

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra mikrobiologie, výživy a dietetiky**



**Česká zemědělská  
univerzita v Praze**

**Výživa sportovců se zaměřením na silové sporty**

**Bakalářská práce**

**Autor práce: Jan Rejman**

**Obor studia: Veřejná správa v zemědělství a krajině**

**Vedoucí práce: doc. Ing. Boris Hučko, CSc.**

© 2021 ČZU v Praze

## **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci „Výživa sportovců se zaměřením na silové sporty“ jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 3.5. 2021

---

## **Poděkování**

Rád bych touto cestou poděkoval doc. Ing. Borisovi Hučkovi, CSc., za odborné vedení práce, ochotu, vstřícnost při konzultacích, trpělivost, cenné rady při zpracování bakalářské práce.

# Výživa sportovců se zaměřením na silové sporty

## Souhrn

Sport je tvořen souhrnem pohybových aktivit. Při fyzické aktivitě se spotřebovává velké množství energie, která poté musí být tělu zpětně dodána dostatečným energetickým příjmem. Správný příjem energie je přímo spjatý se stravovacím plánem sportovce.

Siloví sportovci, provádějící cvičení s vysokou intenzitou, by měli zvýšit podíl sacharidů z běžně doporučovaných 50 % až na 65 % nebo dokonce 70 % s ohledem na obnovu jaterního a svalového glykogenu, neboť cukr je u sportovců vyžadován jako primární zdroj energie. Jako optimální příjem tuků je doporučováno 30 % s maximálním obsahem 10 % nasycených tuků. Siloví sportovci mají oproti běžné (nesportující nebo rekreačně sportující) populaci zvýšenou potřebu bílkovin, a to zhruba 1,7 g na 1 kg, přičemž více než 2,5 g/kg již nedokáže organismus využít.

Někteří sportovci se ovšem snaží přijímat nadměrné množství bílkovin i prostřednictvím doplňků stravy, což může způsobovat zvýšenou zátěž jater, ledvin, pomalejší regeneraci nebo riziko vylučování vápníku. Zvýšenou pozornost je pak zapotřebí věnovat také pitnému režimu, který je mnohem důležitější právě u sportovců. Sportovci musí doplňovat tekutiny tak, aby jejich celková hmotnost byla zhruba 70 %. Pro kvalitní sportovní výkon je zapotřebí brát ohled také na stravu před, během a po tréninku, přičemž zejména vrcholoví, těžce trénující sportovci by měli před samotným tréninkem (1 – 3 hodiny) zkonsumovat až 300 kcal, a to ve formě zhruba 15 g bílkovin a 35g sacharidů, během tréninku 15 – 60 g sacharidů s ohledem na velikost sportovce a po tréninku do 0,2 g/kg bílkoviny a až 1,2 g/kg sacharidů a tento příjem opakovat nebo mít hlavní jídlo do dvou hodin po absolvovaném tréninku.

**Klíčová slova:** silové sporty, výživa, potřeba živin, výživové doplňky, index tělesné hmotnosti

# Sports nutrition with a focus on power sports

## Summary

Sport consists of a set of physical activities. Physical activity consumes a large amount of energy, which must then be supplied back to the body with sufficient energy intake. Proper energy intake is directly related to the athlete's diet plan.

Power athletes, performing high intensity exercise, should increase carbohydrate level from the commonly recommended 50 % to 65 % or even 70 % with respect to liver and muscle glycogen recovery. Recommended fats should be 30 %. Power athletes have an increased need for protein, approximately 1,7 g per 1 kg, but more than 2,5g per 1 kg can no longer be used by the body.

Excessive amounts of protein through dietary supplements can cause increased strain on the liver and kidneys. Attention must also be paid to the drinking regime, which is much more important for athletes. Athletes must replenish fluids so that their total weight is about 70 %. For quality sport performance, it is necessary to account the diet before, during and after training, especially hard training athletes should consume up to 300 kcal before training (1 – 3 hours), in the form of about 15 g of protein and 35 g of carbohydrates, during training 15 – 60 g of carbohydrates depending on size of the athlete and after training up to 0,2 g/kg of protein and up to 1,2 g/kg of carbohydrates and repeat this or have a main meal within two hours after training.

**Keywords:** power sports, nutrition, nutrients need, dietary supplements, body mass index

# Obsah

1	Úvod.....	8
2	Cíl práce.....	9
3	Literární rešerše .....	10
3.1	Silové sporty.....	10
3.2	Význam výživy v silových sportech .....	12
3.3	Příjem energie sportovců zaměřených na silové sporty/trénink .....	15
3.3.1	Makroživiny .....	15
3.3.2	Sacharidy .....	17
3.3.3	Tuky.....	20
3.3.4	Bílkoviny .....	21
3.4	Mikroživiny.....	22
3.4.1	Vitamíny.....	23
3.4.2	Minerální látky a stopové prvky.....	24
3.5	Pitný režim sportovců .....	25
3.5.1	Iontové nápoje .....	26
3.5.2	Pitný režim před, během a po tréninku.....	27
3.6	Index tělesné hmotnosti (BMI) .....	28
3.6.1	Výživová pyramida .....	29
3.6.2	Doplňky stravy .....	29
3.6.3	Kreatin .....	30
3.6.4	Glutamin.....	31
3.6.5	Hydroxymetylbutyrát (HMB).....	31
3.6.6	BCAA.....	31
3.6.7	Zinek.....	32
3.6.8	Hořčík.....	32
3.6.9	Vápník .....	33

3.6.10	Nenasycené mastné kyseliny.....	34
3.6.11	Gainery .....	34
3.6.12	Kloubní výživa .....	34
3.7	Workoutové hřiště.....	35
4	Závěr .....	36
5	Literatura.....	37

# 1 Úvod

Sport je tvořen souhrnem pohybových aktivit. Při fyzické aktivitě se spotřebovává velké množství energie, která poté musí být tělu zpětně dodána dostatečným energetickým příjmem. Správný příjem energie je přímo spjatý se stravovacím plánem sportovce.

Existuje nepřeberné množství sportů, přičemž každý z nich má svá specifika vyžadující řadu dovedností. Na základě různých dovedností jsou pak dány specifické výživové nároky, protože právě výživa významným způsobem ovlivňuje nejen zdravotní stav, ale také sportovní výkony. Sportovní aktivita spotřebovává energii, kterou je nezbytné doplňovat dostatečným energetickým příjmem. Je-li tomu naopak, mohou se objevit negativní projevy v podobě zhoršení sportovního výkonu, přetrénování, ztráty svalové hmoty apod.

Obliba fitness a silových sportů v současnosti velice rychle roste. Je to zejména díky různým sociálním sítím, webům a publikacím na internetu, kterých je v dnešní době obrovské množství a jsou velmi snadno dostupné pro kohokoliv, kdo má přístup k počítači, tabletu nebo chytrému telefonu.

Tato práce se snaží o vytvoření teoretických východisek a ucelených informací souvisejících s výživou sportovců se zaměřením na silové sporty. Hlavním úkolem je shromáždění aktuálních poznatků o možnostech výživy u silových sportovců, které by vedly nejen k lepšímu zdraví, ale také k získání a zlepšení kondice a sportovního výkonu.

Informace ke zpracování předloženého textu byly čerpány převážně ze sekundárních zdrojů, a to zejména z dostupných zahraničních odborných článků a internetových zdrojů.



## **2 Cíl práce**

Cílem předložené bakalářské práce bylo vytvoření teoretických východisek a informací souvisejících s výživou sportovců se zaměřením na silové sporty. Hlavním úkolem bylo shromáždění aktuálních poznatků o možnostech výživy u silových sportovců, které by vedly v první řadě ke zlepšení sportovního výkonu a kondice a zdraví.

## 3 Literární rešerše

### 3.1 Silové sporty

Mezi důvody, proč lidé sportují, patří především potěšení ze sportu, koníček – radost z pohybu, fyzické zdraví, dobré a pozitivní pocity, fyzická tělesná přitažlivost, zvýšení sebevědomí, zlepšení kondice, zlepšení spánku, sociální kapitál (Jular 2017).

Pohybová činnost člověka je realizována kosterním svalstvem, které ovládá centrální nervový systém. Kosterní svalstvo je tvořeno několika tisíci svalových vláken, jež se upínají ke kostem. To, jak bude sportovec úspěšný, velmi závisí na zastoupení jednotlivých svalových vláken provádějících pohyb (jejich vzájemný poměr rozhoduje o předpokladech sportovce v silových či jiných sportech, jejich uspořádání a délka pak rozhodují o sportovním výkonu). Rozlišují se tři základní typy svalových vláken tvořících kosterní svalstvo, z nichž každý má jinou strukturu, biochemické vlastnosti nebo funkčnost (Lehnert et al. 2020).

Sílu ve sportu se rozumí schopnost přesunout váhu rychlostí. Síla ve sportu je v podstatě součin síly vynásobený vzdáleností děleno časem. Ve sportu je síla velmi důležitá vzhledem ke skutečnosti, že je odrazem produkce energie v těle, jež je používána ke generování jakéhokoliv výstupu. Svalová síla je charakterizována jako schopnost vyvinout sílu za účelem překonání odporu. Sportovní výkon je klíčovým prvkem jakékoliv fyzické aktivity, přičemž záleží na způsobu, jakým se síla používá a liší se tak v závislosti na druhu sportu a délce fyzického výkonu. Porovnávání výkonu mezi jednotlivými sporty nemá smysl. Například zatímco pro skoky a vrh je zapotřebí výbušné energie, pro sprint je vyžadován vysoký výkon na krátkou dobu. Existují sporty, které spoléhají výhradně na sílu – vzpírání, mrtvý zdvih, tlak na lavičce apod., a sporty spoléhající kromě síly také techniku a rychlost – tenis, box, lední hokej, fotbal (Homer, 2020).

Odborná zahraniční literatura se zabývá rozdíly mezi pojmy „strength“ a „power“, přičemž v překladu oba pojmy znamenají sílu. Zatímco síla (strength) je množství síly, kterou může svalová skupina vyvinout proti odporu v jednom maximálním úsilí, síla (power) je schopnost produkovat vysokou úroveň fyzické aktivity (zahrnuje tak sílu i vzdálenost). Podle Fink a Mikesky (2021) je maximální síla hlavním faktorem ovlivňujícím výkon v různých sportech. Po tisíce let využívali

sportovci silový trénink ke zvýšení síly ve snaze zlepšit svůj sportovní výkon, nicméně teprve v posledních třiceti letech se silový trénink transformoval ze snahy o poměrně malý počet silových sportů na nedílnou součást tréninku pro většinu sportovců.

