glutamin	
	Rybí olej	

Zelená: ověřené a účinné, oranžová: pravděpodobně účinné, červená: neúčinné nebo zakázané látky

V následujících podkapitolách jsou uvedeny vybrané doplňky stravy, které si autor bakalářské práce dovoluje zařadit mezi ty nejnámější, neboť i ti z nás, kteří nesportují pravidelně a na soutěžní úrovni se s nimi v běžném životě již setkali nebo o nich slyšeli. Vybranými doplňky stravy jsou následující: kreatin, proteinové přípravky, kofein, aminokyselinové doplňky, sacharido-proteinové doplňky (gainery), karnitin a anabolické steroidy. U zmíněných suplementů se bakalářská práce soustředí na jejich charakteristiku, vliv na výkon sportovce a případný dopad na lidské zdraví.

2.4.1 Kreatin

Patří k nejužívanějším doplňkům stravy určeným pro silové sporty. Zpočátku ho užívali především atleti, ale dnes už i většina ostatních sportovců. Jeho popularita narostla až po Olympijských hrách v roce 1992 v Barceloně. Jedná se o suplement, který Mezinárodní společnost sportovní výživy (ISSN) řadí k účinným, bezpečným a etickým doplňkům. Stovky výzkumů ukázaly pozitivní účinnost kreatinu na zlepšování síly, nárůst svalové hmoty či snížení podílu tělesného tuku. Jde o jednu z nejlépe studovaných látek, která má také potenciál při léčbě různých onemocnění jako je např. Parkinsonova choroba. Nevyskytuje se na seznamu zakázaných látek a statistiky prokazují, že při vysokých dávkách nejsou prokázány žádné vedlejší účinky (Maughan & Burke, 2006; Kreider, et al., 2007).

Běžná denní potřeba člověka jsou 2 gramy kreatinu, které můžeme pokrýt jak ze stravy, tak vlastní tvorbou. Jedná se o látku vyskytující se v 95% v kosterním svalstvu, z toho přibližně dvě třetiny jsou uloženy jako fosfokreatin (dále jen PCr) a jedna třetina jako volný kreatin. Zbýlých 5 % zásob je v srdci, mozku a varlotech. Hlavním místem tvorby jsou ledviny, dále pak játra a slinivka břišní. V potravě je obsažen převážně v mase, proto dochází k poklesu zásob kreatinu ve svalech u vegetariánů. Průměrně se v lidském těle vyskytuje 120 g kreatinu (Lukáš, 2015; Kreider, et al., 2007).

Tabulka 2. Obsah kreatinu v potravě (Grasgruber & Cacek, 2008)

Potravina	Obsah kreatinu (g/kg)
Ryby	
Sleď	6,5 - 10
Losos	4,5
Tuňák	4
Treska	3
Platýs	2
Maso	
Vepřové	5
Hovězí	4,5
Další zdroje	
Mléko	0,1
Brusinky	0,02

Během intenzivního cvičení dochází k vyčerpávání zásob PCr ve svalech. Kvůli neschopnosti resyntézovat adenosintrifosfát (dále jen ATP) se snižuje dostupnost energie potřebná pro pohybovou aktivitu. Klesá schopnost udržet maximální úsilí. Zvýšení svalového kreatinu pomocí suplementu umožní zlepšit dostupnost PCr, a tudíž dojde k rychlejší resyntéze ATP v průběhu krátkodobé zátěže s vysokou intenzitou (Kreider, et al., 2007).

V posledních letech proběhla řada výzkumů, které se zaměřovaly na funkčnost a význam kreatinu. Výsledky se z většiny shodují, že opravdu dochází ke zlepšení fyzického výkonu, nicméně především u krátkodobého zatížení. Z dlouhodobého hlediska nebylo prokázáno, že jde o příznivé údaje a je potřeba dalších testů (Lukáš, 2015).

Jen málo studií také sledovalo účinky na svalovou sílu. Je to z hlediska vzájemné provázanosti schopností překvapující. Ukázalo se, že u jedinců zapojených do silového tréninku došlo ke zvýšení svalové síly. I další studie prokázaly, že u sportovců, kteří užívají kreatin a začali se věnovat silovému tréninku, došlo k výraznějšímu zlepšení síly (Maughan & Burke, 2006).

Jiné statistiky ukazují, že používání je spojeno s rychlým nárůstem tělesné hmotnosti, a to o 2 kg, někdy i více, v průběhu 5 dnů. Nárůst hmotnosti je vysvětlován tím, že dochází k zadržování vody a zvýšení syntézy bílkovin. Avšak naměřená hodnota vody v těle se nijak neliší od běžného zvýšení tělesné váhy. Dlouhodobé výzkumy ukazují, že s nárůstem hmotnosti dochází zároveň i k nárůstu čisté svalové hmoty a dále dojde i ke snížení podílu tělesného tuku (Lukáš, 2015; Maughan & Burke, 2006).

2.4.2 *Proteinové doplňky*

Sharawy (2013) uvádí, že bílkovina patří mezi jedny z nejdůležitějších živin pro sportovní výkon, jelikož se jedná o základní stavební a funkční jednotku svalů. Statisticky ukazují, že se zvýšenou intenzitou tréninku narůstá i nárok sportovců na bílkoviny v potravě. U běžné populace činí doporučený příjem 0,8 g/kg tělesné hmotnosti. Zatímco u sportovců to může být až dvojnásobek doporučené denní dávky běžné populace. Potřeba je závislá i na druhu sportu (Rusu & Popa, 2016). Příjem u silových sportovců by měl být o 30-50 % větší než u vytrvalců (Hoffman, Ratamess, Tranchina, Rashti, Kang, & Faigenbaum, 2009). V případě nedostačujícího příjmu bílkovin v potravě dochází k pomalejší regeneraci a postupem času k ochabování svalů (Kreider, et al., 2010). Výběrem vhodných potravin můžeme dosáhnout požadovaného množství, nicméně po-

traviny s vysokým podílem bílkovin obsahují i určité procento tuku (Maughan, Depiesse & Geyer, 2007).

Proteinové doplňky nabízejí sportovcům možnost dosažení cílového množství bílkovin, a to i bez nežádoucího příjmu tuku (Maughan, Depiesse & Geyer, 2007). Podle Pasiakose, Liebermana a McLellana (2014) patří proteinové přípravky mezi jednu z nejoblíbenějších doplňků stravy užívaných profesionálními i rekreačními sportovci a vojáky. Ti je užívají za účelem dosažení nárůstu svalové hmoty, síly a zlepšení fyzického výkonu (Pasakos, McLellan & Lieberman, 2014). Avšak navýšení příjmu proteinu nad požadované množství nepovede k nabrání svalové hmoty. Je spíše pravděpodobné, že nadbytek bude použit jako zdroj energie nebo uložen jako tuk (Eliakim & Nemet, 2007).

Proteinových doplňků je na trhu celé řada, mezi nejznámější patří syrovátkový, kaseinový a sójový protein nebo albumin, což je vaječný protein. V posledních letech proběhla spousta výzkumů o účinnosti jednotlivých typů na organismus. Výsledky ukazují, že při zvýšené intenzitě tréninkového zatížení jsou účinky na anabolické a katabolické děje ve svalových tkáních zcela odlišné. Další studie se soustředily na dobu podání a zjistilo se, že i správné načasování příjmu proteinu hraje důležitou roli pro růst svalů a regeneraci po výkonu (Kreider, et al., 2010). Pasiakos, Lieberman a McLellan (2014) říkají, že konzumace by měla nastat maximálně hodinu před nebo po cvičení.

Mezi nejlepší proteinové přípravky se řadí syrovátkový protein, který se dělí na izolát a koncentrát. Izolát má nízkým podílem tuku a laktózy vysoký obsah bílkovin, obvykle až 90 %, kdežto koncentrát má 70–85 % bílkovin v jedné porci a větší množství tuku a laktózy. Velikou výhodou tohoto proteinu je jeho rychlá vstřebatelnost, vysoká koncentrace aminokyselin, které mohou být vysokou intenzitou tréninku vyčerpány. Dále obsahuje esenciální aminokyseliny, které chrání svalovou hmotu před poškozením ze zvýšené námahy a podporují regeneraci. Další důležitou sloučeninou je leucin, který hraje klíčovou roli při růstu svalové hmoty. Proto syrovátkový izolát patří mezi absolutní špičky na trhu (Sharaway, 2013).

Kasein je bílkovina nacházející se v mléce. Jde o tzv. pomalý protein. Doba vstřebání může být až 7 hodin. Při společné konzumaci se syrovátkovým proteinem podporují nárůst svalstva a zabraňují odbourávání svalových bílkovin. Kasein sám o sobě napomáhá ochraňovat svalovou hmotu (Skolnik & Chernus, 2011).

Sójový protein podporuje budování svalstva a může mít formu izolátu a koncentráty stejně jako je to u syrovátkového proteinu. Izolát je tvořen z 90 % bílkovinou, zatímco koncentrát pouze ze 70 % (Skolnik & Chernus, 2011).

Albumin je nejstravitelnější bílkovina, která je obsažena ve vejcích. Na trhu obvykle není k sehnání samostatně, ale je spolu s dalšími proteiny obsažen v tyčinkách (Skolnik & Chernus, 2011).

Tabulka 3. Obsah bílkovin ve vybraných potravinách (Mach & Borkovec, 2013)

Živočišné zdroje	Obsah	Rostlinné zdroje	Obsah
Hovězí maso	24-32 g/100 g	Arašídý	18 g/0,5 šálku
Vepřové maso	24-32 g/100 g	Dýňová semínka	20 g/0,5 šálku
Kuřecí maso	24-32 g/100 g	Fazole	6 g/0,5 šálku

2.4.3 Aminokyselinové doplňky

Aminokyseliny jsou považovány za základní stavební kámen proteinových řetězců. Výhodou je rychlá vstřebatelnost, kdy se prakticky ihned po užití dostávají do krve a svalů (Frolíková, Pavluch, 2004).

