

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra mikrobiologie, výživy a dietetiky**



**Česká zemědělská  
univerzita v Praze**

**VÝŽIVA A DOPLŇKY STRAVY PŘI BOJOVÝCH  
SPORTECH**

**Bakalářská práce**

**Kristýna Čočková**

**Výživa a potraviny (NUTRIB)**

**Ing. Mgr. Diana Chrpová, Ph.D.**

© 2022 ČZU v Praze

## **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Výživa a doplňky stravy při bojových sportech" jsem vypracovala 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 autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 22.4.2022

---



## **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Mgr. Dianě Chrpové Ph.D. za vedení práce a její shovívavost. Dále bych ráda poděkovala sportovcům, kteří mi poskytli své údaje a strávili svůj osobní čas zaznamenáváním potřebných hodnot a vyplňováním dotazníků.

# Výživa a doplňky stravy při bojových sportech

## Souhrn

Bojovými sporty se rozumí soutěžní kontaktní sporty, ve kterých se objevuje intermitentní sportovní výkon s vysokou intenzitou, a pro jeho podporu je vhodná specifická výživa a doplňky stravy.

V rešerši byly charakterizovány základní údaje o makronutrientech, konkrétně jejich struktura, trávení, vstřebávání a metabolismus. Energetická bilance je nastavována dle cíle redukovat, udržovat nebo zvyšovat hmotnost. Vhodný trojpoměr makronutrientů se v rámci různých fází sezóny může lišit. Doporučované rozmezí zastoupení proteinů v trojpoměru makronutrientů je 10-35 %, případně 1,2-2 g/kg tělesné hmotnosti v přípravné fázi a 1,8-2,7 g/kg v redukční fázi. Zastoupení lipidů se pohybuje v rozmezí 25-35 % denního energetického příjmu. Naopak sacharidy zastupují největší část, a to 45-65 % z celkového energetického příjmu, v přepočtech na kilogram hmotnosti je rozmezí 4-12 g/kg.

Načasování příjmu stravy v rámci tréninkového plánu je zásadní především pro kompenzaci při zátěži spotřebovaného svalového glykogenu a ke zvýšení svalové hypertrofie. Výživa před zatížením by měla být načasována přibližně 3-4 hodiny před tréninkem, případně dle preferencí. Výživa během zatížení je v bojových sportech nezásadní, naopak výživa po zátěži je nejzásadnější. Nejeftektivnější se ukázal příjem sacharidů v množství 1 g/kg a proteinů s optimální dávkou 20-40 g do jedné hodiny po tréninkové jednotce.

V oblasti suplementace byly probrány doplňky s pozitivním vlivem na sportovní výkon. Syrovátkový protein je nejznámějším a nejužívanějším doplňkem stravy, který je nejvhodnější právě po tréninkové jednotce. Kofein je další užívanou látkou, především ve formě energetických nápojů, které ovšem neobsahují adekvátní množství kofeinu pro pozitivní vliv na sportovní výkon. Kreatin a  $\beta$ -alanin se jeví jako velmi přínosné doplňky i na amatérské závodní úrovni. Ovšem je nutné se řídit protokoly užívání, především u kreatinu, který může ovlivňovat zadržování vody a tím i předzápasovou redukci hmotnosti. Hydroxymethylbutyrát byl shledán vhodnější pro netrénované jedince, či jedince po tréninkové pauze. U bikarbonátu sodného bylo naznačena vyšší míra vedlejší účinků, vhodný je tedy individuální návyk. Posledním vybraným doplňkem stravy se stal Kotvičnick zemi (*Tribulus terrestris*), který nedostal svých primárně vyzdvížených pozitiv.

Spánek byl velmi zásadním bodem, jelikož ovlivňuje řadu procesů v těle, jako regeneraci, tělesnou hmotnost, imunitu nebo hormonální hladinu, což dále ovlivňuje sportovní výkon. Téma mikrobiom je jedním z nejaktuálnějších témat ve vědecké obci, a přestože je jeho výzkum v počátku, byl prokázán jeho vliv na nejednu oblast lidského těla. Ze sportovního hlediska mikrobiom ovlivňuje člověka ve vstřebávání živin, imunitě, vyprazdňování, celkovém zdraví a svou endokrinní funkcí. Také správně nastavený pitný režim je důležitý z hlediska bojových sportů, jelikož je velkou součástí předzápasové redukce hmotnosti, která se často stala pouze krátkodobou záležitostí. Právě v krátkodobé redukci byl vyvážený jídelníček a pitný režim podmínkou, jelikož při ní docházelo k jejich přenastavení pro krátkodobé snížení váhy, aby sportovec navázil potřebnou hmotnost do váhové kategorie.