Na rozdíl od vytrvalostních sportů jsou silové sporty převážně anaerobní záležitostí, kdy rozhoduje svalová síla a tito sportovci nepotřebují tvořit tak velké zásoby glykogenu, tudíž celkový podíl sacharidů na celkovém energetickém příjmu by měl tvořit maximálně polovinu. Nárůst svalové hmoty je tak zcela závislý jak na množství a intenzitě fyzické aktivity, tak především na správně nastaveném stravování včetně optimálního příjmu energie. Přílišná frekvence silového (těžkého) sportu může vést k poškození svalových vláken (Clark 2003).

K nejlépe hodnoceným sportům z hlediska síly patří podle Wooda (2019) následující sporty:

- vzpírání,
- gymnastika,
- vodní pólo,
- wrestling,
- americký fotbal,
- pádlování,
- skok do dálky,
- softball,
- baseball,
- plavání,
- rugby,
- bojová umění MMA,
- box,
- basketbal,
- veslování,
- surfování,
- lukostřelba,
- volejbal.

Výživa sportovců je částečně závislá na provozované sportovní disciplíně, která se v různých aspektech liší, tudíž neexistuje univerzální stravovací doporučení nebo stravovací plán aplikovatelný na všechny vrcholové sportovce a vše je otázkou charakteru sportu a očekávaných sportovních výsledků.

Při tréninku síly dochází ke zvýšení glykogenových zásob ve svalu, aktivitě enzymů anaerobního metabolismu nebo odolnosti vůči laktátu díky zvýšené schopnosti neutralizovat z něj vzniklé ionty vodíku.

Odborně vedený silový trénink vytváří ideální podmínky pro podporu koordinace, flexibility, rychlosti, techniky, motorických schopností a rozvoj funkční síly (Lehnert et al. 2020).

### **3.2 Význam výživy v silových sportech**

Sportovní výživa je velmi složitou oblastí s obrovským množstvím informací a také dezinformací. Výzkum dokazuje nedostatek znalostí o výživě silových sportovců, přičemž právě pečlivě nastavený výživový plán a koncept může mít obrovský dopad na sportovní výkony (Hatch 2010).

Trénink silových sportovců zahrnuje různé činnosti s širokou škálou fyziologických požadavků, což vyžaduje především určitou výživovou strategii na podporu jak obecných tréninkových potřeb, tak i aktuálních požadavků konkurence. Vrcholoví siloví sportovci mají v období tréninkové přípravy vysoce intenzivní tréninky, čemuž musí odpovídat i příjem energie. Interakce mezi tréninkem a výživou sportovce vyžadují individuální přístup, přičemž by se měla neustále upravovat a přizpůsobovat aktuálním požadavkům (Stellingwerff et al. 2011).

Potrava a tekutiny jsou nezbytným předpokladem k udržení dobrého zdravotního stavu, protože tělu dodává veškeré látky, které potřebuje, ovšem velmi záleží na tom, co organismu dodáváme. Nedostatečná nebo nesprávná výživa může přispět ke vzniku některých onemocnění. Kromě základních živin, k nimž patří bílkoviny, tuky a sacharidy, obsahuje strava také živiny, bez nichž není možné fungovat, a to zejména vitamíny, minerály a stopové prvky (Hrnčířová et al. 2011).

Na sportovní výkonnost tak nemá vliv jen trénovanost, ale také podpůrné faktory, k nimž patří především sportovní výživa. U sportovců je nutné sledovat tělesnou využitelnou energii, kdy stravou musí být v první řadě uspokojeny základní

potřeby – tj. bazální (klidové) energetické nároky. Bazální metabolismus průměrně trénovaného muže činí v průběhu 24 hodin cca 1 800 – 2 000 kcal a průměrně trénované ženy cca 1 400 – 1 600 kcal. Základní podmínkou pro fungování těla jako celku je bezpodmínečně nutné mít tuto energii k dispozici, přičemž v rámci bazálního metabolismu není zohledněna energie vynaložená na pohyb. Sportovci by se tak v první řadě měli postarat o vhodný zdroj energie pro svůj výkon, a to zejména ve vhodné formě a kvalitě tak, aby byla energie ve správný okamžik na správném místě v těle a v dostatečném množství (Mach 2017).

Každý sportovec (bez ohledu na provozovaný sport) by měl při výživě dodržovat níže uvedené strategie: (Skolnik & Chernus 2011)

- **Důsledné stravování** v dodávání živin, tj. pravidelné a rovnoměrné rozložení jídel (hlavních jídel i svačín). Pokud by sportovec jeden den jedl dostatečně a druhý den nerovnoměrně nebo by jídla vynechával, bude mít rozkolísanou energii, výdrž, náladu i koncentraci. Sportovci těží výhodu ze svalů, které jsou připravené pracovat, přičemž je zapotřebí vhodně je zásobovat energií. Oprava a růst svalové hmoty zabere dlouhý čas, tudíž pro dostatek živin je strategický a zejména pravidelný příjem potravy naprosto klíčový.
- **Kvalitní stravování** – ideální je vybírat kvalitní potraviny odpovídající načasování příjmu potravy. Například zatímco před výkonem je potřeba dodat energii, hlavní jídla jsou vyhrazena pro výživu a nutričně bohatou stravu přispívající k dobré kondici. Kvalitní strava má dopad nejen na zdraví a psychickou i fyzickou pohodu, ale také na výkonnost.
- **Optimální načasování**, protože trénink je významně ovlivněn nutriční volbou. Jednotlivé aspekty výkonu totiž může značně narušit nebo naopak podpořit množství přijímané potravy, typy přijímaných potravin, pitný režim, příjem regenerační výživy nebo pauzy mezi jednotlivými jídly.

Každý sport je díky svému zaměření a způsobu tréninku velmi specifický, přičemž na tomto základě je možné sporty rozdělit do několika kategorií, mezi něž patří právě i kategorie silových sportů. Každá z těchto specifických skupin má jiné zásady při stravování (Clark 2003).

Pro silové sportovce hraje výživa velmi důležitou roli ve třech aspektech: (Slater & Phillips 2011)

- Podpora sportovního silového tréninku,
- Zotavení po tréninku,
- Podpora tréninkových adaptací.

Silové sporty vyžadují vysoký příjem energie, který závisí na výkonu, poměru výkonu a odpočinku a průtoku krve ve svalech.

Tabulka 1: Výživa v silových sportech

	<b>Před tréninkem</b>	<b>Během tréninku</b>	<b>Po tréninku</b>
<b>Lehký trénink</b>	jídlo není nutné, pokud od posledního jídla neuplynuly více než 4 hodiny (před tréninkem může být přijato 15 g sacharidů), pokud je trénink před snídaní, je doporučeno 10 – 15 g bílkovin a 15 – 25 g sacharidů	jídlo je nezbytné, pouze pokud se trénuje před snídaní, v opačném případě je doporučeno kolem 250 ml sportovního nápoje	není potřeba
<b>Středně těžký trénink</b>	jídlo není nutné, pokud od posledního jídla neuplynuly více než 4 hodiny (před tréninkem může být přijato 15 g sacharidů), pokud je trénink před snídaní, je doporučeno 10 – 15 g bílkovin a 15 – 25 g sacharidů	jídlo není nutné, pokud se trénink nekoná před snídaní, v opačném případě je doporučeno 250 – 480 ml sportovního nápoje	0,1 – 0,2 g/kg bílkovin a 7 g/kg sacharidů
<b>Náročný trénink</b>	2 – 3 hodiny před tréninkem cca 300 kcal (z toho až 35 – 85 g sacharidů a až 15 g bílkovin)  1 hodinu před tréninkem max. 200 kcal (max. 35 g sacharidů a až 15 g bílkovin)	menší sportovci 15 – 20 g sacharidů  větší sportovci 20 – 60 g sacharidů	0,1 – 0,2 g/kg bílkovin a 1 – 1,2 g/kg sacharidů, přičemž příjem je třeba opakovat nebo do dvou hodin po tréninku mít hlavní jídlo

Zdroj: (Skolnik & Chernus, 2011).

### **3.3 Příjem energie sportovců zaměřených na silové sporty/trénink**

Optimalizace výživy silových sportovců je velmi důležitá, přičemž makroživiny a mikroživiny hrají důležitou roli ve výživě sportovců. Sportovní výživa normalizuje biochemické, endokrinní a imunitní funkce a obnovuje energetickou rovnováhu sportovců v různých fázích sportovního výkonu. Nedostatečná výživa sportovců, která neodpovídá jejich fyziologickým potřebám, je jedním z klíčových faktorů souvisejících se vznikem rizik řady onemocnění (zažívací obtíže, onemocnění slinivky břišní, ledvin nebo jater, kardiovaskulární onemocnění apod.) (Valenta & Dorofeeva 2018).

Kosterní svalstvo silových sportovců má pozoruhodnou vlastnost rychlé reakce na mechanické zatížení a dostupnost živin, což má za následek specifické metabolické a funkční podmínky adaptace. Úpravy zvyšující metabolickou flexibilitu zahrnují zvýšení množství transportních molekul, které přenášejí živiny přes membrány na místo jejich využití v rámci svalové buňky, zvyšují enzymy aktivující nebo regulující metabolické cesty. Zatímco některé substráty (především tuk) jsou v těle zastoupeny v poměrně vysokém množství, může být zapotřebí suplementace sacharidů k nahrazení zásob glykogenu (Thomas et al. 2016).

#### **3.3.1 Makroživiny**

Výživa silových sportovců hraje důležitou roli ve třech aspektech: (Slater & Phillips 2011)

- podpora silového tréninku,
- zotavení po tréninku,
- podpora tréninkových adaptací,

a to vzhledem ke skutečnosti, že silová fyzická aktivita vyžaduje vysokou míru dodávky energie závisující jak na intenzitě a objemu výkonu, poměru odpočinku a průtoku krve ve svalech.