Podle Eliakimena a Nemeta (2007) můžeme rozdělit aminokyseliny na esenciální, neesenciální a podmíněčně esenciální. Mezi esenciální aminokyseliny řadíme valin, leucin, izoleucin, fenylalanin, tryptofan, lysin, methionin a threonin. Do skupiny neesenciálních aminokyselin spadají alanin, arginin, asparagin, kyselina aspartová, cystein, kyselina glutamová, glutamin, glycin, histidin, prolin, serin a tyrosin. K podmíněčně esenciálním patří histidin a arginin. Přestože je zařazujeme mezi neesenciální je nutné je tělu při zvýšené pohybové aktivitě dodávat formou stravy, neboť si je tělo není schopno v optimální míře vytvořit. Bílkovina je tedy složena z celkem 20 různých aminokyselin (Grasgruber & Cacek, 2008; Smejkal, 2015).

Důležité je zaměřit se především na aminokyseliny esenciální, jelikož si je lidské tělo neumí vyrobit v dostatečném množství, a proto musí být dodávány organismu v podobě stravy. Dosažení doporučeného denního příjmu, což činí 2-3 g/den, lze docílit konzumací správné výživy nebo využitím potravinových doplňků (Eliakim & Nemet, 2007).

2.4.3.1 BCAA

Patří k nejčastěji vyskytujícím se suplementům v oblasti sportu. Jde o seskupení větvených aminokyselin, ve kterém se nachází leucin, izoleucin a valin. Ty jsou řazeny mezi esenciální, tudíž si je organismus není schopen vyrobit a musíme je tělu dodávat. Nejvíce jsou tyto aminokyseliny obsaženy v mase, a to v drůbežím a rybím, dále pak ve vejcích, mléku a mléčných výrobcích. Obsah v těchto potravinách se pohybuje v rozmezí 15-20 % na 100 g bílkovin (Páleníček, 2013).

Funkce BCAA spočívá ve zvyšování syntézy proteinů ve svalech. Účinky můžeme označit za anabolické, jelikož brání odbourávání svalových proteinů a napomáhají anabolizovat tkáň. Tím zabezpečují, aby nedošlo k využívání svalů jako zdroje energie (Arndt, 2010). Hladina těchto aminokyselin klesá zejména při vytrvalostních činnostech, a proto může dojít k únavě organismu (Kleinerová, 2015).

Ve sportu využívají BCAA silově trénující sportovci především kvůli antikatabolickému efektu. U vytrvalců jde o zdroj energie a zároveň šetří zásoby svalového glykogenu. K lepší regeneraci po intenzivním tréninku se kombinují s ergogenními doplňky stravy se zvýšeným obsahem sacharidů (Páleníček, 2013).

Objevila se již řada studií zkoumající vliv suplementu BCAA na zvýšení výkonu, a i když některé z nich byly opravdu zajímavé, zatím se zcela neprokázal jejich přínosný vliv a bude potřeba dalších výzkumů (Kleinerová, 2015).

2.4.3.2 Beta-alanin

Jde o další důležitý doplněk v oblasti aminokyselin, který má na rozdíl od BCAA dokázaný pozitivní vliv na výkon sportovce. Řadíme jej mezi neesenciální aminokyseliny a běžně se vyskytuje převážně v mase, a to v hovězím, kuřecím, jehněčím, rybím nebo vepřovém (Kleinerová, 2015). Jde o jednu ze dvou složek karnosinu. Ten se ve velké míře nachází v kosterním svalstvu. Jeho koncentrace je výrazně vyšší u svalových vláken typu II (Hoffman, Stout, Harris, & Moran, 2015).

Cílem beta-alanin suplementu není přímý účinek aminokyseliny samotné, nýbrž jeho schopnost vázat se s histidinem a zapříčinit vznik a zvýšení koncentrace karnosinu ve svalech. Ten udržuje stabilní úroveň pH svalů a odstraňuje ionty vodíku, které jsou produkovány během pohybové aktivity. To má za následek oddálení nástupu svalové únavy a zvýšení sportovního výkonu. Největší ergogenní potenciál pro zvýšení hladiny karnosinu nastává během pohybové aktivity s vysokou intenzitou zatížení mezi první a čtvrtou minutou (Hoffman, Stout, Harris, & Moran, 2015; Rusu & Popa, 2016).

Zlepšení výkonu bychom měli zaznamenávat už při konzumaci od 2 g, avšak za účinnou dávku se považuje 4-6 g/den, což představuje 400 až 1600 g kuřecích prsou. Je tedy zřejmé, že suplement se jeví jako neúčinnější prostředek ke zvýšení jeho hladiny ve svazech (Hoffman, Stout, Harris, & Moran, 2015).

Karnosin může mít i další fyziologické účinky, jelikož se nachází kromě tkání kosterního svalstva i v mozku. Výzkumy naznačují, že může dojít ke snížení úzkosti během stresové situace a ke zlepšení kognitivních funkcí během únavy. Nicméně v této oblasti je potřeba dalších testů (Hoffman, Stout, Harris, & Moran, 2015).

Mezi vedlejší účinek beta-alaninu patří parestézie. Jde o pocit znecitlivění nebo mravenčení v kůži. Ta se běžně vyskytovala při jednorázové konzumaci vyšší než 800 mg/kg. Při soustavném užívání nebyly prokázány žádné problémy. A jelikož jde o přirozeně se vyskytující aminokyselinu s významnou fyziologickou rolí v organismu, je zřejmé, že jde o velmi bezpečný doplněk. Jedinou neznámou je dlouhodobá kombinace s jinými doplňky. V tomto ohledu je zapotřebí dalších studií. Dále je třeba pochopit přínos a bezpečnost beta alaninu s různými proměnnými, jako je pohlaví, věk, stres a fyzická zdatnost v různých podmínkách, jako je klima, nadmořská výška a výživa (Hoffman, Stout, Harris, & Moran, 2015).

2.4.3.3 *Glutamin*

Glutamin je neesenciální aminokyselina, která se vyskytuje přirozeně v lidském organismu. Nicméně v době zranění, stresu nebo nemoci se řadí k podmíněně esenciálním a je třeba tělu dodávat suplement, jelikož si ho organismus není schopen v dostatečné míře obstarat, a tak může dojít k výraznému poklesu jeho hladiny (Toderó, 2014).

Jedná se o nejčastěji zastoupenou aminokyselinu v lidském těle. O největší podíl syntézy se starají svaly a plazma, a to až z 60 % z celkového objemu. Dále pak přispívají játra, plíce a tuková tkáň. Je známo, že pohybová aktivita ovlivňuje právě jeho syntézu. Zatěžování organismu vede ke snižování a následnému vyčerpání glutaminu. Proto je pro své zdánlivé ergogenní účinky, zvýšení síly a rychlejší zotavení řazen u sportovců mezi oblíbené doplňky (Khorshidi-Hosseini & Nakhostin-Roohi, 2013; Toderó 2014).

Glutamin slouží jako hlavní energetický zdroj pro imunocyty, lymfocyty a makrofágy. Z hlediska energetického zásobení lymfocytů a makrofágů probíhají výzkumy, zda glutamin podporuje zvyšování svalové síly. Co se týče imunocytů, hladina glutaminu v plazmě klesá při nadměrném trénování, což může mít za následek častější výskyt

infekčních onemocnění sportovců, neboť dochází k oslabení funkce imunitního systému. Z tohoto hlediska proběhla o účinnosti glutaminové suplementace řada studií. Některé potvrdily, že konzumace po intenzivním tréninku zvyšuje obranyschopnost, jiné výzkumy takový jednoznačný výsledek nemají (Vilikus, et al., 2013).

2.4.4 *Kofein*

V současné době užívá kofein většina dospělé populace, a to v podobě kávy, čaje, Coca-Coly nebo energetických nápojů (Close, Hamilton, Philp, Burke & Morton, 2016). Nicméně kofein má dlouhou historii a ve světě sportu zaujímá neobvyklou pozici. Určitou dobu figuroval na seznamu zakázaných látek a až v roce 2004 byl Světovou antidopingovou agenturou z tohoto seznamu odstraněn, což vedlo k nárůstu sportovců se zájmem o jeho užívání. (Jordan, Farley, Coons, & Caputo, 2014; Maughan, Depiesse & Geyer, 2007).

Trexler a Smith-Ryan (2015) uvádějí, že kofein neboli 1,3,7-trimethylxanthin je legální psychoaktivní látka, která se považuje za jednu z nejpoužívanějších na světě. Jedná se o látku, která stimuluje mozek a umožňuje lepší myšlení a soustředění. To napomáhá podávat delší a intenzivnější výkon. Ohledně kofeinu a jeho využití ve sportu proběhla celá řada studií. Výsledky většiny výzkumů ukazují, že opravdu podporuje výkon (Clarková, 2014). Kofein působí z fyziologického hlediska jako antagonist a adenosin receptorů a modifikátor svalové kontrakce. Proto v rámci výkonu snižuje schopnost vnímat únavu a bolest s ním spojenou (Close, Hamilton, Philp, Burke & Morton, 2016).

Doporučené dávkování kofeinu je okolo 3 mg/kg. Předávkování může být kontraproduktivní a způsobit nevolnost (Clarková, 2014). Podle Maughana, Depiesse & Geyera (2007) souvisí s užíváním vysokých dávek kofeinu výskyt nežádoucích vedlejších účinků. Může dojít k nespavosti, bolestem hlavy nebo gastrointestinálnímu podráždění a krvácení. Dále pak ke svalovému třesu nebo poruchám koordinace, a proto se doporučuje omezit jeho konzumaci v některých sportech. Nicméně negativní dopady na zdraví z dlouhodobého hlediska nejsou prokázány (Glaister, Muniz-pumares, Patterson, Foley & Mcinnes, 2015).