**Klíčová slova:** suplementace, spánek, mikrobiom, redukce hmotnosti

# Nutrition and food supplements for martial arts

## Summary

Combat sports are competitive contact sports which contain intermittent high-intensity physical activity, appropriate performance support can be specific nutrition and dietary supplements.

In this review, basic data on macronutrients were characterized, specifically their structure, digestion, absorption and metabolism. The energy balance is adjusted according to the goal of reducing, maintaining or increasing weight. The appropriate triple ratio of macronutrients may vary within different phases of the season. The recommended range of protein representation in the macronutrient triple ratio is 10-35 %, or 1,2-2 g/kg body weight in the preparation phase and 1,8-2,7 g/kg in the reduction phase. Fat representation is in the range of 25-35 % of daily energy intake. On the other hand, carbohydrates represent the largest part, 45-65 % of the total energy intake, with a range of 4-12 g per kilogram of body weight.

The timing of dietary intake within the training plan is essential, especially as compensation of muscle glycogen consumed during exercise and to increase muscle hypertrophy. Pre-exercise nutrition should be timed approximately 3-4 hours before to training, or as preferred. Nutrition during exercise is insignificant in combat sports compare to nutrition after exercise. Carbohydrate intake of 1 g/kg and protein intake with an optimal dose of 20-40 g within one hour after the training unit has proven to be the most effective.

In the area of supplementation, supplements with a positive effect on athletic performance were discussed. Whey protein is the best known and most widely used dietary supplement, and it is the most suitable just after the training unit. Caffeine is another substance used, mainly in the form of energy drinks, but these do not contain adequate amounts of caffeine for a positive effect on sports performance. Creatine and  $\beta$ -alanine have been shown to be very beneficial supplements even in amateur competition level. However, it is necessary to follow the protocols of use, especially for creatine, which may affect water retention and thus pre-fight weight loss. Hydroxymethylbutyrate was found to be more suitable for untrained individuals or individuals after a training break. Sodium bicarbonate has been suggested to have a higher rate of side effects, so individual habituation is appropriate. The last dietary supplement selected was *Tribulus terrestris*, which did not live up to its primary highlighted positives.

Sleep was a very crucial point as it affects many processes in the body such as recovery, body weight, immunity or hormone levels, which further affects athletic performance. The topic of the microbiome is one of the hottest topics in the scientific community, and although its research is in its early stages, its influence on more than one area of the human body has been demonstrated. From an athletic perspective, the microbiome influences humans in nutrient absorption, immunity, defecation, overall health and by its endocrine function. Also, a proper drinking regime is important for fighters, as it is a big part of pre-fight weight loss, which has often become a short-term affair. In short-term weight loss, balanced diet and drinking regime is a requirement, as they are readjusted during the reduction, to bring the athlete up to the required weight category.

**Keywords:** supplementation, sleep, microbiome, weight reduction

# Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod</b>	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>Cíl práce</b>	<b>11</b>
<b>3</b>	<b>Vybrané bojové sporty</b>	<b>12</b>
<b>3.1</b>	<b>Kickbox</b>	<b>12</b>
<b>3.2</b>	<b>Brazilské Jiu-jitsu (JJ)</b>	<b>12</b>
<b>3.3</b>	<b>Mixed Martial Art (MMA)</b>	<b>12</b>
<b>4</b>	<b>Základní pojmy</b>	<b>13</b>
<b>4.1</b>	<b>Trávení</b>	<b>13</b>
<b>4.2</b>	<b>Vstřebávání</b>	<b>13</b>
<b>5</b>	<b>Metabolismus makronutrientů</b>	<b>16</b>
<b>5.1</b>	<b>Proteiny</b>	<b>17</b>
5.1.1	Struktura	17
5.1.2	Metabolismus	18
5.1.2.1	Katabolismus	18
5.1.2.2	Anabolismus	23
5.1.3	Dusíková bilance	27
5.1.4	Biologická hodnota bílkovin (BH)	28
<b>5.2</b>	<b>Lipidy</b>	<b>28</b>
5.2.1	Struktura	28
5.2.2	Metabolismus	28
5.2.2.1	Trávení a vstřebávání	28
5.2.2.2	Aktivace a katabolismus	30
5.2.2.3	Anabolismus	33
<b>5.3</b>	<b>Sacharidy</b>	<b>34</b>
5.3.1	Struktura	34
5.3.2	Metabolismus	35
5.3.2.1	Katabolismus sacharidů	36
5.3.2.2	Anabolismus sacharidů	39
5.3.3	Glykemický index (GI) a Glykemická nálož (GN)	41
<b>5.4</b>	<b>Citrátový cyklus (Krebsův cyklus)</b>	<b>43</b>