Správně navržená strava splňující potřeby příjmu energie a správné načasování živin je bezesporu základem k rozvíjení vhodného tréninkového programu. Příjem

nedostatečného množství kalorií nebo nedostatečný příjem správných typů makroživin (sacharidy, tuky, bílkoviny) může sportovcům bránit v optimální adaptaci na trénink a může vést ke ztrátě síly, svalové hmoty, riziku přetrénování nebo také snížené imunitě. Naopak sportovci konzumující vyváženou stravu, která odpovídá energetickým potřebám, posiluje tréninkovou adaptaci. Správné stravování jako součást tréninkového programu je tak jedním ze způsobů, jak optimalizovat adaptaci tréninku a zabránit přetrénování (Kreider et al. 2010).

Příjem energie prostřednictvím výživy zajišťuje, aby sportovec konzumoval dostatečné množství kalorií k vyrovnání energetického výdeje. Například rekreační sportovec, který fyzické aktivitě věnuje 30 – 40 minut 3x v týdnu, bude mít běžnou nutriční potřebu s běžnou stravou zhruba 1800 – 2400 kcal (25 – 35 kcal/kg/den), protože během fyzické aktivitě spálí přibližně 200 – 400 kcal. Sportovci se středně intenzivním tréninkem, kterému věnují 2 – 3 hodiny 5x – 6x týdně během fyzické aktivity spálí 600 – 1200 kcal za hodinu, tudíž je zapotřebí zvýšit jejich kalorickou potřebu, a to na 2500 – 8000 kcal (50 – 80 kcal/kg/den). Vrcholoví sportovci mají enormní energetický výdej dosahující až 12000 kcal/den, proto se i jejich nutriční potřeba výrazně zvyšuje na 6000 – 12000 kcal (150 – 200 kcal/kg/den) v závislosti na objemu a intenzitě tréninku. Pro tyto sportovce ale může být obtížné jíst dostatečné množství jídla k uspokojení kalorických potřeb, což často vede k výraznému úbytku hmotnosti a svalové hmoty, vzniku nemoci, nástupu fyzických i psychologických příznaků přetrénování a snížení výkonu. Mezi takto náchylné silové sporty patří například box, bojová umění obecně nebo gymnastika, přičemž zejména u silových sportovkyň se mohou objevovat poruchy příjmu potravy. Intenzivní trénink často potlačuje chuť k jídlu a řada sportovců nerada cvičí několik hodin po jídle kvůli pocitu plnosti, případně jsou omezeni dostupností jídla díky cestování, proto je zapotřebí plánovat si nejen tréninky, ale také stravu, aby došlo k zajištění dostupnosti potravin bohatých na živiny s dostatečnou kalorickou hodnotou (Kreider et al. 2010).

Sport a výživa spolu přímo souvisí a sportovec tak ke svému efektivnímu sportovnímu výkonu potřebuje více energie a dokonale nastavený poměr makroživin, který podle některých autorů činí 40 % sacharidů, 30 % bílkovin a 30 % tuků (Shruti & Vasudeva 2013).



### 3.3.2 Sacharidy

Příjem sacharidů se v posledních letech stal jedním z nejdiskutovanějších témat, přičemž názory odborníků se často velmi rozcházejí. Zatímco někteří podporují vysoký příjem sacharidů, jiní doporučují příjem sacharidů omezovat a nahrazovat tukem nebo bílkovinami.

Sacharidy slouží k doplňování paliva, regeneraci a obnově svalového a jaterního glykogenu, jehož hlavním cílem je zotavení mezi fyzickou zátěží zejména v době, kdy sportovec absolvuje více tréninku v rámci krátkého časového období (Burke et. al 2011).

Sacharidy slouží jako poskytovatelé energie buňkám a zejména u intenzivně trénujících sportovců je podle Thompsona a Manore (2012) nezbytné poměr sacharidů zvýšit o 5 – 15 %, a to z 50 % na 65 % kvůli zajištění zásob glykogenu v játrech a ve svalech, přičemž právě zásoby sacharidů uložené ve svalech jsou nesmírně důležité u sportů, kdy dochází nejdříve k vyčerpání glykogenu a až poté k čerpání tuků. I přes zjevnou potřebu sacharidů u silových sportovců bylo podle Dunforda (2010) prokázáno, že obrovské množství sportovců nespĺňuje dostatečný příjem sacharidů. Díky velmi náročnému fyzickému výkonu, tak může dojít k vyčerpání sacharidových zásob, což má negativní vliv na sportovní výkon s následnými poruchami koordinace a nervosvalového přenosu, vyčerpáním apod.

Podle Burke et. al (2011) bylo vytvořeno několik principů pro příjem sacharidů:

- Při trénincích s vysokou intenzitou by měl denní příjem sacharidů odpovídat potřebám tréninku a obnově glykogenu,
- Denní příjem sacharidů je závislý na tělesné hmotnosti (případně aktivní svalové hmotě) a intenzitě při tréninku,
- Denní příjem sacharidů by neměl být určován jako procentní podíl na celkovém energetickém příjmu,
- Je-li doba mezi tréninky kratší než osm hodin, měli by sportovci konzumovat sacharidy co nejdříve po prvním tréninku k efektivnímu a maximálnímu zotavení před dalším tréninkem,
- Je-li příjem sacharidů neadekvátní, je možné zařadit do jídla bílkoviny ke zvýšení ukládání glykogenu,

- Včasné doplňování sacharidů jako zdroje energie může být nastaveno častějšími a menšími porcemi jídla,
- Potraviny se středním až vysokým glykemickým indexem poskytují organismu rychle a jednoduše dostupný zdroj substrátu pro syntézu glykogenu,
- K optimálnímu ukládání glykogenu je zapotřebí mít dostatečný příjem energie.

Vědci podporují tvrzení, že siloví sportovci potřebují denně až 70 % sacharidů z celkového příjmu potravy (tj. zhruba 4 – 7 g/kg tělesné hmotnosti), a to zejména kvůli argumentu, že při sportu jsou cukry vyžadovány jako primární zdroj energie (Kormis 2017). S podobným tvrzením se ztotožňuje i Hatch (2010), podle níž by silový sportovec měl zkonzumovat 5 – 8 g sacharidů na 1 kg tělesné hmotnosti, přičemž závisí na individuálních požadavcích, metabolismu a citlivosti na sacharidy daného jedince. Po extrémně velkém fyzickém zatížení je dokonce vhodné vypít sacharidový nápoj 1,5 g/kg tělesné hmotnosti.

Například nízký svalový glykogen před fyzickou zátěží významně snižuje výkon s vysokou intenzitou, tudíž během tréninkových a soutěžních fází je zapotřebí dbát na příjem sacharidů (Stellingwerff et al. 2011).

Podle Barra (2009) by siloví sportovci měli hladinu krevního cukru zvyšovat i během tréninku, přičemž hlavním důvodem je reakce inzulínu zvýšeným průtokem krve ve svalech, což má za následek odstraňování odpadních produktů a efektivnější dodávání živin do pracujících svalů s následnou stimulací růstu a zvyšováním výkonnosti.

Výzkum podle Kreidera et al. (2010) prokázal, že složení a načasování jídel hraje významnou roli při optimalizaci výkonu, prevenci přetrénování a přizpůsobení tréninku. Trvá zhruba čtyři hodiny, než jsou sacharidy stráveny a uloženy jako jaterní a svalový glykogen, proto by jídla měla být konzumována 4 – 6 hodin před fyzickou aktivitou. Trénuje-li sportovec odpoledne, je snídaně nejdůležitějším jídlem, které doplní hladinu glykogenu v játrech a svalech. Dále výzkum ukázal, že konzumace lehčího pokrmu s bílkovinami a sacharidy (10 g bílkovin a 50 g sacharidů) 30 – 60 minut před fyzickou aktivitou zvýší dostupnost sacharidů na konci intenzivního tréninku, což slouží jednak ke zvýšení dostupnosti aminokyselin a zároveň ke snížení katabolismu bílkovin vyvolaného cvičením.

Kormis (2017) ovšem tvrdí, že výživa založená převážně na sacharidech je v zásadě protizánětlivá vzhledem k nerovnováze hladiny krevního cukru následující po konzumaci jídla s vysokým obsahem sacharidů a také z důvodu zánětlivých reakcí na lepek obsažený například v obilninách. Sacharidy v obilninách nebo bramborách jsou jednoduše a rychle stravitelné, což znamená, že glukóza se rychle vstřebává do krve s následně prudce vzroste hladina krevního cukru, na níž reaguje slinivka uvolňující inzulin, který glukózu dopraví do svalů (následně bude použit jako energie) nebo ji uloží do tukových zásob. Samotný inzulin způsobuje produkci protizánětlivých reakcí, přičemž už vysoká hladina krevního cukru je prozánětlivá a toxická. Poté, co inzulin dopraví glukózu z krve, klesne hladina krevního cukru, což má za následek hlad, konzumaci jídla a opětovné zvýšení hladiny krevního cukru (Willett 2012).

### **Glykemický index**

Glykemický index (GI) byl objeven a nejdříve používán pro osoby s cukrovkou. Lidé s diabetes mellitus, kteří jsou nuceni pravidelně kontrolovat hladinu glukózy v krvi, k tomu používají glykemický index (Clark 2000).

Pokud člověk přijme větší množství sacharidů, zvýší se hladina glukózy v krvi. Čím vyšší glykemický index (GI) potraviny mají, tím je přechod sacharidů do krve rychlejší. Sacharidy se středním nebo nízkým glykemický index (GI) se uvolňují do krve pomalu a je vhodné je konzumovat před tréninkem, protože poskytují sportovcům energii dlouhodobě. U nesportovců vede nadměrná konzumace potravin s vysokým GI k tvorbě tuku z nadbytečně přijatých cukrů (Mendelová & Hrnčířiková 2007).

Je doporučováno konzumovat komplexní sacharidy s nízkým až středním glykemickým indexem (ovoce, zelenina, celozrnné výrobky apod.), je poměrně obtížné sníst takové množství sacharidů denně, tudíž odborníci na výživu vrcholovým sportovcům doporučují konzumaci koncentrovaných sacharidových džusů a nápojů nebo doplňky stravy s vysokým obsahem sacharidů (Kreider et al. 2010).

Vypovídající hodnotu ovšem má spíše glykemická nálož, která na rozdíl od glykemického indexu hodnotí celkový glykemický účinek potravy s ohledem na celkový obsah sacharidů ve stravě. Některé výzkumy naznačují, že konzumace potravin s nízkým glykemickým indexem převládá mezi kulturami, které trpí poměrně vysokou

mírou vzniku cukrovky a kde vznikl nový fenomén konzumace potravin s vysokým glykemickým indexem (Jenkins et al. 2002).