Tabulka 4. Obsah kofeinu v nápojích (Clarková, 2014)

Zdroj kofeinu	Průměrný obsah kofeinu (mg)
Káva	
Káva překapávaná (0,5 l)	265
Espresso (30 ml)	40
Káva bez kofeinu (0,5 l)	10
Jiné nápoje	
Čaj (0,5 l)	60-160
Slazené nápoje (plechovka 360 ml)	
Pepsi	38
Diet Pepsi	35
Coca-cola	35
Energetické nápoje	
Red Bull (250 ml)	80

2.4.5 Gainery

Gainery, neboli sacharido-proteinové přípravky slouží ke zvýšení výkonu, k doplnění zásob energie, růstu svalové hmoty a podporují regeneraci organismu (Frolíková, Pavluch, 2004). Právě sacharidy jsou považovány za nejvýznamnější a nejrychlejší zdroj energie pro mechanickou práci. Nicméně neslouží pouze jako energetický zdroj, ale napomáhají i při trávení, regulaci tuků a metabolismu proteinů (Blahušová, 2005).

Jedná se o suplement složený především ze sacharidů a proteinů obohacený o vitamíny a minerály, které slouží především k posílení obranyschopnosti a správnému fungování organismu (Šedivý, 2008). Je nepostradatelný jak pro lidi, kteří začínají s posilováním, tak i pro profesionální sportovce (Boušková, 2012). Nejčastěji dostupná forma na trhu je v podobě prášku (Frolíková, Pavluch, 2004). Gainery můžeme dělit dvojím způsobem, a to podle zastoupení jednotlivých sacharidů a podle obsahu bílkovin na 100 g daného produktu (Caha, 2012).

Jelikož při posilování pracují svaly tzv. anaerobně, nesmí být zdrojem energie tuky. Nejideálnějším energetickým zdrojem svalů jsou sacharidy, neboť dokáží svaly dostatečně zásobit a chránit před spalováním (Josiek, 2015). Účinek gainerů tedy spočívá v dodávání energie tělu tak, aby se spustily anabolické děje. Organismus dokáže využít

energetický přebytek k nastartování růstových procesů, superkompenzaci a růstu tkání (Caha, 2012).

Avšak zatím nikdo nemůže zcela s jistotou říct, že účinnost sacharido-proteinových suplementů je opravdu efektivní. Je však potvrzeno, že dodávání více energie tělu ve formě sacharidů a proteinů v rámci tréninku vede k nárůstu svalové hmoty (Kleinerová, 2015).

2.4.6 *Karnitin*

První zmínky o karnitinu jsou již z roku 1906, kdy byl poprvé objeven v mase. Jeho efekt na organismus byl však zjištěn až o mnoho let později, a to v roce 1957. V minulosti byl považován za esenciální látku podobnou proteinům. Dnes již vědci zjistili, že si jej lidské tělo dokáže syntetizovat z aminokyselin, konkrétně lyzinu a metioninu. Proto jeho obsah v organismu není podmíněn pouze stravou. Finální výroba probíhá v játrech a ledvinách a zabezpečuje lidskému tělu až 25 % doporučeného denního příjmu. Zbýlých 75 % je závislých na potravě. Jeho nedostatkem jsou nejvíce ohroženi vegetariáni, jelikož nejběžnějším zdrojem je maso a mléčné produkty. Průměrný denní příjem ze stravy se pohybuje okolo 50-100 mg. Největším uložištěm v lidském těle jsou svaly, kde se nachází až 98 % z celkového množství. (Kleinerová, 2015; Vilikus, et al., 2013).

Tabulka 5. Obsah karnitinu v potravě (Vilikus, et al., 2013)

Potravina	Obsah
Kuřecí maso	4-9 mg/100 g
Vepřové maso	30 mg/100 g
Hovězí maso	60 mg/100 g
Jehněčí maso	80 mg/100 g
Skopové maso	210 mg/100 g

Za hlavní funkci karnitinu se považuje přenos mastných kyselin do mitochondrií. Jde o místo, kde se tvoří energie pro svalovou kontrakci. Proto platí, čím více tuků je transportováno, tím větší bude produkce energie a dojde ke spalování tuků. Nicméně vše je závislé na jeho množství v organismu. Bez něj nelze transportovat mastné kyseliny s dlouhým řetězcem do mitochondrií. Proto lze dojít k závěru, že suplementace kar-

nitinu zlepšuje spalování tuků a zvyšuje výkon, jelikož chrání svalový glykogen. Doporučené dávkování doplňku je 1-3 g (Mach, 2012).

Proběhla celá řada studií zkoumajících, jaký význam má na pokles podkožního tuku a sportovní výkon. Některé z nich vykazovaly pozitivní působení, jiné zas byly bez efektu, proto je potřeba dalších výzkumů, které potvrdí, případně vyvrátí vliv na lidský organismus (Vilikus, et al., 2013). Studie zaměřující se na fyziologické účinky ukázaly, že suplementace zvyšuje hladinu karnitinu v krvi, zatímco koncentrace ve sva-
lech se tolik nemění (Mach, 2012).

2.4.7 *Anabolické steroidy*

Anabolické steroidy jsou Světovou antidopingovou agenturou WADA řazeny na seznam zakázaných látek. Jde tedy o látku, která je při pozitivním nálezu v organismu sportovce brána jako doping a jedinci jsou suspendováni. I přesto se řada sportovců uchýlí k ústní či injekční aplikaci s vidinou, že nebudou odhaleni, jelikož jde většinou o hormony, které se běžně vyskytují v těle. Avšak pro odhalení byly zřízeny biologické pasy sportovců, které mají za úkol kontrolovat hladinu anabolických steroidů v těle (Antidopingový výbor ČR, 2017).

Anabolické steroidy se využívají v terapeutické oblasti jako lék, který slouží místo mužského pohlavního hormonu testosteronu. Ten je klíčový při anabolických dějích v lidském těle. U sportovců je žádán především pro jeho schopnost zvyšovat dusíkovou bilanci v organismu, čímž významně řídí tvorbu bílkovin tedy i růst svalové hmoty. Také napomáhá k obnově glykogenu, což umožňuje podávat lepší výkon. Nejvíce se tedy zneužívá právě v silových sportech jako je kulturistika, vzpírání a jiné silové sporty (Herzinger, 2010). Uvádí se, že až 3 miliony sportovců užívají anabolika, a to jak vrcholoví, tak rekreační (Vítek, 2016). Za pomoci steroidů jsou schopni dosáhnout výsledků mnohem rychleji než běžná populace. Pozitivní dopad má i na regeneraci po náročném tréninku a umožňuje trénovat častěji a intenzivněji (Herzinger, 2010).

Nicméně každé pro má i svoje proti a u testosteronu je tomu tak dvojnásob. Pokud v organismu dojde ke zvýšení hladiny, může to mít neblahý vliv na lidské zdraví. Existuje celá řada prokázaných vedlejších účinků. Mezi nejzávažnější dopady patří kardiovaskulární a jaterní poškození. Velice vysoké je i možné riziko vzniku nádorových onemocnění. Nejčastěji bývají zasaženy játra, ale ohroženy mohou být i další orgány. Dále můžeme zmínit poruchy pohybového aparátu, psychologické problémy a metabolické poruchy. Vedlejších účinků je opravdu mnoho. Proto je velmi důležité, aby si kaž-

dý uvědomil, zda mu užívání hormonů steroidní povahy za podstoupení takového rizika skutečně stojí (Vítek, 2016).

2.5 Nové doplňky stravy

Tradiční výzkumy orientující se na oblast sportovní výživy byly zaměřeny převážně na strategie, které pomohou zlepšit přípravu na soutěž, výkon během soutěže a následnou regeneraci. Ve sportu však nerostou nároky pouze na sportovce, ale i jejich stravu. Proto dochází k neustálému a rychlému vývoji sportovní výživy. Je důležité, aby trénink a strava byla kompatibilní a bylo tak možné podávat maximální výkon či se dokonale přizpůsobit na zátěž. Pro dosahování co nejlepších výsledků je podstatné, aby sportovní týmy spolupracovaly s výživovými specialisty, kteří mají potřebné znalosti o biochemismu cvičení (Close, Hamilton, Philp, Burke & Morton, 2016).

Strategie výživy pro výkon a adaptaci nejsou vždy ve vzájemném souladu. Například omezení sacharidů může zvýšit mitochondriální biogenezi a potenciálně dlouhodobou adaptaci. Nicméně může také dojít ke zhoršení výkonu v daném tréninku. Proto výzkumní i praktičtí pracovníci začali přizpůsobovat výživu podle jejího účelu. Rozlišují se dva druhy výživy. Prvním je soutěžní výživa, která má pomoci dosáhnout co nejlepší výkonnosti. Další je tréninková výživa, která se zaměřuje především na adaptaci (Close, Hamilton, Philp, Burke & Morton, 2016).

V následujících podkapitolách se zaměříme na beta-hydroxy beta-metylbutyrát (HMB), kyselinu ursolovou, kyselinu fosfatidovou, resveratrol a nikotinamid ribosid. Inspirován jsem byl Closem, Hamiltonem, Philpem, Burkem a Mortonem (2016), kteří uvádějí, že jde o nové suplementy, které v budoucnu můžou představovat novou nutriční strategii ve výživě sportovců. Mohou napomáhat k lepším výkonům, nárůstu svalové hmoty či adaptaci kosterních svalů na zátěž.

2.5.1 *Beta-hydroxy beta-metylbutyrát*

Pro udržení dobré výkonnosti sportovce po předchozí zátěži jsou důležité zejména dva aspekty. Jednak dostatečná regenerace, ale také přísun důležitých živin do organismu. Z tohoto hlediska se řada výzkumů zaměřila na rozvětvený řetězec aminokyselin. Jedna ze tří aminokyselin vyskytující se v BCAA je leucin. Ten má kromě klíčové role v metabolismu bílkovin, glukózové homeostáze a inzulínové aktivitě také významné anabolické vlastnosti, a tím zlepšuje regeneraci po zátěži. V roce 1996 bylo zmíněno, že je velmi pravděpodobně za tyto účinky zodpovědný právě beta-hydroxy beta-

methylobutyrate (dále jen HMB), který je meziproduktem zmíněného leucinu. Doporučená dávka HMB se pohybuje okolo 3 g/den. Takové množství je schopno tělo získat z 60 g leucinu. Abychom dosáhli této hodnoty je zapotřebí 600 g opravdu kvalitní bílkoviny. Jde téměř o nereálné a ne příliš zdravé množství. Proto se suplementace jeví jako rozumná věc (Albert, Morente-Sánchez, Ortega, et al., 2015).

HMB je klasifikován jako doplněk stravy, který nejen chrání svaly během pohybové aktivity před poškozením, ale také napomáhá nabrat svalovou hmotu po náročném tréninku. O jeho účinnosti proběhla řada výzkumů. Ukázalo se, že ne všechny výsledky se shodují. Část potvrdovala rychlejší zotavení, zvýšení síly, nabrání tělesné hmotnosti, snížení tělesného tuku i lepší výkonnost. Některé ze studií přišly se závěrem, že může pomoci při léčbě svalové atrofie, kachexie a sarkopenie. Naopak jiná část studií nic z tohoto nezaznamenala. Tato nesrovnalost se však může částečně vysvětlit. V testech byly rozdíly v délce trvání a také v úrovni fyzické zdatnosti účastníků. Vědecká literatura tvrdí, že vliv HMB je dán právě trénovaností a také zdravotním stavem jedinců. Údaje ukazují, že napomáhá spíše netrénovaným a zdravým lidem. U trénovaných takový efekt nemá, avšak v období proteolýzy jsou výsledky kladnější (Albert, Morente-Sánchez, Ortega, et al., 2015).

Beta-hydroxy beta-methylobutyrate tedy zatím nemá zcela prokázaný pozitivní dopad, jelikož nebylo provedeno dostatečné množství studií a jsou zapotřebí další. Avšak dostupné materiály zatím ukazují kladný vliv této látky. Budoucí výzkumy by se kromě účinku měly také věnovat optimalizaci podávání a specifikaci, za jakých podmínek je užití doporučeno (Albert, Morente-Sánchez, Ortega, et al., 2015).

2.5.2 *Kyselina ursolová*

Jedná se o pentacyklickou triterpenoidní karboxylovou kyselinu, která se vyskytuje v zelenině a v různých rostlinách. Má významné antioxidační, protizánětlivé a anti-hyperlipidemické účinky. Pro tyto svoje biologické aktivity je široce uznávána (Bang, Seo, Chung, et al., 2017).

Už dříve byly zjištěny pozitivní účinky kyseliny ursolové na nabrání svalové hmoty. V současné době probíhá řada studií, které zkoumají její vliv, co se týče míry poškození svalů v rámci odporového tréninku. Soustavné posilování vede k lepší fyzické zdatnosti, k zesílení a hypertrofii svalů. V rámci tohoto cvičení však dochází k poškození svalů, které je vyvoláno mechanickým napětím při zatěžování. A právě

za účelem chránění svalstva je řada výživových doplňků, zejména pak rostlinného původu, zkoumána (Bang, Seo, Chung, et al., 2017).

Výzkum, který se zaměřil na zvyšování síly s využitím suplementu, dává najevo, že dochází k rozsáhlejším fyziologickým změnám včetně procentuálního snížení tělesného tuku, kdy kyselina ursolová silně zpomaluje jeho přírůstek, avšak nedochází k navýšení či k snížení hmotnosti jedince. Můžeme tedy říct, že má pozitivní vliv na tělesné složení. Dále dochází ke zvýšení irisinu v krvi. Ten hraje důležitou roli při tvorbě energie ve svalech. Zvýšená hladina byla zaznamenána i u IGF-1, což je inzulínový růstový faktor-1. Jde o jeden ze dvou malých peptidů podobných hormonu inzulínu. V konečné řadě došlo i k navýšení maximální svalové síly, což bylo záměrem této studie. Suplementace výrazně přispěla ke zlepšení izokinetické síly. Tento výsledek naznačuje, že užívání kyseliny ursolové může skutečně hrát významnou úlohu při zlepšení svalové síly. Je však obtížné určit, zda účinek souvisí s irisinem v kombinaci IGF-1 nebo samotným IGF-1. Avšak poznatky naznačují, že irisin může být v rámci pohybové aktivity zapojen do svalové kontrakce a napomáhat tak k zesílení. Nicméně podklady z této studie jsou omezené v důsledku nízkého počtu účastníků zapojených do výzkumu, proto je třeba dalšího testování (Bang, Seo, Chung, et al., 2014).

2.5.3 *Kyselina fosfatidová*

Ve snaze dosáhnout co nejlepších výsledků v posilování dochází k využívání výživových doplňků, na jejichž efekt se zaměřuje řada výzkumných pracovníků. Mezi nejčastěji zkoumané suplementy se řadí již dříve zmiňované proteiny, BCAA a kreatin. Další kategorií testovanou z hlediska vlivu na výkon jsou fosfolipidy, kam patří i kyselina fosfatidová (Escalante, Alencar, Haddock & Harvey, 2016).

Kyselina fosfatidová je sloučenina tvořená dvěma mastnými kyselinami a fosfátovou skupinou. Pomocí esterových vazeb je vázána na molekulu glycerolu a představuje prekurzor pro produkci mnoha jiných lipidů. Také jde o hlavní strukturální složku buněčné membrány. Výsledky nedávných výzkumů potvrzují její vazbu na svalovou proteinovou syntézu. K regulaci této syntézy dochází prostřednictvím “mammalian target of rapamycin“ (dále jen mTOR). Předpokládá se, že kyselina fosfatidová na něj působí v přímé spojitosti, jelikož je prokázána její důležitá úloha jako signálního prostředku ve svalstvu. Ke zvýšení nitrobuněčné hladiny kyseliny může dojít pomocí mechanické stimulace, jako je pohybová aktivita nebo pasivní protahování, ale také exogenními zdroji. Toto zvýšení může přispívat k většímu účinku mTOR a zintenzivnit tak syntézu

proteinů. Nicméně i přes provedení velkého počtu studií jsou výsledky nejasné. Proto je třeba dalších výzkumů, které by mohly skutečně potvrdit, zda může být mTOR opravdu stimulován kyselinou (Escalante, Alencar, Haddock & Harvey, 2016).

Výzkumů ohledně účinků suplementace na výkon v rámci pohybové aktivity je opravdu málo. Hoffman, Stout, Williams et al. (2012) dospěli k závěru, že užívání doplňku vede k zesílení a nabrání tělesné hmotnosti. Přestože výsledky byly pozitivní, mohou být napadeny. Aby tento problém nenastal i ve studii Joya et al. (2014) byl všem účastníkům naplánován tréninkový program a sestaven jídelníček, což jsou skutečnosti, které mohly zpochybnit předchozí závěry. Nicméně i tento výzkum potvrzoval, že kyselina fosfatidová během cvičebního programu přispívá ke svalové hypertrofii, maximální svalové síle a nabrání hmotnosti. I novější třetí studie od Escanteho, Alencareho, Haddocka & Harveye (2016) potvrzuje předešlé výsledky. Ve všech třech případech bylo testovaným skupinám podáváno 750 mg suplementu, avšak v poslední situaci šlo o produkt MaxxTOR, což je přípravek, který je obohacen o synergické složky, jako jsou L-Leucin, HMB a Vitamín D3. A právě toto rozšíření doplňku může znevažovat studii. Je tedy zapotřebí dalších výzkumů, které by prokázaly jeho účinnost. Navíc během testování byla účastníkům připravována izokalorická dieta místo hypokalorické stravy. Kyselina fosfatidová tak může potenciálně zlepšit složení těla i ve větší míře (Escalante, Alencar, Haddock & Harvey, 2016).

2.5.4 *Resveratrol*

Resveratrol je polyfenolový přírodní antioxidant. Polyfenoly spadají mezi výživové doplňky, které pomáhají k lepšímu zdravotnímu stavu a výkonnosti. Jde o antioxidanty patřící k nejvíce zastoupeným ve stravě. Díky svým možným příznivým účinkům na metabolické zdraví a stárnutí získaly v poslední době značnou pozornost. Resveratrol se nachází v hroznech červené révy, arašíděch, brusinkách a v jiných druzích ovoce a zeleniny. Proběhlo již mnoho studií zabývajících se jeho protizánětlivými, antioxidantními a protinádorovými vlastnostmi. V současnosti dochází k řadě výzkumů zkoumajících jeho možnou schopnost stimulovat SIRT1, AMPK a PGC1 α ve svalech, což vede ke zvýšení mitochondriální kapacity. SIRT1 a AMPK jsou enzymy, které fosforylací a deacetylací přímo působí na aktivitu PGC1 α , což je hlavní regulátor mitochondriální biogeneze (Polley, Jenkins, O'Connor & McCully, 2016; Cantó & Auwerx, 2009).

U experimentů s hlodavci byly zaznamenány pozitivní účinky při suplementaci resveratrolu v kombinaci s tréninkem. Avšak výsledky studií zkoumající vliv na člověka nejsou zcela prokázané. Některé výzkumy hodnotí působení kladně, jiné jsou zase bez efektu. Toto protichůdné zjištění může být v důsledku několika okolností, včetně zdravotnosti a zdravotního stavu účastníků, dávkování a biologické dostupnosti resveratrolu (Polley, Jenkins, O'Connor & McCully, 2016).

Tímto problémem se zabývali i Polley, Jenkins, O'Connor a McCully (2016). Ti dospěli k závěru, že užívání suplementu doplněného o piperin v nízkointenzivní submaximální zátěži skutečně zvyšuje mitochondriální kapacitu u lidí a také zlepšuje adaptaci na vytrvalostní trénink. Piperin byl použit v naději, že zvýší biologickou dostupnost a bioaktivitu resveratrolu a zatížení této formy bylo zvoleno kvůli proveditelnosti i u méně trénovaných jedinců. Avšak šlo o jedno z prvních testování tohoto druhu vůbec. Předešlé testy byly zaměřeny na vysokou intenzitu tréninku. Proto je třeba dalších studií k potvrzení této skutečnosti.