### 3.3.3 Tuky

Tuky (lipidy) v těle zastávají řadu funkcí. Kromě toho, že poskytují energii, regulují tělesnou teplotu, podílí se na metabolismu vitamínů rozpustných v tucích (A, D, E, K) a také poskytují zdroj esenciálních mastných kyselin.

Tuky se dále dělí na: (Hatch 2010; Berg et al. 2014; Schek 2019)

- **Nenasycené tuky** – skládají se převážně z nenasycených mastných kyselin, které mají pozitivní dopad na lidské zdraví, a to především pro správnou činnost mozku, pohlavních žláz. Nenasycené mastné kyseliny se dále dělí na monosaturované (jednoduše nenasycené), které napomáhají snižování hladiny LDL a zároveň zvyšují hladinu HDL, a polysaturované (vícenásobně nenasycené) označované také jako esenciální, které zabraňují vzniku krevních sraženin a jsou naprosto nezbytné při vstřebávání vitamínů a stavbu buněčných membrán. K velmi důležitým polysaturovaným mastným kyselinám patří velmi důležitá kyselina linolová (n-6) a kyselina linolenová (n-3), které napomáhají regulovat krevní tlak, průtok krve, srážení krve a záněty, z čehož je zřejmé, že tyto funkce jsou velmi důležité u fyzické aktivity.
- **Nasycené tuky** – jsou složené převážně z nasycených mastných kyselin a jejich nadbytek ve stravě má oproti nenasyceným mastným kyselinám na zdraví negativní dopad, neboť zvyšují hladinu cholesterolu, zvyšují riziko vzniku kardiovaskulárních a nádorových onemocnění.
- **Trans nenasycené tuky** – mají na zdraví člověka negativní vliv, a to dokonce horší než nasycené tuky, protože zvyšují hladinu LDL a snižují hladinu HDL.

Tuky jsou z hlediska silových sportů nezbytné pro optimální zdraví a fungování nervové soustavy, což velmi ovlivňuje maximální a efektivní kontrakci svalů, a tím i výkon (Kormis 2017).

Běžná doporučení pro dospělé uvádí jako optimální příjem tuků 30 % z celkového denního příjmu energie (pro sportující jedince může být tento příjem o něco

vyšší), přičemž energie z nasycených tuků by neměla přesáhnout 10 % (Burke et al. 2011; DACH 2015).

### 3.3.4 Bílkoviny

Existují důkazy naznačující důležitost načasování, množství a typ příjmu bílkovin, které ovlivňují regeneraci po fyzické zátěži (Stellingwerff et al. 2011).

Řada lidí, a to včetně sportovců, nekonzumuje optimální množství bílkovin. Stravování založené na vysokém množství bílkovin je u zdravých jedinců z krátkodobého hlediska bezpečné, nicméně v dlouhodobém horizontu je třeba vzít v úvahu důsledky související s příjmem velkého množství bílkovin (Huecker et al. 2019).

O potřebách bílkovin u silových sportovců se vedou dlouhé debaty. Dříve se doporučovalo, aby sportovci přijímali do 1 g bílkovin na 1 kg tělesné hmotnosti, nicméně výzkumy dokazují, že intenzivní siloví sportovci potřebují ve své stravě 1,5 – 2 g bílkovin na 1 kg hmotnosti. Při nedostatečné konzumaci bílkovin hrozí negativní dusíková bilance způsobující katabolismus bílkovin a zpomalení zotavení po intenzivním tréninku s následným úbytkem svalové hmoty. Bylo zjištěno, že například boxeři nebo gymnasté mají potíže konzumovat dostatečné množství bílkovin v běžné stravě, proto je zapotřebí dbát na dostatečné množství kvalitních bílkovin pro zachování dusíkové bilance. Bílkoviny se nicméně liší podle zdroje, z nichž pochází a důležitým faktorem je také jejich rychlost trávení a absorpce. Nejvhodnějším zdrojem bílkovin z kvalitních zdrojů je například kuřecí maso, ryby, vaječný bílek, mléko apod, nejlepším zdrojem bílkovin z výživových doplňků je pak kasein, syrovátka, kolostrum, mléčné a vaječné bílkoviny (Kreider et al. 2010; Pasiakos et al. 2015).

Siloví sportovci využívají především anaerobních energetických drah, přičemž silový trénink je charakteristický kratším opakovaným výkonem s vysokou intenzitou. Bylo prokázáno, že silový trénink s frekvencí 3x týdně po dobu 4 – 8 týdnů výrazně snižuje koncentraci glutationu (GSH = významný antioxidant, jehož úkolem je chránit buňky před oxidačním stresem způsobeným intenzivním cvičením, toxiny, znečištěním nebo UV zářením prostřednictvím neutralizace volných radikálů nebo darováním komponent jiným antioxidantním sloučeninám) a glutaminu (jedna z nejdůležitějších

aminokyselin) v krvi a výrazně potlačuje imunitní funkce u dospělých osob, a to navzdory kvalitní zdravé výživě. Výsledky průzkumu ukazují na vztah mezi intenzitou fyzické zátěže a snižování funkce imunitního systému. Již při podání 20 g syrovátkové bílkoviny denně bylo prokázáno jednak zlepšení výkonu a jednak udržení silného imunitního systému (Cribb 2005).

Zvýšený příjem bílkovin, ovšem ne více než třetinu z celkového denního energetického příjmu, podporuje nárůst svalové hmoty během silového cvičení a úbytek hmotnosti v průběhu kalorického deficitu. Vyšší příjem bílkovin se doporučuje také starším osobám, aby nedocházelo ke ztrátě svalové hmoty v souvislosti s narůstajícím věkem (Devries et. al 2015). Kulturisté a obecně siloví sportovci mají zvýšenou potřebu bílkovin, a to zhruba 1,7 g na 1 kg, přičemž více než 2,5 g/kg není organismus schopen využít. Někteří sportovci se snaží přijímat nadměrné množství bílkovin i za pomoci doplňků stravy, což může způsobovat zvýšenou zátěž jater, ledvin, pomalejší regeneraci nebo riziko vylučování vápníku. Při konzumaci kvalitního proteinu (cca 25 g) po silovém tréninku dochází k podpoře proteosyntézy, nicméně není prokázána lepší výkonnost svalů v průběhu delšího časového období (Maughan 2006).

### **3.4 Mikroživiny**

Nedostatek mikroživin je běžným problémem zemědělských plodin, což vede jednak ke snižování výnosů a jednak ke snížení nutriční kvality plodin. Rychlé vyčerpání mikroživin z půdní rezervy v důsledku zvýšené potravinářské produkce snížilo množství mikroživin, které přinesly prudké snížení produktivity a účinnosti makroživin. Kvalita a zdraví plodin jsou ukazatelem dostatečnosti živin v půdě, s čímž souvisí zdraví lidí i zvířat. Mikroživiny jsou potřebné ve stopovém množství, nicméně jejich hlavní rolí je zvyšování účinnosti makroživin (Shukla 2009).

Součástí vyvážené sportovní výživy je také příjem potřebného a dostatečného množství vitamínů a minerálů, které mají zásadní vliv na vývoj a růst tkání a tvorbu energie. Kromě toho, že je nedostatek vitamínů a minerálů pro zdraví významným rizikem, dochází také ke snížení sportovního výkonu (Semenova et al. 2017).

Načasování konzumace makroživin (sacharidů, tuků a bílkovin) jsou ve vztahu k fyzické aktivitě podle řady zdrojů zásadní strategií pro rozvoj svalové hmoty, rozvoj

sportovního výkonu a následné regenerace. Doposud se většina výzkumů týkající se načasování konzumace makroživin zaměřovala pouze na příjem bílkovin nebo sacharidů, nicméně příznivý dopad a účinky na sportovní výkon mohou mít také mikroživiny, které budou rozebrány v následujícím textu (Stecker et al. 2019).

K mikroživinám podle Hatch (2010) patří:

- vitamíny (A, vitamíny skupiny B, C, D, E a K), které dále rozlišujeme jako vitamíny rozpustné ve vodě a rozpustné v tucích (vstřebávají se jen v kombinaci s tukem),
- minerální látky (vápník, hořčík, fosfor, sodík, draslík, chlór, železo),
- stopové prvky (železo, zinek a další).

### 3.4.1 Vitamíny

Vitamíny jsou mikroživiny, které organismus potřebuje pro optimální zdraví ve stopovém množství, a protože si je tělo nedokáže vytvořit samo, je nutné je přijímat ve stravě. Vzhledem k tomu, že vitamíny napomáhají prevenci onemocnění, posilování imunitního systému, tvorbě nových tkání, zpomalují projevy stárnutí a slouží také jako antioxidanty (vitamín C a E, betakaroten) chránící před volnými radikály. Vitamíny mají v organismu nezastupitelné místo a výkon silových sportovců je zejména při jejich dlouhodobém nedostatku negativně ovlivněn. V případě nedostatku antioxidantů se zvyšuje svalová únava a oxidační stres. Nedostatek vitamínu D, který se podílí na udržování rovnováhy minerálů, hraje klíčovou roli při udržování zdraví kostí, reguluje a zvyšuje absorpci fosforu a vápníku ve stravě, může vést k riziku zranění. Podle Thomase et al. (2016) bylo zjištěno, že vitamín D v kosterním svalstvu zprostředkovává svalovou metabolickou funkci, která může mít velký význam pro podporu sportovního výkonu. Nedostatek vitamínů B, jež se podílí na absorpci a transportu železa do buněk, tvorbě energie apod, může být způsoben energeticky omezenou a hlavně nevyváženou stravou. V takovém případě je zapotřebí tyto vitamíny užívat jako doplněk stravy. U silových sportovců, kteří dodržují adekvátní a vyvážené stravování, nemá suplementace vitamínů prostřednictvím doplňků stravy žádný vliv na zvýšení výkonnosti (Eskici 2016).

Ovoce a zelenina tělu dodávají množství antioxidantů, protizánětlivých a protirakovinných fytonutrientů, které jsou nezbytné například k detoxikaci, hojení

zranění, ke správné produkci hormonů, železa a hořčíku k efektivní produkci energie (Kormis 2017).