2.5.5 *Nikotinamid ribosid*

Nikotinamid ribosid (dále jen NR) je pyridinová nukleosidová forma niacinu a výchozí substance pro tvorbu NAD⁺. Niacin neboli vitamín B3 je látka, která se přirozeně vyskytuje v drůbežím a rybím masu, vejcích a zelenině. NAD⁺ je oxidovaná forma nikotinamidadenindinukleotidu (dále jen NAD), což je koenzym přítomný ve všech živých organismech (Airhart, Shireman, Risler et al., 2017).

Mnoho vědců se snaží zjistit, zda zvýšení hladiny NAD⁺ může mít vliv na výkon. Existuje jenom několik testů, které však zatím nenacházejí shodu. Zatím co výzkumy u myši dávají najevo, že došlo ke drobnému zlepšení, tak experimenty s potkany dospěly k závěru, že podávání doplňku vede ke snížení výkonnosti. Tento rozpor ve výsledcích však může být zapříčiněn způsobem podávání suplementu, typem cvičení a živočišným druhem. Proto je třeba dalších výzkumů, které opravdu odhalí skutečný účinek na výkonnost (Cantó, Houtkooper, Pirinen et al., 2012; Kourtzidis, Stoupas, Gioris et al., 2016).

Studia zabývající se suplementací NR u myši prokázala, že užívání zvyšuje NAD⁺ v hnědé tukové tkáni, játrech a svalech, ale také zlepšuje mitochondriální funkci. Toto zjištění vedlo k myšlence, že by NR mohl přispět ke zdokonalení léčby nemocí, které jsou charakterizovány mitochondriální dysfunkcí. Nicméně informace o tom, zda se tak stane i u lidí, jsou velmi omezené. Proto se Airhart, Shireman, Risler et al. (2017)

zaměřili na farmakokinetiku doplňku a jeho účinek u zdravých dobrovolníků. Výsledky výzkumu ukazují, že dochází ke zvýšené hladině NAD⁺ v krvi, jehož prekurzory, jak ukázaly testy na zvířatech, jsou prospěšné při boji se zánětem, ischemickým či hypoxickým poškozením, oxidačním stresem a rakovinou. Tato skutečnost přispívá k možnosti využívání NR pro léčbu srdečního selhání, kde k vývoji přispívá právě narušený metabolismus NAD⁺ a poškozená mitochondriální oxidační fosforylace. Avšak nitrobuněčná hladina zůstává neměnná a poměr mezi NADH a NAD⁺ je na kritických místech neznámý. Z toho důvodu musí dojít k dalším studiím, aby šlo s jistotou určit, zda NR disponuje terapeutickým potenciálem.

3 CÍL

Hlavním cílem práce bylo provést rešerši studií zaměřených na efektivitu nových doplňků stravy ve sportu.

4 METODIKA

Vyhledávání vhodných zdrojů bylo uskutečněno pomocí Portálu elektronických informačních zdrojů Univerzity Palackého (<http://ezdroje.upol.cz>). V první fázi třídění byla použita tato klíčová slova: beta-hydroxy beta-metylbutyrát, kyselina ursolová, kyselina fosfatidová, resveratrol a nikotinamid ribosid. Ve druhé fázi byly vybrány studie, které se zaměřovaly na zkoumání účinku suplementu na sportovní výkon. Zařazeny byly humánní i zvířecí studie. Posledním krokem bylo odstranění opakujících se výsledků a prací irelevantních pro zadané téma bakalářské práce. Vybráno bylo celkem 12 výzkumů, které jsou analyzovány v následujících tabulkách.

5 VÝSLEDKY A DISKUZE

- **Beta-hydroxy beta-metylbutyrát**

Tabulka 6. Analýza výzkumů o účinku HMB na výkon sportovce

Autor výzkumu	Rok	Cíl	Počet účastníků	Průměrný věk účastníků	Délka trvání	Dávkování	Vliv
Wilson, Lowery, Joy, et al.	2014	Vliv HMB na svalovou hmotu, sílu a složení těla	20	22 let	12 týdnů	3 g/den	Zvýšení síly; snížení tělesného tuku, zvýšení tělesné hmotnosti; snížení hladiny CK a kortizolu v krvi
Sikorski, Wilson, Lowery et al.	2012	Akutní účinek HMB na poškození a zotavení svalové hmoty	20	22 let	48 hodin	3 g/den	Snížení hladiny CK v krvi
Lamboley, Royer & Dionne	2007	Účinky HMB na vybrané složky aerobního výkonu a tělesné složení	16	23 let	5 týdnů	3 g/den	Zlepšení vybraných složek aerobního výkonu

Výzkum od Wilsona, Loweryho, Joye, et al. (2014) zkoumal vliv HMB volné kyseliny (HMB-FA) na hypertrofii svalů, složení těla a síly. Výzkumu se zúčastnilo dohromady 20 mužů, kteří byli rozděleni na 2 skupiny. Jedné skupině byl podáván suplement a druhé placebo. Celková doba testování byla 12 týdnů. Po absolvování tréninkového programu byl zjištěn doplněním HMB-FA významný přírůstek síly oproti placebo. Dále došlo ke snížení podílu tělesného tuku a zvýšení hmotnosti. Hladina kreatinkinázy (dále jen CK) a kortizolu byla během tréninkového programu snížena v důsledku užívání supplementu. Pouze u hladiny testosteronu nebyly pozorovány výraznější rozdíly mezi jednotlivými skupinami.

Sikorski, Wilson, Lowery, et al. (2012) se zaměřili na akutní účinky HMB v oblasti poškození a zotavení svalů. Testováno bylo celkem 20 mužů. Před cvičením byli účastníci rovnoměrně rozděleni do skupin s HMB a placebem. Dávkování probíhalo třikrát denně po 1 g supplementu. První dávka byla aplikována těsně před tréninkem, následující 2 g před jídlem. Druhý den byli účastníci instruováni, aby konzumovali stejné množství supplementu či placebo před snídaní, obědem a večeří. Bezprostředně před cvičením a následně po 48 hodinách bylo provedeno měření hladiny CK, kortizolu a testosteronu. U kortizolu a testosteronu nebyly zaznamenány žádné výrazné rozdíly, jako tomu bylo u CK. Hladina CK byla zřetelně nižší u skupiny s HMB.

Výzkum prováděný Lamboleym, Royerem a Dionnem (2007) se zabýval vlivem HMB na vybrané složky aerobního výkonu a tělesného složení. Testu se zúčastnilo celkem 16 dobrovolníků. Všichni museli splňovat určité podmínky pro zařazení do studia. Šlo o podstoupení lékařského vyšetření, neúčast na jiných sportovních aktivitách po celou dobu zkoumání, neužívání léků a doplňků stravy, které by mohly ovlivnit výsledky výzkumu a nesmělo jít o kuřáky. Po dobu pěti týdnů absolvovali účastníci tři intervalové tréninky týdně. Byli rozděleni do dvou skupin po 8 členech. První skupina užívala 3 g supplementu a druhá placebo. Po absolvování tréninkového programu došlo ke zvýšení maximální spotřeby kyslíku (VO_{2max}) u obou skupin, nicméně ve skupině s HMB šlo o výraznější nárůst. Dále došlo ke snížení doby vyčerpání při maximálním kyslíku (T_{max}) u skupiny s HMB, a to téměř o dvojnásobek. Také bylo zaznamenáno zlepšení ventilačního prahu (VT) a respiračního kompenzačního bodu (RCP). V této studii nebyl prokázán dopad HMB na tělesné složení.

HMB shrnutí: Rozbor uvedených tří prací naznačuje, že HMB mohou využívat k lepší výkonnosti vytrvalostní i siloví sportovci. Užívání supplementu zlepšuje vytrvalostním sportovcům určité složky aerobního výkonu (VO_{2max} , T_{max} , VT, RCP). U silo-

vých sportovců může vést doplnění HMB k významnému přírůstku síly, snížení podílu tělesného tuku a zvýšení hmotnosti.

- **Kyselina ursolová**

Tabulka 7. Analýza výzkumů o účinku kyseliny ursolové na výkon sportovce

Autor výzkumu	Rok	Cíl	Počet účastníků	Průměrný věk účastníků	Délka trvání	Dávkování	Vliv
Bang, Seo, Chung, et al.	2017	Účinky kyseliny ursolové na markery poškození svalů vyvolané cvičením	16	33 let	8 týdnů	450 mg/den	Ochrana svalstva
Bang, Seo, Chung, et al.	2014	Vliv kyseliny ursolové na svalovou sílu	16	29 let	8 týdnů	450 mg/den	Zvýšení síly, snížení tělesného tuku

Výzkum od Banga, Seoa, Chunga, et al. (2017) se zaměřil na otázku, zda má kyselina ursolová příznivý vliv na markery poškození kosterních svalů vyvolané cvičením, včetně hladiny kortizolu, natriuretického peptidu typu B, myoglobinu, kreatinkinázy a laktátdehydrogenázy u mužů. Účastníci, kterým byl podáván doplněk, vykazovali lepší výsledky ve všech směrech než jedinci s placebem. Došlo ke snížení úrovně natriuretického peptidu typu B, kreatinkinázy, laktátdehydrogenázy, kortizolu a myoglobinu. Výzkum tedy ukázal, že suplementace může inhibovat markery poškození kosterního svalstva. To naznačuje, že může jít o potenciální alternativní způsob pro ochranu svalstva. Avšak i tato studie má určité restriktce. Testování byli pouze zdraví a dobře fyzicky připravení jedinci a počet účastníků byl nízký.

Banga, Seoa, Chunga, et al. (2014) se dále zabývali kyselinou ursolovou a její dopad na svalovou sílu během posilování. Šestnáct zdravých a zdatných mužů bylo rozděleno na dvě skupiny a cvičilo šestkrát týdně po dobu osmi týdnů. Jednotlivé tréninkové jednotky byly vedeny speciálně proškolenými pracovníky. Na začátku testování nebyly mezi účastníky zaznamenány žádné významné rozdíly. Po ukončení experimentu došlo u skupiny, která užívala suplement, k výraznému poklesu tělesného tuku ve srovnání s placebem. Dále se dospělo k závěru, že doplněk zřetelně zvyšuje izokinetickou maximální sílu a také hladinu irisinu a IGF-1 v krvi. Kyselina ursolová a její pozitivní dopady se jeví jako slibná strategie ke zlepšení síly. Nicméně výsledky byly pozorovány u relativně nízkého počtu účastníků.

Kyselina ursolová shrnutí: Oba výzkumy zaměřující se na kyselinu ursolovou vykazují pozitivní výsledky. Proto se tento suplement zdá jako vhodný kandidát pro sportovce, kteří se věnují silovému tréninku. Může jim pomoci zesílit, snížit tělesný tuk a také chránit svaly před poškozením. Avšak je potřeba dalších studií, které tyto závěry potvrdí.

- **Kyselina fosfatidová**

Tabulka 8. Analýza výzkumů o účinku kyseliny fosfatidové na výkon sportovce

Autor výzkumu	Rok	Cíl	Počet účastníků	Průměrný věk účastníků	Délka trvání	Dávkování	Vliv
Escalante, Alencar, Haddock & Harvey	2016	Účinky kyseliny fosfatidové na složení těla, svalovou sílu a vytrvalost	18	24 let	8 týdnů	750 mg/den + synergické složky	Zvýšení maximální síly a tělesné hmotnosti
Joy, Gundermann, Lowery, et al.	2014	Vliv kyseliny fosfatidové na hypertrofii svalů	28	28 let	8 týdnů	750 mg/den	Zvýšení maximální síly a tělesné hmotnosti
Hoffman, Stout, Williams, et al.	2012	Efekt kyseliny fosfatidové na tělesnou hmotnost, svalovou hmotu a sílu	16	23 let	8 týdnů	750 mg/den	Zvýšení maximální síly a tělesné hmotnosti

Escalante, Alencar, Haddock a Harvey (2016) se zabývali účinku kyseliny fosfatidové na složení těla, svalovou sílu a vytrvalost. Testování se zúčastnilo celkem 18

mužů, kteří byli rozděleni do dvou skupin. První skupina se skládala z deseti náhodně vybraných osob, kterým bylo podáváno placebo. Druhá skupina měla osm členů a ti užívali přípravek MaxxTOR, což je suplement, který obsahuje 750 mg kyseliny fosfatidové jako hlavní aktivní složku, ale je také obohacen o synergické prvky. Všichni probandi museli být v dobré fyzické kondici a mít zkušenosti s posilováním. Dále nemohli měsíc před testováním užívat žádný doplněk pro budování svalové hmoty a nesměli být kuřáci. Účastníkům byl naplánován osmitýdenní tréninkový plán a jídelníček. Cvičení probíhalo třikrát týdně a bylo pod profesionálním dohledem. Výsledky ukazují, že skupině, která konzumovala MaxxTOR se výrazně zvýšila maximální svalová síla a tělesná hmotnost s nižším procentuálním podílem tuku ve srovnání s placebem. Nicméně, je potřeba ověřit, zda by tíživých výsledků bylo dosaženo i při aplikaci čisté kyseliny fosfatidové.

Joy, Gundermann, Lowery, et al. (2014) zkoumali vliv kyseliny fosfatidové na růst svalové tkáně. Průběh i podmínky byli téměř totožné s předchozím studiem. Také výsledky se shodovaly, kdy u skupiny se suplementem došlo k většímu nárůstu maximální síly i ke snížení podílu tělesného tuku oproti skupině s placebem.

Výzkum od Hoffmana, Stouta, Williamse, et al. (2012) se zabýval efektem kyseliny fosfatidové na tělesnou hmotnost, svalovou hmotu a sílu. Historicky šlo o nejmladší experiment tohoto druhu vůbec. V téhle studii neměli účastníci k dispozici tréninkový a stravovací plán. Subjekty cvičily se 70 % svého maxima a vypisovaly denní tréninkový deník. Výsledky naznačují pravděpodobný přínos kyseliny fosfatidové na maximální svalovou sílu i na tělesnou hmotnost s nižším podílem tuku, jako tomu bylo i v předchozích výzkumech.

Kyselina fosfatidová shrnutí: Jelikož se jedná zatím o jediné výzkumy, které se zaměřili na vliv kyseliny fosfatidové na sportovní výkon, tak i přes pozitivní výsledky všech tří studií, které se shodovaly, je zapotřebí dalších. Nové zkoumání by mohlo doplnit případné nejasnosti a postarat se o zpopularizování supplementu u sportovců. Využití je možné především u silových sportovců, kteří tvoří potenciální konzumenty tohoto supplementu.

- **Resveratrol**

Tabulka 9. Analýza výzkumů o účinku resveratrolu na výkon sportovce

Autor výzkum	Rok	Cíl	Počet účastníků	Průměrný věk účastníků	Délka trvání	Dávkování	Vliv
Polley, Jenkins, O'Connor & McCully	2016	Vliv resveratrolu na mitochondriální kapacitu kosterního svalu	16	20 let	4 týdny	500 mg/den + 10 mg/den piperinu	Zvýšení mitochondriální kapacity svalů
Scribbans, Ma, Edgett et al.	2014	Efekt resveratrolu na adaptaci vyvolanou vysokointenzivním intervalovým tréninkem	16	22 let	4 týdny	150 mg/den	Žádný vliv

Studie o účinku resveratrolu na mitochondriální kapacitu kosterního svalu provedli Polley, Jenkins, O'Connor a McCully (2016). Na výzkumu se podílelo celkem 16 dobrovolníků. Z toho šlo o devět mužů a sedm žen. Osm účastníků užívalo 500 mg suplementu

+ 10 mg piperinu každé ráno po dobu čtyř týdnů a zbylých osm užívalo pouze placebo. V tomto období cvičily testované osoby třikrát týdně v nízkointenzivním submaximálním tréninkovém programu. Výsledky ukazují, že ve skupině s placebem došlo ke zvýšení mitochondriální kapacity pouze ve třech případech. Kdežto zvýšená mitochondriální koncentrace vyvolaná cvičením byla zaznamenána u sedmi účastníků, kteří užívali resveratrol a piperin. Kombinace suplementu a cvičení může tedy zlepšit adaptaci svalových mitochondrií v nízkointenzivní zátěži. Nicméně se jedná o první studii tohoto druhu. Proto jsou nezbytné další testy, které by určily, zda piperin může být klíčový komponent při doplňování resveratrolu a zlepšovat mitochondriální tréninkovou adaptaci vyvolanou právě resveratrolem. Dále je třeba zjistit, kterými buněčnými mechanismy

resveratrol zvyšuje mitochondriální kapacitu a optimální dávku k bezpečnému vyvolání těchto fyziologických adaptací.

Starší výzkum od Scribbanse, Maa, Edgetta et al. (2014) se zaměřil na vliv resveratrolu na adaptaci při vysokointenzivním intervalovém tréninku. Tento experiment však nepřinesl žádné pozitivní výsledky. Nebyla prokázána schopnost suplementace zajistit ergogenní pomoc a zlepšit mitochondriální funkce. V této studii jsou nicméně dva zásadní rozdíly oproti předchozímu. První rozdíl spočíval v dávkování. Účastníci užívali pouze 150 mg samotného doplňku. Dalším rozdílem byla vysokointenzivní zátěž. Dále byli testováni pouze muži a v den tréninku konzumovali resveratrol před cvičením. Všechny tyto skutečnosti mohou hrát významnou roli při pozitivní účinnosti na organismus jedince.

Resveratrol shrnutí: Z dosavadních výzkumů, můžeme tvrdit, že resveratrol doplněný o piperin napomáhá zejména při adaptaci na nízkointenzivní tréninkovou zátěž. Kdežto u vysokointenzivního tréninku jeho vliv nebyl prokázán. Avšak množství suplementu podávané sportovcům během testování bylo v obou výzkumech odlišné, a navíc u Scribbanse, Maa, Edgetta et al. (2014) šlo o čistý resveratrol, proto nemůžeme s určitostí dospět ke konečnému závěru.

- **Nikotinamid ribosid**

Tabulka 10. Analýza výzkumů o účinku nikotinamid ribosidu na výkon sportovce

Autor výzkumu	Rok	Cíl	Počet účastníků	Průměrný věk účastníků	Délka trvání	Dávkování	Vliv
Airhart, Shireman, Risler et al.	2017	Účinky nikotinamid ribosidu na hladinu NAD ⁺ v krvi	8	35 let	9 dnů	250 – 2000 mg/den	Zvýšená hladina NAD ⁺ v krvi
Kourtzidis, Stoupas, Gioris, et al.	2016	Vliv nikotinamid ribosidu na výkonnost	18 potkání	4 měsíce	3 týdny	300 mg/kg/den	Žádný vliv

Airhart, Shireman, Risler et al. (2017) zkoumali vliv suplementu NR na hladinu NAD⁺. Výzkumu 1 se zúčastnilo osm dobrovolníků, kterým bylo 1. a 2. den podáváno 250 mg, 3. a 4. den dvakrát 250 mg, 5. a 6. den dvakrát 500 mg a 7. a 8. den dvakrát 1000 mg doplňku. Následné testování v 9. den prokázalo výrazné zvýšení hladiny NAD⁺ v krvi u každého účastníka. Hodnota NAD⁺ byla v průměru dvojnásobně vyšší než hodnota základní. Tento výzkum tedy prokazuje účinek NR na hladinu NAD⁺ u zdravých dobrovolníků bez zjevných vedlejších účinků.