### **3.4.2 Minerální látky a stopové prvky**

Vápník je běžně konzumovaný v potravinách jako jsou mléčné výrobky, fazole nebo listová zelenina, přičemž 99 % vápníku je uloženo v kosterním systému a zbytek je přítomen v místě svalových buněk. Vápník hraje důležitou roli v růstu, údržbě a opravě kostní tkáně, regulaci svalových kontrakcí a nervů a také v regulaci srážlivosti krve. Zatímco někteří vědci jsou přesvědčení, že suplementace vápníku nemusí mít téměř žádný potenciál na schopnost těla využívat zásoby vápníku v kosterním systému, Williams (2005) a Kreider (2010) tvrdí, že suplementace vápníku je velmi prospěšná pro silové sportovce s nedostatečným příjmem potravy díky usnadnění kontrakce kosterního svalstva. Dále bylo prokázáno, že vápník napomáhá udržovat kostní hmotu před předčasnou osteoporózou a zlepšovat výkonovou kapacitu u sportovců s nedostatkem vápníku (Thomas et al. 2016; Stecker et. al 2019).

Nízký příjem vápníku může být spojen především s omezeným energetickým příjmem, nevhodnou výživou nebo vyhýbáním se mléčným výrobkům nebo potravin bohatých na vápník (Thomas et al. 2016).

Doporučené množství vápníku podle DACH (2015) je 1000 mg denně.

Sodík je jedním z důležitých minerálů související s acidobazickou rovnováhou v těle, přičemž je součástí potu, tudíž je nesmírně důležité jeho množství doplňovat především po náročném tréninku. Doporučená denní dávka sodíku je 1500 mg denně (DACH 2015).

Na příjem draslíku by si měli dávat pozor právě sportovci, neboť díky zahřívání a pocení těla dochází ke zvýšeným ztrátám, proto je zapotřebí zvýšit jeho příjem. Doporučeno je 4000 mg draslíku denně (DACH 2015).

Například železo, jakožto základní minerál, je nezbytný pro syntézu DNA, transport elektronů a kyslíku do tkání prostřednictvím hemoglobinu (70 % železa v těle je vázáno na hemoglobin v červených krvinkách). Výzkumy ukázaly, že pravidelný trénink může zásoby železa v těle snížit. Suplementace železem se tak používá ke zvýšení sportovního výkonu obnovením koncentrace hemoglobinu a následným



zlepšením schopnosti přenášet kyslík v těle, ovšem klíčovým faktorem ve vztahu k možnému dopadu správného načasování konzumace různých mikroživin je fakt, jak je daná živina metabolizována a uskladněna v těle. Například vitamíny i minerály se průběžně hromadí v tkáních, v jejichž důsledku může mít načasování podání určitý vliv například na rovnováhu elektrolytů, metabolickou aktivitu a výkon nebo počet krevních buněk (Stecker et al. 2019).

Důležitou roli při ochraně buněk před oxidačním poškozením hrají antioxidanty a vzhledem k tomu, že silový sport zvyšuje spotřebu kyslíku až 15x, předpokládá se, že pravidelný trénink přispívá k oxidačnímu stresu. Sportovci ovšem mohou mít rozvinutější antioxidační systém než neaktivní jedinci a nemusí tak mít žádný prospěch z doplňování antioxidantů zejména v případě, kdy konzumují stravu bohatou na antioxidanty. Existuje velmi málo důkazů, že antioxidační doplňky zvyšují sportovní výkon a naopak existují takové, podle nichž doplňování antioxidantů negativně ovlivňuje tréninkovou adaptaci. Optimální a nejúčinnější je konzumace antioxidantů ve stravě. Sportovci zbytečně konzumují doplňky stravy i přesto, že jejich strava obsahuje dostatečné množství mikroživin (Thomas et al. 2016). Mezi nejvýznamnější antioxidanty patří vitamíny A, C, B6 a E, bioflavonoidy, karotenoidy nebo koenzym Q10. Dále sem zařazujeme beta-karoten, lutein, zeaxanthin a také astaxanthin, který je velmi silným antioxidantem (Kalač 2003).

### **3.5 Pitný režim sportovců**

Voda patří k nejdůležitějším nutrientům nejen pro sportovce, ale právě při sportu je pitný režim daleko důležitější než v běžném životě a sportovci tak musí dbát na neustálé doplňování tekutin tak, aby jejich celková hmotnost byla zhruba 70 %. U sportovců jsou svaly (dobře hydratované) tvořeny ze  $\frac{3}{4}$  vodou. Voda je nezbytná pro veškeré reakce, které probíhají v buňkách, je hlavní složkou krve a základní mechanismus k transportu hormonů, kyslíku, živin a odstraňování odpadních látek (Williams 2005).

Vhodná hydratace přispívá k optimálnímu zdraví a sportovnímu výkonu. Kromě obvyklé ztráty vody z dýchání, gastrointestinálního traktu, ledvin apod. musí sportovci nahrazovat také ztráty vody z pocení. Dehydratace nebo hypohratace může zhoršit

sportovní výkon, přičemž je vhodné zaměřit se na příjem tekutin před, během a po cvičení, jakožto důležitý faktor pro zdraví a optimální výkon (Thomas et al. 2016).

Pitný režim je podle Mielgo (2015) nejen u silových sportovců vysoce individuální záležitostí, přičemž stav hydratace organismu se posuzuje především podle barvy moči (měla by být světle žlutá), frekvence močení (každé 2 – 3 hodiny) a dalších charakteristik, nicméně doporučuje se pitný režim ve výši maximálně 50 ml na 1 kg tělesné hmotnosti denně (u sportovce vážícího 80 kg by doporučený denní pitný režim činil 4 l tekutin) se zohledněním tělesné aktivity, stravování nebo okolní teplotě.

Sportovní výkon je obvykle významně narušen, pokud dojde ke ztrátě více než 2 % tekutin prostřednictvím pocení z celkové tělesné hmotnosti. Již při ztrátě více než 4 % tekutin může docházet ke slabosti, vyčerpání, úpalu, nevolnosti, pocitům na omdlení či dokonce ke smrti. Všechny výše uvedené příznaky jsou tak způsobeny nedostatečným průtokem krve do mozku (Kreider et al. 2010).

Tabulka 2: Denní rovnováha tekutin

Příjem tekutin (v ml)		Ztráta tekutin (v ml)	
pití	1 600	močení a stolice	1 500
metabolická voda	1 000	vydechování	320
		odpařování kůží	530
voda vzniklá oxidací živin	400	pocení	650
<b>CELKEM</b>	<b>3 000</b>	<b>CELKEM</b>	<b>3 000</b>

Zdroj: (Maughan 2006)

### 3.5.1 Iontové nápoje

Iontové nápoje jsou sportovci konzumovány jak pro doplnění tekutin a elektrolytů, tak i pro fyzickou a psychickou bdělost (Leśniewicz 2016).

Iontové nápoje by měly obsahovat draslík a sodík a podle popsaných ztrát minerálů také hořčik, nicméně tem má sedativní účinky, tudíž se záměrně do nápojů pro sportovce nepřidává, aby nedocházelo ke snížení sportovního výkonu. Doplnění hořčíku

je vhodné provádět až po ukončení sportovního výkonu. Do iontových nápojů je přidáván například řepný cukr nebo glukóza, a to především za účelem zdroje energie. Ostatní složky, jako jsou například vápník, vitamíny apod. nemají v iontovém nápoji žádné opodstatnění.

Iontový nápoj je možné vyrobit si i v domácích podmínkách, a to smícháním cca čtvrtiny lžičky soli, jedné lžice cukru a šťávy z jednoho grepu v jednom litru vody (Vilikus 2015).

### **3.5.2 Pitný režim před, během a po tréninku**

Někteří sportovci začínají s tréninkem ve stavu hypohydratace, která může nepříznivě ovlivnit sportovní výkon. Také cílená dehydratace vede k významnému deficitu tekutin.

Před tréninkem by siloví sportovci měli zkonsumovat objem tekutin odpovídající 5 – 10 ml na 1 kg tělesné hmotnosti během dvou až čtyř hodin před cvičením, což u 80 kg sportovce činí 400 – 800 ml tekutin (Thomas et al. 2016).

Pitný režim během tréninku snižuje ztráty tekutin při pocení, k němuž dochází při termoregulaci organismu (Thomas et al. 2016). K charakteru tréninku a okolního prostředí může potřeba tekutin narůstat. Při dlouhodobém fyzickém výkonu je vhodné tekutiny (čaje, mošty, džusy, přírodní šťávy, voda) doplňovat 100 – 200 ml v rámci 15 – 20 minutových intervalů a u náročnějších tréninků jsou doporučovány iontové nápoje s nízkou koncentrací minerálních látek, neboť se rychle vstřebávají (Votík 2016).

Objem tekutin vypitých po tréninku by měl vzhledem k pokračující ztrátě tekutin pocením a močí i po tréninku překročit aktuální ztrátu vody, přičemž je doporučeno přijmout 150 % ztráty. Po cvičení je efektivnější vypít nápoj s obsahem sacharidů a elektrolytů nebo sodíku než čistou vodu. Přítomnost sodíku v tekutinách napomáhá zadržovat přijaté tekutiny, tudíž se u sportovců nedoporučuje jeho omezování, a to s ohledem na jeho ztráty během cvičení (Hatch 2010; Thomas et al. 2016).

### 3.6 Index tělesné hmotnosti (BMI)

Index tělesné hmotnosti (BMI = z anglického body mass index) je základním indikátorem současného klasifikačního systému pro hodnocení tělesné hmotnosti člověka vzhledem k výšce a jeho výhody jsou využívány napříč nejrozličnějšími obory v mnoha zemích, rasách, populacích a etnických skupinách (od dozoru po hodnocení jednotlivých pacientů). Díky tomuto indexu se dá snadno zjistit, zda má hodnocená osoba podváhu, normální váhu nebo nadváhu či dokonce obezitu, přičemž tyto informace jsou rozhodující při hodnocení rizika vzniku kardiovaskulárních onemocnění. Obezitou se rozumí nadměrná akumulace tělesného tuku související se špatným zdravotním stavem. Ačkoliv index tělesné hmotnosti slouží k mnoha účelům, neříká například nic právě o množství tělesného tuku, protože vychází pouze z tělesné váhy a výšky, což v praxi může znamenat, že osoba s minimem svalové hmoty a velkým množstvím tělesného tuku může vykazovat normální hmotnost, tudíž se moc nehodí pro silové sportovce (Prentice & Jebb 2001).

Index tělesné hmotnosti je tedy poměrem výšky a hmotnosti vyjádřený v  $\text{kg/m}^2$  (Misra & Dhurandhar 2019).