Výzkum od Kourtzidise, Stoupase, Giorise, et al. (2016) byl zaměřen na účinek nikotinamid ribosidu na výkonnost při dlouhotrvajícím užívání suplementu. Testování bylo prováděno na 18 potkanech rozdělených do dvou skupin. Prostřednictvím žaludeční sondy bylo potkanům aplikováno 300 mg/kg/den po dobu 21 dnů. Výsledky ukazují, že skupina s NR měla tendenci ke snížení fyzické výkonnosti. Může jít o důležité zjištění, které nastiňuje, že změna metabolické a redoxní homeostázy vyvolaná exogenně podávanými činidly může vést k nepříznivým nebo neutrálním účinkům.

Nikotinamid ribosid shrnutí: Výzkum zaměřený na nikotinamid ribosid naznačuje, že se stoupajícím dávkováním suplementu může dojít ke zvýšení hladiny NAD⁺ v krvi. Zatímco studie ohledně podpory výkonnosti provedené na hlodavcích nepřinesla pozitivní výsledky, nebylo možné potvrdit již dříve zmíněné ergogenních účinků suplementu.

6 ZÁVĚR

Hlavním cílem bakalářské práce bylo analyzovat výsledky výzkumů zaměřených na účinnost nových doplňků stravy na sportovní výkon. Mezi zkoumané suplementy byly zařazeny po inspiraci Close et al. (2016) suplementy: beta-hydroxy beta-metylbutyrát (HMB), kyselina ursolová, kyselina fosfatidová, resveratrol a nikotinamid ribosid. Nejvíce pozitivních výsledků bylo dosaženo u HMB, který přispívá ke zlepšení aerobního výkonu (Lamboley, Royer & Dionne, 2007), zvýšení síly, nabrání tělesné hmotnosti, snížení podílu tělesného tuku a snížení hladiny kreatinkinázy a kortizolu v krvi (Wilson, Lowery, Joy, et al., 2014). Dále byla pozitiva nalezena u kyseliny ursolové, která přispívá ke zvýšení síly, snížení tělesného tuku (Bang, Seo, Chung, et al., 2014) a chrání svalstvo před poškozením (Bang, Seo, Chung, et al., 2017). Mezi účinky kyseliny fosfatidové patří zvýšení maximální síly a nabrání tělesné hmotnosti (Escalante, Alencar, Haddock & Harvey, 2016; Joy, Gundermann, Lowery, et al., 2014; Hoffman, Stout, Williams, et al., 2012). Výzkumy týkající se resveratrolu vykazují pozitivní vliv na mitochondriální kapacitu svalů (Polley, Jenkins, O'Connor & McCully, 2016), kdy při užívání suplementu dochází k navyšování této hladiny. Posledním zkoumaným doplňkem byl nikotinamid ribosid, který přispívá ke zvýšení hladiny NAD⁺ v krvi (Airhart, Shireman, Risler et al., 2017). Jednotlivé účinky jsou však závislé na druhu tréninkového programu. I přes řadu pozitivních účinků, které naznačují, že by v budoucnu mohlo jít o novou strategii ve sportovní výživě, je nutné provést další studie, které vlivy jednotlivých suplementů potvrdí či více specifikují jako například dobu podání a podobně.

7 SOUHRN

Bakalářská práce se zabývala současnými trendy v doplňcích stravy pro sportovce. Cílem bylo podat souhrn přibližující možné účinky nových suplementů na výkon sportovce.

Pro výkon sportovce je však také důležité tělu dodávat dostatečné množství energie a živin, které svalstvo potřebuje pro regeneraci a růst po náročném tréninku. Významnou roli hraje i správné načasování příjmu potravy. Dále také nesmíme opomíjet pitný režim, jelikož by mohlo dojít k dehydrataci organismu a následnému zhoršení sportovního výkonu. Suplementy nám tedy mají vhodným způsobem doplňovat pestrou stravu. Jejich trh je v současné době opravdu široký a sportovcům je nabízeno mnoho přípravků, které mají za úkol pomoci při dosahování požadovaných výsledků. Nicméně ne všechny nám ale skutečně pomohou, i když to výrobci slibují.

V bakalářské práci byla provedena rešerše studií zaměřených na efektivitu nových doplňků stravy ve sportu. Pro vyhledávání vhodných zdrojů k bakalářské práci byl využit Portál elektronických informačních zdrojů UP. Z výsledků vyplývá, že suplementy beta-hydroxy beta-metylbutyrát (HMB), kyselina ursolová a kyselina fosfatidová zvyšují svalovou sílu (Wilson, Lowery, Joy, et al., 2014; Escalante, Alencar, Haddock & Harvey, 2016; Joy, Gundermann, Lowery, et al., 2014; Hoffman, Stout, Williams, et al., 2012; Bang, Seo, Chung, et al., 2014) a mají tedy potenciál, aby byly v budoucnu využívány v silových sportech. Kyselina ursolová navíc chrání svaly před poškozením (Bang, Seo, Chung, et al., 2017) vyvolaným právě silovým tréninkem. HMB může dále napomáhat při aerobním tréninku, kdy zlepšuje VO_{2max} , T_{max} , VT, RCP (Lamboley, Royer & Dionne, 2007). Z výzkumu zabývající se resveratrolem vyplývá, že jeho doplnění může vést ke zvýšení mitochondriální kapacity svalů (Polley, Jenkins, O'Connor & McCully, 2016) a nikotinamid ribosid zvyšuje hladinu NAD^+ v krvi (Airhart, Shireman, Risler et al., 2017).

8 SUMMARY

Bachelor's thesis dealt with current trends in dietary supplements for athletes. The aim was to provide a summary of the effects of new supplements in performance of the athletes.

For an athlete's performance, it is also important for the body to have enough energy and nutrients that muscles need for regeneration and growth after hard workouts. An important role is also properly timed food intake. In addition, we mustn't neglect the drinking regime as it may cause dehydration of the body and associated poor performance. Supplements should therefore suitably complement our varied diet. Their market is now very wide and athletes are offered many products to help achieve the desired results. However not all of them will really help us even if the manufacturers promise it.

In the thesis was carried out a review of studies focused on the effectiveness of new dietary supplements in sport. The results show that beta-hydroxy beta-methylbutyrate (HMB), ursolic acid and phosphatidic acid increase muscle strength (Wilson, Lowery, Joy, et al., 2014; Escalante, Alencar, Haddock & Harvey, 2016; Joy, Gundermann, Lowery, et al., 2014; Hoffman, Stout, Williams, et al., 2012; Bang, Seo, Chung, et al., 2014) and therefore have the potential to be used in strength sports. In addition, ursolic acid protects muscles from damage (Bang, Seo, Chung, et al., 2017), caused by strength training. HMB can also help with aerobic training, improving VO_{2max} , T_{max} , VT, RCP (Lamboley, Royer & Dionne, 2007). Resveratrol research shows that supplementing it may increase mitochondrial muscle capacity (Polley, Jenkins, O'Connor & McCully, 2016) and nicotinamide riboside increases the blood NAD⁺ level (Airhart, Shireman, Risler et al., 2017).

9 REFERENČNÍ SEZNAM

- Agerbo, P., & Andersen, H. F. (1997). *Vitamíny & minerály pro zdravý život*. Praha: Ferrosan A/S.
- Airhart, S. E., Shireman, L. M., Risler, L. J., Anderson, G. D., Gowda, G. A. N., Raftery, D., ... O'Brien, K. D. (2017). An open-label, non-randomized study of the pharmacokinetics of the nutritional supplement nicotinamide riboside (NR) and its effects on blood NAD⁺ levels in healthy volunteers. *PLoS ONE*, 12(12), 1–18.
- Albert, F. J., Morente-Sánchez, J., Ortega, F. B., Castillo, M. J., & Gutiérrez, Á. (2015). Usefulness of B-Hydroxy-B-Methylbutyrate (Hmb) Supplementation in Different Sports: an Update and Practical Implications. *Nutricion Hospitalaria*, 32(1), 20–33.
- Antidopingový výbor ČR. (2017). *Sport bez dopingu (příručka do kapsy)*. Retrieved from www.antidoping.cz/documents/prirucka_do_kapsy.pdf
- Arndt, T. (2010). *BCAA*. Retrieved from <http://www.celostnimedicina.cz/bcaa.htm>
- Auwerx, J., & Cantó, C. (2009). PGC-1 α , SIRT1 and AMPK, an energy sensing network that controls energy expenditure. *Current Opinion In Lipidology* 21(2), 98-105.
- Bang, H. S., Seo, D. Y., Chung, Y. M., Oh, K. M., Park, J. J., Arturo, F., ... Han, J. (2014). Ursolic Acid-induced elevation of serum irisin augments muscle strength during resistance training in men. *The Korean Journal of Physiology & Pharmacology*, 18, 441–447.
- Bang, H. S., Seo, D. Y., Chung, Y. M., Kim, D. H., Lee, S. - J., Lee, S. R., ... Han, J. (2017). Ursolic acid supplementation decreases markers of skeletal muscle damage during resistance training in resistance-trained men: a pilot study. *The Korean Journal of Physiology & Pharmacology*, 21(6), 651.
- Blahušová, E. (2005). *Wellness, fitness*. Praha: Karolinum
- Boušková, K. (2012). *Proč používat gainery? Abyste byli větší! (+anketa)*. Retrieved from <http://kulturistika.ronnie.cz/c-13296-proc-pouzivat-gainery-abyste-byli-vetsi-anketa.html>
- Caha, J. (2010). *Historie doplňků stravy*. Retrieved from <http://www.aktin.cz/clanek/1034-historie-doplňku-stravy>
- Caha, J. (2012). *Gainery jako základ objemu*. Retrieved from <http://kulturistika.ronnie.cz/c-13230-gainery-jako-zaklad-objemu.html>