**Výpočet BMI = hmotnost / výška<sup>2</sup> (v metrech),**

tj. například muž měřící 185 cm s váhou 95 kg má  $\text{BMI} = 95 \text{ kg} / 1,85 * 1,85 = 95 / 3,4225 = 27,76 \text{ kg/m}^2$ , což v níže uvedené tabulce č. 3 značí nadváhu.

Tabulka 3: Index tělesné hmotnosti

Výsledek BMI (v $\text{kg/m}^2$ )	Stav
méně než 19	podváha
19 – 24,9	normální váha
25 – 29,9	nadváha
30 – 39,9	obezita
nad 40	morbidní obezita

Zdroj: (National Heart, Lung, and Blood Institute 1998.)

### 3.6.1 Výživová pyramida

Výživová pyramida je obrázkovým znázorněním stravovacích cílů, která předkládá snadno srozumitelná vědecká zjištění. Existují dva přístupy k navrhování výživové pyramidy. První přístup se týká referenčních hodnot pro energetický příjem, makroživiny a mikroživiny, přičemž tento přístup slouží různým skupinám potravin a odpovídající počet porcí je vypočítán tak, aby splňoval požadavky na výživu cílové skupiny populace. Druhý, metabolický přístup, úzce souvisí s metabolickým účinkem jednotlivých potravin (nízký glykemický index apod.) (Mettler 2020).

Obrázek 1: Výživová pyramida pro silové sportovce



Zdroj: (Mettler 2020)

### 3.6.2 Doplnky stravy

Doplňkem stravy (DS) je potravinu, jejímž účelem je doplňovat běžnou stravu. Měla by být koncentrovaným zdrojem vitaminů, minerálních látek nebo dalších látek s nutričním nebo fyziologickým účinkem (Zákon č. 110/1997 Sb.).

Pro silové sportovce, kteří tvrdě trénují, jsou doplňky stravy považovány jako vhodná volba pro podporu adaptace na trénink umožňující intenzivnější a důslednější regeneraci mezi jednotlivými tréninky, předcházení zranění nebo nemocí a také zlepšení konkurenceschopnosti. Doplňky stravy se pro sportovce využívají jako podpora výkonu, urychlení vzestupu výkonnosti, anebo překročení fyziologických bariér. Zvyšují také kvalitu výživy. Zaručují, že organismus dostane vše potřebné k efektivnímu tréninku a dokonalému zdraví (Embleton & Thorne 1998).

U sportovců, u nichž byl prokázán nedostatek základních živin, mohou doplňky stravy pomoci například s navýšením energetického příjmu, nicméně řada sportovců zcela ignoruje potřebu opatrnosti při užívání doplňků stravy a tyto užívá v dávkách, které nejsou nutné, nebo mohou dokonce uškodit (negativní zdravotní důsledky nebo pozitivní testy na doping) (Maughan et al. 2004). Všechny doplňky stravy musí být schváleny na podkladě o zdravotní nezávadnosti ze Státního zdravotního ústavu Ministerstvem zdravotnictví. U doplňků stravy se hodnotí především zdravotní nezávadnost nikoliv účinnost. Etiketa s vlastnostmi a složením doplňku není kontrolována, proto by se měl každý konzument řídit přesným návodem daného výrobku nebo se alespoň poradit s odborníkem. Nevhodné množství, špatné načasování příjmu suplementu nebo kombinace více druhů doplňků stravy může vyvolat zdravotní komplikace (Fořt 1998).

### **3.6.3 Kreatin**

Kreatin vzniká syntézou tří aminokyselin – methioninu, argininu a glycinu. Kreatin se primárně používá jako doplněk stravy zvyšující výkon, neboť díky jeho konzumaci dochází ke zvýšení svalové síly, krátkodobé vytrvalosti a je možné dosažení většího svalové zatížení. Kreatin je tak jedním z populárních doplňků stravy přijímaných díky potenciálnímu zvýšení sportovního výkonu. Kreatin se nachází v kosterním svalstvu a hraje klíčovou roli v buněčné bioenergetice. Suplementace kreatinu je účinná a má smysl u vysoce intenzivního a opakovaného cvičení s kratším trváním (Willoughby 2008).

Doporučené denní množství kreatinu je kolem 3 – 5 g (Skolnik & Chernus 2011).

### 3.6.4 Glutamin

Glutamin je neesenciální aminokyselina velmi využívaná zejména ve sportovní výživě. K jejím funkcím patří například produkce energie nebo udržování acidobazické rovnováhy. Glutamin začal být ve sportovní výživě zkoumán nad rámec jeho vlivu na imunitní systém, přičemž bylo zjištěno, že suplementace glutaminu prokazatelně zlepšuje některé ukazatele únavy (zvýšenou syntézu glykogenu apod.), ovšem nijak se nepodílí na zvyšování fyzické výkonnosti (Coqueiro et al. 2019).

Glutamin je nejhojněji se vyskytující aminokyselinou v plazmě a kosterním svalstvu, přičemž tvoří dvě třetiny z celkového množství intramuskulárních volných aminokyselin. Glutamin je syntetizován převážně v kosterním svalstvu, tudíž fyzicky náročné cvičení vede k jeho vyčerpání v důsledku snížené syntézy a vychytávání v játrech a buňkách, což je také důvod, proč je oblíbeným doplňkem stravy konzumovaným pro rychlejší zotavení nebo prevenci přetrénování (Khorshidi-Hosseini & Nakhostin-Roohi 2013).

### 3.6.5 Hydroxymetylbutyrát (HMB)

Hydroxymetylbutyrát je metabolitem esenciální aminokyseliny leucinu. Jeho suplementace je i přes skutečnost, že se jedná o nejmladší suplement, dnes naprosto běžná zejména u vrcholových sportovců. HMB má řadu pozitivních účinků, a to především na zvyšování svalové hmoty, zvyšování síly, zvyšování výkonnosti, rychlejší regeneraci po intenzivní fyzické aktivitě, redukci tělesného tuku, zlepšení tělesné stavby apod (Vilikus et al. 2017).

### 3.6.6 BCAA

BCAA neboli Branched Chain Amino Acids (= aminokyseliny s rozvětveným řetězcem) jsou jedním z nejpoužívanějších sportovních doplňků stravy a jejich příjem je důležitý právě u silových nebo anaerobních sportů. K aminokyselinám s rozvětveným řetězcem patří leucin, isoleucin a valin, které tvoří zhruba jednu třetinu svalové bílkoviny. Nejdůkladněji je zkoumán leucin, jehož rychlost oxidace je vyšší než oxidace valinu nebo isoleucinu. Leucin stimuluje syntézu bílkovin ve svalech, neboť při silovém

sportu (především u vyčerpávajícího fyzického výkonu) dochází v kosterním svalstvu ke snížení hladiny leucinu a ke snížení zásob glykogenu. Konzumací BCAA před nebo po silovém sportu může být zkrácena doba zotavení (BCAA jsou snadno využitelný substrát) snížena nebo zcela redukována degradace bílkovin, s čímž souvisí lepší fyzický i psychický výkon. BCAA jsou lehce stravitelné a vstřebávají se během několika minut po konzumaci (na rozdíl od bílkoviny ze stravy, která musí být nejdříve strávena). BCAA také zabraňují ztrátě svalové hmoty v době půstu nebo třeba při spánku (Mero 1992; Shimomura et al. 2004). Celková denní dávka BCAA by neměla překročit 20 g (vyšší množství se sice nepovažuje za škodlivé, ale může způsobit zažívací potíže). Doporučené denní dávkování je 5 g BCAA zhruba 60 minut před tréninkem a dalších 5 g ihned po tréninku spolu s potravou bohatou na bílkoviny (Nabiha 2012).

### **3.6.7 Zinek**

Zinek je nezbytný stopový prvek zasahující do řady biochemických procesů. Ukázalo se, že nedostatek zinku je vyšší právě u sportovců, a to až o 33 %. Nedostatek zinku je odpovědný za zhoršenou funkci imunitního systému a snížený výkon (Wilborn 2008).

### **3.6.8 Hořčík**

Silový (nejen) sport napomáhá k vyčerpání hořčíku, což může narušit energetický metabolismus, svalovou funkci, rovnováhu elektrolytů nebo absorpci kyslíku, v jehož důsledku může být ohrožena schopnost vykonávat intenzivní fyzickou aktivitu. Deficit hořčíku souvisí se zhoršenou buněčnou imunitní funkcí (Laires & Monteiro 2008). Stav hořčíku tak nepřímo souvisí s výskytem svalových křečí a zlepšením síly (Clarkson & Haymes 1995).

Doporučené dávkování je u žen 310 – 320 mg denně, u mužů pak 400 – 420 mg denně (Ali & Bright 2009).



### **3.6.9 Vápník**

99 % vápníku se nachází v kostech a zubech, přičemž jeho funkce spočívá v buněčné přilnavosti, přenosu nervových impulzů, zajištění funkčnosti a údržby buněk, enzymatické aktivaci a hormonální sekreci.

Vápníku je v rámci sportu věnována pozornost zejména u žen, neboť vlivem intenzivních tréninků může dojít ke ztrátě menstruačního cyklu a úbytku kostní hmoty (osteoporóze), s čímž úzce souvisí zvýšené riziko fraktur. Je prokázáno, že ke ztrátě vápníku přispívá trénink delší než 90 minut nebo cvičení v horku (Hatch 2010).

### **3.6.10 Nenasycené mastné kyseliny**

Mezi nenasycené mastné kyseliny se zařazují omega -3 mastné kyseliny. Jak již bylo zmíněno, výživa má významný vliv na fyzické funkce a metabolismus. Omega-3 mastné kyseliny napomáhají regulovat krevní tlak, srážlivost krve, nervový systém, toleranci glukózy a kromě toho hrají významnou roli u veškerých zánětlivých procesů a stavů v těle. Ze studií vyplynulo, že omega-3 ovlivňují cvičení a metabolickou odezvu kosterního svalstva a funkční odpověď po dobu tréninku, neboť jejich protizánětlivá a antioxidační aktivita napomáhá zlepšovat výkon zejména u anaerobních sportovců. Dále bylo prokázáno, že suplementací omega-3 dochází ke snížení bolesti svalů se zachováním výbušné síly a naopak ke zvýšení psychické pohody. (Hálová 2009)

### **3.6.11 Gainery**

Gainery jsou nápoje na bázi sacharidů pro kvalitní silový trénink a bílkovin pro růst svalové hmoty, které buď doplňují běžné jídlo nebo zcela nahrazují jídlo (Eichner 1999). Gainery tak podporují růst tělesné hmotnosti, přičemž na jednu porci obsahují více než 500 kcal. Konzumace těchto nápojů není pro silové sportovce nijak nezbytná a oproti přirozené stravě nepředstavuje žádnou výhodu. Použití gainerů je tak pohodlný způsob, jak při nedostatku času na uvaření běžného jídla získat dostatečné množství energie (Clark 2003).

### **3.6.12 Kloubní výživa**

Silové sporty významnou měrou zvyšují riziko vzniku degenerativních onemocnění kloubů, kdy k narušení kloubních struktur dochází velmi pomalu a pozvolna, a to bez povšimnutí. Jakmile se pohyb kloubu projevuje bolestí, je obvykle už pozdě a výsledkem jsou chronické potíže. Je tedy vhodné užívat přípravky na kloubní výživu.

Kloubní výživa se dělí na: (Pavluch & Frolíková 2003)

- Kombinaci chondroitinu a glukosaminu, které jsou využívány při zhoršeném stavu pohybového aparátu,
- Želatinový preparát sloužící spíše jako preventivní ochrana kloubů.

### **3.7 Workoutové hřiště**

Workoutová hřiště (pouliční tělocvičny) poskytují zábavný trend ve cvičení, kde je kombinována síla k budování svalové hmoty s vytrvalostní silou. Tato hřiště fungují na principu tréninku s vlastní tělesnou hmotností. Workoutová hřiště využívají především mladí muži a studenti, přičemž se jedná o užitečný nástroj pro podporu fyzické aktivity s nízkými ekonomickými náklady a jednoduchou dostupností pro širokou veřejnost (Taipe-Nasimba et al. 2019).

Cvičení zahrnující používání pouze vlastní tělesné hmotnosti se nazývá kalistenikou a její historie sahá až do starověku. V současné době je pro cvičení využito prvků městské infrastruktury a v současné době zažívá nebývalý rozmach po celém světě, kde si získal množství příznivců a dokonce byl uskutečněn i světový šampionát. Vyznavači kalisteniky provádí složité cviky a triky spojené s akrobacií a silovou gymnastikou (Tomczykowska 2013).

## 4 Závěr

V bakalářské práci bylo hlavní myšlenkou vytvoření teoretických východisek a informací, souvisejících s výživou sportovců se zaměřením na silové sporty. Hlavním úkolem, tak bylo shromáždění aktuálních poznatků o možnostech výživy u silových sportovců, které by vedly k lepším sportovním výkonům, zlepšení kondice a zachování zdraví.

Siloví sportovci provádějící cvičení s vysokou intenzitou by měli zvýšit podíl sacharidů z běžně doporučených 50 % až na 65 % nebo dokonce 70 % s ohledem na obnovu jaterního a svalového glykogenu, neboť cukr je u sportovců vyžadován jako primární zdroj energie. Jako optimální příjem tuků je doporučováno 30 % s maximálním obsahem 10 % nasycených tuků. Siloví sportovci mají oproti běžné (nesportující nebo rekreačně sportující) populaci zvýšenou potřebu bílkovin, a to zhruba 1,7 g na 1 kg, přičemž více než 2,5 g/kg již nedokáže organismus využít. Někteří sportovci se ovšem snaží přijímat nadměrné množství bílkovin i prostřednictvím doplňků stravy, což může způsobovat zvýšenou zátěž jater, ledvin, pomalejší regeneraci nebo riziko vylučování vápníku. Zvýšenou pozornost je pak zapotřebí věnovat také pitnému režimu, který je mnohem důležitější právě u sportovců. Sportovci musí doplňovat tekutiny tak, aby jejich celková hmotnost byla zhruba 70 %. Pro kvalitní sportovní výkon je zapotřebí brát ohled také na stravu před, během a po tréninku, přičemž zejména vrcholoví, těžce trénující sportovci by měli před samotným tréninkem (1 – 3 hodiny) zkonsumovat až 300 kcal, a to ve formě zhruba 15 g bílkovin a 35g sacharidů, během tréninku 15 – 60 g sacharidů s ohledem na velikost sportovce a po tréninku do 0,2 g/kg bílkoviny a až 1,2 g/kg sacharidů a tento příjem opakovat nebo mít hlavní jídlo do dvou hodin po absolvovaném tréninku.

Je zapotřebí si v první řadě uvědomit, že k vytvoření výživového plánu nebo jídelníčku neexistuje přesný návod nebo vzorec a při určování množství jednotlivých živin je možné vycházet pouze z obecných předpokladů, nicméně každý sportovec je jedinečný, proto je zapotřebí přesné množství a dávkování konzultovat s odborníky přes sportovní výživu. Ovšem je zcela jasné, že kombinace správné výživy a správně prováděného tréninku je základem nejlepších sportovních výkonů a výsledků.

## 5 Literatura

Ali, A. Bright, L. 2009. Minerals & Exercise.

Ascherio, A. Willett, WC. 1997. Health effects of trans fatty acids, *The American Journal of Clinical Nutrition*, Volume 66, Issue 4, Pages 1006-1010,

DOI: <https://doi.org/10.1093/ajcn/66.4.1006S>

Barr, D. 2009. Two Reasons Why Your Muscles Want Super Fast Carbs. Nutrition.

Dostupné z: <https://www.elitefts.com/education/nutrition/two-reasons-why-your-muscles-want-super-fast-carbs-2/>

Berg, A., Stensitzky, A., König, D. 2014. Snižte si cholesterol: pomocí přírodních látek.

Praha: Grada. ISBN 9788024752341.

Burke, LM., Hawley, JA., Wong, SHS., Jeukendrup, AE. 2011. Carbohydrates for training and competition, *Journal of Sports Sciences*, 29:sup1, S17-

S27, DOI: 10.1080/02640414.2011.585473.

Clark, N. 2003. Nancy Clark's Sports Nutrition Guidebook. Human Kinetics Publishers, Champaign. ISBN 9780736046022.

Clark, N. 2000. Sportovní výživa: pro pěknou postavu, dobrou kondici, výkonnostní trénink. Praha: Grada. Svět kulturistiky. ISBN 80-247-9047-5.

Clarkson, PM. Haymes, EM. 1995. Exercise and mineral status of athletes: calcium, magnesium, phosphorus, and iron. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 27.6: 831-843. PMID: 7658944.

Coqueiro, AY., Rogero, MM., Tirapegui, J. 2019. Glutamine as an anti-fatigue amino acid in sports nutrition. *Nutrients*, 11.4: 863. DOI: 10.3390/nu11040863.

Cribb, PJ. 2005. US whey proteins in sports nutrition. *Applications Monograph Sports Nutrition*. US Dairy Export Council, 4.3: 1-12. Dostupné z

[https://www.researchgate.net/profile/Paul-](https://www.researchgate.net/profile/Paul-Cribb/publication/242238609_US_WHEY_PROTEINS_IN_SPORTS_NUTRITION/links/0c9605347040dc08b1000000/US-WHEY-PROTEINS-IN-SPORTS-NUTRITION.pdf)

[Cribb/publication/242238609\\_US\\_WHEY\\_PROTEINS\\_IN\\_SPORTS\\_NUTRITION/links/0c9605347040dc08b1000000/US-WHEY-PROTEINS-IN-SPORTS-NUTRITION.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Paul-Cribb/publication/242238609_US_WHEY_PROTEINS_IN_SPORTS_NUTRITION/links/0c9605347040dc08b1000000/US-WHEY-PROTEINS-IN-SPORTS-NUTRITION.pdf)

- DACH. 2015. DACH-Referenzwerte. Schweizerische Gesellschaft für Ernährung. Dostupné z [www.sge-ssn.ch/grundlagen/lebensmittel-und-naehrstoffe/naehrstoffempfehlungen/dachreferenzwerte/](http://www.sge-ssn.ch/grundlagen/lebensmittel-und-naehrstoffe/naehrstoffempfehlungen/dachreferenzwerte/)
- Dunford, M. 2010. Fundamentals of sport and exercise nutrition. Human Kinetics, Champaign. ISBN 9780736076319.
- Embleton, P a Thorne, G. 1999. Suplementy ve výživě: ucelený informativní průvodce užíváním ergogenních látek v kulturistice. Pardubice: Ivan Rudzinskyj. ISBN 80-902589-7-2.
- Eichner, ER. 1999. Muscle builder supplements. Sports Sci Exchange Roundtable, 10: 1-4. Dostupné z: [https://sites.uni.edu/dolgener/Advanced\\_Sport\\_Nutrition/Electronic%20Articles/muscle\\_builder\\_supplements\\_gssi.pdf](https://sites.uni.edu/dolgener/Advanced_Sport_Nutrition/Electronic%20Articles/muscle_builder_supplements_gssi.pdf)
- Eskici, G. 2016. The importance of vitamins for soccer players. International Journal for Vitamin and Nutrition Research. Hogrefe AG. DOI: 10.1024/0300-9831/a000245.
- Fink, HH. Mikesky, AE. 2021. Practical Applications in Sport Nutrition. Jones & Bartlett Learning. ISBN 9781284181340.
- Hálová, K. 2009. Trans nenasycené mastné kyseliny ve výživě člověka. Dostupné z: <https://zdravi.euro.cz/clanek/sestra/trans-nenasycene-mastne-kyseliny-ve-vyzive-cloveka-429776>
- Hatch, K. 2010. Indiana Association for Health, Physical Education, Recreation, and Dance, 2010, 44 s. Dostupné z: [http://www.indianashape.org/journal/J39\\_02\\_2010.pdf#page=25](http://www.indianashape.org/journal/J39_02_2010.pdf#page=25)
- Homer, M. 2020. Power, Strength & Muscular Endurance in Sport: An Explanation Dostupné z: [www.ludum.com/blog/training-plans/power-strength-muscular-endurance-in-sport-an-explanation/](http://www.ludum.com/blog/training-plans/power-strength-muscular-endurance-in-sport-an-explanation/)
- Hrnčířová, D., Rambousková, J., Blahová, A., Dlouhý, P., Floriánková, M. 2012. Výživa a zdraví. Ministerstvo vnitra. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/mze/potravin/bezpecnost-potravin/informacni-centrum-bezpecnosti-potravin/vyziva-a-zdravi.html>