- Cantó, C., Houtkooper, R. H., Pirinen, E., Youn, D. Y., Oosterveer, M. H., Cen, Y., ... Auwerx, J. (2012). The NAD⁺ precursor nicotinamide riboside enhances oxidative metabolism and protects against high-fat diet-induced obesity. *Cell Metabolism*, 15(6), 838–847.
- Clarková, N. (2014). *Sportovní výživa*. Praha: Grada Publishing, a.s.
- Close, G., Hamilton, D. L., Philp, A., Burke, L. M., & Morton, J. (2016). New strategies in sport nutrition to increase exercise performance. *Free Radical Biology and Medicine*, 98, 144–158.
- Eliakim, A., & Nemet, D. (2007). Protein and amino acid supplementation in sport. *International SportMed Journal*, 8(1), 11-23.
- Escalante, G., Alencar, M., Haddock, B., & Harvey, P. (2016). The effects of phosphatidic acid supplementation on strength, body composition, muscular endurance, power, agility, and vertical jump in resistance trained men. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 13(1), 1–14.
- Evropský parlament a Rada Evropské unie. (2002). Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2002/46/ES., strana 491. Retrieved from <https://eur-lex.europa.eu>
- Fořt, P. (2005). *Výživa pro dokonalou kondici a zdraví*. Praha: Grada Publishing, a.s.
- Fořt, P. (2011). *Zdraví a potravní doplňky*. Praha: Euromedia Group, k.s.
- Frolíková, K., Pavluch, L. (2004). *Osobní trenér*. Praha: Grada Publishing, a.s.
- Glaister, M., Muniz-pumares, D., Patterson, S. D., Foley, P., & Mcinnes, G. (2015). Caffeine supplementation and peak anaerobic power output, *European Journal of Sport science* 15(5), 400–406.
- Grasgruber, P., & Cacek, J. (2008). *Sportovní geny*. Brno: Computer Press
- Herzinger, T. (2010). *Doping – skutečně bez rizika?* Retrieved from <http://medicina.ronnie.cz/c-6477-doping-skutecne-bez-rizika-i.html>
- Hoffman, J. R., Ratamess, N. A., Tranchina, C. P., Rashti, S. L., Kang, J., & Faigenbaum, A. D. (2009). Effect of protein-supplement timing on strength, power, and body-composition changes in resistance-trained men. *International Journal of Sport Nutrition Exercise Metabolism*, 19, 172–185.
- Hoffman, J. R., Stout, J. R., Harris, R. C., & Moran, D. S. (2015). β -Alanine supplementation and military performance. *Amino Acids*, 47(12), 2463–2474.
- Josiek, J. (2015). *Tajemství Gainerů - zázrak cukrů během cvičení*. Retrieved from <http://www.e-kulturistika.cz/tajemstvi-gaineru--zazrak-cukru-behem-cviceni.html>

- Jordan, J. B., Korgaokar, A., Farley, R. S., Coons, J. M., & Caputo, J. L. (2014). Caffeine Supplementation and Reactive Agility in Elite Youth Soccer Players. *Pediatric Exercise Science, 26*(2), 168–176.
- Joy, J. M., Gundermann, D. M., Lowery, R. P., Jäger, R., McCleary, S. A., Purpura, M., ... Wilson, J. M. (2014). Phosphatidic acid enhances mTOR signaling and resistance exercise induced hypertrophy. *Nutrition & Metabolism, 11*(1), 29.
- Kleinerová, S. (2015). *Fitness výživa*. Praha: Grada Publishing, a.s.
- Klimešová, I. (2015). *Základy sportovní výživy*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.
- Klimešová, I., & Stelzer, J. (2013) *Fyziologie výživy*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci
- Khorshidi-Hosseini, M., & Nakhostin-Roohi, B. (2013). Effect of glutamine and maltodextrin acute supplementation on anaerobic power. *Asian Journal of Sports Medicine, 4*(2), 131–136.
- Kočička, P. (2010). Jaký je rozdíl mezi lékem a doplňkem stravy? *Sanquis, 76*,90.
- Konopka., P. (2004). *Sportovní výživa*. České Budějovice: KOPP
- Kourtzidis, I. A., Stoupas, A. T., Gioris, I. S., Veskoukis, A. S., Margaritelis, N. V., Tsantarliotou, M., ... Nikolaidis, M. G. (2016). The NAD⁺precursor nicotinamide riboside decreases exercise performance in rats. *Journal of the International Society of Sports Nutrition, 13*(1), 1–5.
- Kreider, R. B., Stout, J. R., Antonio, J., Landis, J., Spano, M., Lopez, H., ...Campbell, B. (2007). International Society of Sports Nutrition position stand: creatine supplementation and exercise. *Journal of the International Society of Sports Nutrition, 8*, 1-8.
- Kreider, R. B., Wilborn, C. D., Taylor, L., Campbell, B., Almada, A. L., Collins, R., ... Antonio, J. (2010). ISSN exercise & sport nutrition review: research & recommendations. *Journal of the International Society of Sports Nutrition, 7*, 7.
- Lamboley, C. R. H., Royer, D., & Dionne, I. J. (2007). Effects of beta-hydroxy-beta-methylbutyrate on aerobic-performance components and body composition in college students. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism, 17*(1), 56–69.
- Lukáš, R. (2015). *Naprosto vše o kreatinu*. Retrieved from <http://www.postavaprokazdeho.cz/users/kulturistika/text.asp?sysID=714>

- Mach, I. (2012). *Doplňky stravy: jaké si vybrat při sportu i v každodenním životě*. Praha: Grada Publishing, a.s.
- Mach, I., & Borkovec, J. (2013). *Výživa pro fitness a kulturistiku*. Praha: Grada Publishing, a.s.
- Maughan, R. J., & Burje, L. M. (2006). *Výživa ve sportu: příručka pro sportovní medicínu*. Praha: Galén
- Maughan, R. J., Depiesse, F., Geyer, H., & International Association of Athletics, F. (2007). The use of dietary supplements by athletes. *Journal of Sports Sciences*, 25 Suppl 1, S103-13.
- Ministerstvo vnitra ČR. (2004). Zákon o potravinách a tabákových výrobcích. Sbírka zákonů č. 456/2004 Sb., strana 9015. Retrieved from <http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/>
- Páleníček, J. (2013), *Ergogenní doplňky stravy*. Masarykova Univerzita
- Pasiakos, S. M., Lieberman, H. R., & McLellan, T. M. (2014). Effects of protein supplements on muscle damage, soreness and recovery of muscle function and physical performance: A systematic review. *Sports Medicine*, 44(5), 655–670
- Pasiakos, S. M., McLellan, T. M., & Lieberman, H. R. (2014). The Effects of Protein Supplements on Muscle Mass, Strength, and Aerobic and Anaerobic Power in Healthy Adults: A Systematic Review. *Sports Medicine*, 45(1), 111–131
- Polley, K. R., Jenkins, N., O'Connor, P., & McCully, K. (2016). Influence of exercise training with resveratrol supplementation on skeletal muscle mitochondrial capacity. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 41(1), 26–32.
- Rusu, M. E., & Popa, D. (2016). Protein food and amino acid supplements in athletes' diet, *Palestrica of the third millennium – Civilization and Sport*, 17(2), 146–152.
- Sharawy, A. (2013). The effects of a pre-and post-exercise whey protein supplement on protein metabolism and muscular strength among elite wrestlers. *Ovidius University Annals, Physical Education and Sport*, XIII(1), 5–10.
- Sikorski, E. M., Wilson, J. M., Lowery, R. P., Duncan, N. M., Davis, G. S., Rathmacher, J. A., ... Morrison, T. J. (2012). The acute effects of a free acid beta-hydroxy-beta-methyl butyrate supplement on muscle damage following resistance training: a randomized, double-blind, placebo-controlled study, *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 9(Suppl 1), 22–23.
- Skolnik, H., Chernus, A. (2011). *Výživa pro maximální sportovní výkon*. Praha: Grada Publishing, a.s.

- Smejkal, J. (2015). *Základy tréninku a sportovní výživy*. Praha: Erasport, s.r.o.
- Scribbans, T. D., Ma, J. K., Edgett, B. A., Vorobej, K. A., Mitchell, A. S., Zelt, J. G. E., ... Gurd, B. J. (2014). Resveratrol supplementation does not augment performance adaptations or fibre-type - specific responses to high-intensity interval training in humans. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 39(11), 1305–1313.
- SÚKL. (ND). *Kdo a jakým způsobem v ČR schvaluje doplňky stravy*. Retrieved from <http://www.sukl.cz/leciva/kdo-a-jakym-zpusobem-v-cr-schvaluje-doplanky-stravy>
- SÚKL. (ND). *Rozlišení doplňků stravy od léčivých přípravků*. Retrieved from <http://www.sukl.cz/leciva/rozlisi-doplanky-stravy-od-levivych-pripravku>
- Šedivý, K. (2008). *Tekuté svaly: v hlavní roli sacharidové a proteinové nápoje*. Pardubice: Svět kulturistiky
- Todero, A. (2014). The Benefits of L-Glutamine Supplementation in Athletes. *Journal of Australian Strength & Conditioning*, 22(1), 69–77.
- Trexler, E. T., & Smith-Ryan, A. E. (2015). Creatine and Caffeine: Considerations for Concurrent supplementation. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 25(6), 607–623.
- Vilikus, Z., et al. (2013). *Výživa sportovců a sportovní výkon*. Praha: Karolinum
- Vítek, L. (2016). *Anabolické steroidy*. Retrieved from <https://www.sportvitalpro.cz/sport/anabolicke-steroidy-uvod>
- Vítek, L. (2016). *Nežádoucí účinky anabolických steroidů*. Retrieved from <https://www.sportvitalpro.cz/sport/nezadouci-ucinky-anabolik>
- Wilson, J. M., Lowery, R. P., Joy, J. M., Andersen, J. C., Wilson, S. M. C., Stout, J. R., ... Rathmacher, J. (2014). The effects of 12 weeks of beta-hydroxy-beta-methylbutyrate free acid supplementation on muscle mass, strength, and power in resistance-trained individuals: A randomized, double-blind, placebo-controlled study. *European Journal of Applied Physiology*, 114(6), 1217–1227.