- Huecker, M., Sarav, M., Pearlman, M. 2019. Protein Supplementation in Sport: Source, Timing, and Intended Benefits. *Curr Nutr Rep* 8, 382–396. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13668-019-00293-1>
- Jenkins, D., Kendall, C., Augustin, L., Franceschi, S., Hamidi, M., Marchie, A., Jenkins, AL., Axelsen, M. 2002. Glycemic index: overview of implications in health and disease, *The American Journal of Clinical Nutrition*, Volume 76, Issue 1, July 2002, Pages 266–273, DOI: <https://doi.org/10.1093/ajcn/76.1.266S>
- Jular, J. 2017. Why do we make sport: The importance of psycho-social motivations in adult sports participation. *International Journal of Marketing Studies*, 9.3: 39-49. DOI: 10.5539/ijms.v9n3p39.
- Kalač, Pavel. 2003. *Funkční potraviny: kroky ke zdraví*. České Budějovice: Dona. ISBN 80-7322-029-6.
- 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. DOI: 10.5812/asjms.34495.
- Kormis, E. 2017. *Fat and Carbohydrates: An Athlete's Guide*. Dostupné z: <https://www.westlondontrackandfield.com/news-articles/2017/2/23/fat-vs-carbohydrates-an-athletes-guide>
- Kreider, RB., Wilborn, CD., Taylor, L., Campbell, B., Almada. AL., Collins, R. 2010. ISSN exercise & sports nutrition review: research & recommendations. *J Int Soc Sports Nutr*. 7(1): 7. Dostupné z: <http://www.jissn.com/content/7/1/7>
- Kreider, RB., Wilborn, CD., Taylor, L. 2010. ISSN exercise & sport nutrition review: research & recommendations. *J Int Soc Sports Nutr* 7, 7. DOI: <https://doi.org/10.1186/1550-2783-7-7>
- Laires, MJ. Monteneiro, C. 2008. Exercise, magnesium and immune function. *Magnes Res*, 21. DOI: 10.1684/mrh.2008.0136.
- Lehnert, M. 2020. *Teorie a didaktika sportovního tréninku*. Dostupné z: <https://publi.cz/books/148/01.html>
- Leśniewicz, A. 2016. Mineral composition and nutritive value of isotonic and energy drinks. *Biological trace element research*, 170.2: 485-495. DOI: 10.1007/s12011-015-0471-8.

- Mach, I. 2017. Sportovní výživa do kapsy: nejen pro fitness a kulturistiku. Grada Publishing. ISBN 978-80-271-0511-3.
- Mandelová, L. a Hrnčířiková, I. 2007. Základy výživy ve sportu. Brno: Masarykova univerzita. ISBN 978-80-210-4281-0.
- Maughan, JR. Burke, L. 2006. Výživa ve sportu: příručka pro sportovní medicínu. 1. české vyd. Praha: Galén. ISBN 80-726-2318-4.
- Maughan, JR., King, SD., Lea, T. 2004. Dietary supplements. *Journal of sports sciences*, 22.1: 95-113. DOI: <https://doi.org/10.1080/0264041031000140581>
- Mero, A. 1999. Leucine supplementation and intensive training. *Sports Medicine*, 27.6: 347-358. DOI: <https://doi.org/10.2165/00007256-199927060-00001>
- Mettler, S. 2020. Food Pyramids in Sports Nutrition.
- Mielgo, AJ. 2015. Evaluation of nutritional status and energy expenditure in athletes. *Nutr Hosp.*, 31(3), 227-236. ISSN 0212-1611.
- Misra, A. Dhurandhar, NV. 2019. Current formula for calculating body mass index is applicable to Asian populations. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41387-018-0070-9>
- Nabiha, R. 2012. Branched Chain Amino Acids: Effect on Health and Meal Pattern. LAP LAMBERT Academic Publishing. ISBN 9783659268144.
- National Heart, Lung, and Blood Institute, 1998. Clinical guidelines on the identification, evaluation and treatment of overweight and obesity in adults: The evidence report. *Obesity Research*, 6, (Suppl 2), 51-209.
- Pasiakos, SM., McLellan, TM., Lieberman, HR. 2015. The Effects of Protein Supplements on Muscle Mass, Strength, and Aerobic and Anaerobic Power in Healthy Adults: A Systematic Review. *Sports Med* 45, 111–131. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0242-2>
- Pavluch, L. Frolíková, K. 2003. Osobní trenér: cvičíme ve fitness centru. Grada Publishing. ISBN 9788024765662.
- Prentice, AM., Jebb, AS. 2001. Beyond body mass index. *Obesity reviews*, 2.3: 141-147. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1467-789x.2001.00031.x>
- Semenova, NV., Lyapin, VA., Vasilevskaya, ES., Gotvald, AR., Elokhova, YA. 2017. Vitamin-mineral correction of athletes' food ration. Педагогико-психологические и



медико-биологические проблемы физической культуры и спорта, 12 (1 (eng), 128-135. DOI: 10.14526/01\_2017\_197.

Shimomura, Y., Murakami, T., Nakai, N., Nagasaki, M., Harris. 2004. Exercise promotes BCAA catabolism: effects of BCAA supplementation on skeletal muscle during exercise. *The Journal of nutrition*, 134 (6), 1583-1587. DOI: <https://doi.org/10.1093/jn/134.6.1583S>

Shruti, P. Vasudeva, S. 2013. Nutritional needs of athletes. *Pedagogics, psychology, medical-biological problems of physical training and sports*, (4), 88-92. DOI: 10.6084/m9.figshare.691079.

Shukla, AK. 2009. Macro role of micronutrients. *Indian Journal of Fertilisers*, 5.5: 11-30. ISSN: 0973-1822.

Scheck, A. 2019. Fats in sports nutrition. Position of the working group sports nutrition of the German Nutrition Society (DGE). *Ernahrungs Umschau* 66.9: 181-188. Dostupné z:

[https://www.ernaehrungs-umschau.de/fileadmin/Ernaehrungs-Umschau/pdfs/pdf\\_2019/09\\_19/EU09\\_2019\\_DGE\\_engl.pdf](https://www.ernaehrungs-umschau.de/fileadmin/Ernaehrungs-Umschau/pdfs/pdf_2019/09_19/EU09_2019_DGE_engl.pdf)

Skolnik, H. Chernus, A. 2011. *Výživa pro maximální sportovní výkon: správně načasovaný jídelníček*. Grada Publishing. ISBN: 978-80-247-3847-5.

Slater, G. Phillips, MS. 2011. Nutrition guidelines for strength sports: Sprinting, weightlifting, throwing events, and bodybuilding, *Journal of Sports Sciences*, 29:sup1, S67-S77, DOI: 10.1080/02640414.2011.574722.

Slater, G. Phillips, SM. 2011. Nutrition guidelines for strength sports: Sprinting, weightlifting, throwing events, and bodybuilding, *Journal of Sports Sciences*, 29:sup1, S67-S77, DOI: 10.1080/02640414.2011.574722.

Stecker, RA., Harty, PS., Jagim, AR. 2019. Timing of ergogenic aids and micronutrients on muscle and exercise performance. *J Int Soc Sports Nutr* 16, 37. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12970-019-0304-9>

Stellingwerff, T., Maughan, JR., Burke, LM. 2011. Nutrition for power sports: Middle-distance running, track cycling, rowing, canoeing/kayaking, and swimming, *Journal of Sports Sciences*, 29:sup1,79-89, DOI: 10.1080/02640414.2011.589469, Dostupné z:

<https://shapeamerica.tandfonline.com/action/showCitFormats?doi=10.1080%2F02640414.2011.589469>

Taipe-Nasimba, N., Peris-Delcampo, D., Cantón, E. 2019. Motives for sports practice, psychological well-being and immigration in Street Workout practitioners. *Revista de psicología del deporte*, 28.2: 135-142. Dostupné z:

<https://revistes.uab.cat/rpd/article/view/v28-n2-taipe-peris-canton>

Thomas, DT., Burke, LM., Erdman, KA. 2016. Nutrition and Athletic Performance, *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 48(3): 543-568,

DOI: 10.1249/MSS.0000000000000852.

Thompson, JJ. Manore, M. 2012. Nutrition for life. Pearson Higher Ed. DOI:

<https://doi.org/10.1146/annurev-anchem-061516-045212>

Tomczykowska, P. 2013. The modern face of calisthenics. Street Workout as a new discipline of sport. *Journal of Health Sciences*, 3.11: 011-020. ISSN: 1429-9623.

Valenta, R. a Dorofeeva, Y. 2018. Sport nutrition: the role of macronutrients and minerals in endurance exercises. *Foods and Raw materials*, 6 (2), 403 DOI:

<http://doi.org/10.21603/2308-4057-2018-2-403-412> -412

Vilikus, Z. 2017. Vliv beta-hydroxymetylbutyrátu na sportovní výkon. *Medicina Sportiva Bohemica et Slovaca*, 26.4.

Vilikus, Z. 2015. Výživa sportovců a sportovní výkon. 2. vydání. Praha: Univerzita Karlova v Praze, nakladatelství Karolinum. ISBN 978-802-4631-523.

Votík, J. 2016. Fotbal – trénink budoucích hvězd: druhé, doplněné vydání. Grada Publishing, ISBN 9788027195435.

Wilborn, C. 2008. Nutritional Supplements for Strength Power Athletes. In: *Nutritional Supplements in Sports and Exercise*. Humana Press. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-1-59745-231-1\\_10](https://doi.org/10.1007/978-1-59745-231-1_10)

Willett, WC. 2012. Dietary fats and coronary heart disease. *Journal of International Medicine*, 272(1). DOI: 10.1111/j.1365-2796.2012.02553.x

Williams, MH. 2005. Dietary supplements and sports performance: minerals. *J Int Soc Sports Nutr*. 2(1): 43–9. DOI: <https://doi.org/10.1186/1550-2783-2-1-43>

Willoughby, DS. 2008. Creatine supplementation in strength-power sports.  
In: Essentials of creatine in sports and health. Humana Press. p. 25-44. DOI:  
[https://doi.org/10.1007/978-1-59745-573-2\\_2](https://doi.org/10.1007/978-1-59745-573-2_2)

Wood, R. 2019. Top Strength and Power Sports. Dostupné z:  
<https://www.topendsports.com/fitness/top-sport-strength.htm>

Zákon č. 110/1997 Sb., Zákon o potravinách a tabákových výrobcích. Dostupné z:  
<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1997-110>