<b>6</b>	<b>Energie a makronutrienty.....</b>	<b>44</b>
<b>6.1</b>	<b>Energetická bilance.....</b>	<b>44</b>
6.1.1	Výdej energie.....	44
<b>6.2</b>	<b>Trojpoměr živin.....</b>	<b>44</b>
6.2.1	Proteiny.....	44
6.2.2	Lipidy.....	46
6.2.3	Sacharidy.....	46
<b>6.3</b>	<b>Energetické krytí zátěže.....</b>	<b>48</b>
6.3.1	Rychlostní zátěž.....	48
6.3.2	Rychlostně-vytrvalostní zátěž.....	48
6.3.3	Krátkodobá vytrvalostní zátěž.....	49
6.3.4	Střednědobá vytrvalostní zátěž.....	49
6.3.5	Dlouhodobá vytrvalostní zátěž.....	50
6.3.6	Silová zátěž.....	51
<b>7</b>	<b>Doplňky stravy.....</b>	<b>52</b>
<b>7.1</b>	<b>Proteinové přípravky.....</b>	<b>52</b>
7.1.1	Syrovátkový (whey) protein.....	52
7.1.2	Kaseinové proteiny.....	55
7.1.3	Druh, dávkování, příprava proteinových doplňků.....	55
<b>7.2</b>	<b>Kofein.....</b>	<b>56</b>
<b>7.3</b>	<b>β-alanin.....</b>	<b>57</b>
<b>7.4</b>	<b>Kreatin.....</b>	<b>59</b>
<b>7.5</b>	<b>Hydroxymethylbutyrát (HMB).....</b>	<b>61</b>
<b>7.6</b>	<b>Bikarbonát sodný.....</b>	<b>63</b>
<b>7.7</b>	<b>Kotvičník zeminí (Tribulus terrestris).....</b>	<b>65</b>
<b>7.8</b>	<b>Cyklování suplementů.....</b>	<b>65</b>
<b>8</b>	<b>Výživa.....</b>	<b>67</b>
<b>8.1</b>	<b>Výživa před zatížením.....</b>	<b>67</b>
<b>8.2</b>	<b>Výživa během zatížení.....</b>	<b>67</b>
<b>8.3</b>	<b>Výživa po zatížení.....</b>	<b>68</b>
<b>8.4</b>	<b>Vybrané dietární styly.....</b>	<b>68</b>
8.4.1	Veganská strava.....	68
8.4.2	Paleo strava.....	69

<b>9</b>	<b>Střevní mikrobiom a probiotika .....</b>	<b>70</b>
<b>9.1</b>	<b>Endokrinní funkce mikrobiomu .....</b>	<b>70</b>
<b>9.2</b>	<b>Makronutrienty a probiotika .....</b>	<b>71</b>
9.2.1	Aminokyseliny .....	71
9.2.2	Lipidy .....	71
9.2.3	Maltodextrin .....	72
<b>9.3</b>	<b>Vhodné potraviny při požití probiotik .....</b>	<b>72</b>
<b>9.4</b>	<b>Zdraví sportovce a probiotika .....</b>	<b>72</b>
<b>10</b>	<b>Pitný režim .....</b>	<b>74</b>
<b>10.1</b>	<b>Předtréninková hydratace .....</b>	<b>74</b>
<b>10.2</b>	<b>Hydratace během tréninku .....</b>	<b>75</b>
<b>10.3</b>	<b>Potréninková hydratace .....</b>	<b>75</b>
<b>11</b>	<b>Spánek .....</b>	<b>76</b>
<b>11.1</b>	<b>Tělesná hmotnost a spánek .....</b>	<b>76</b>
<b>11.2</b>	<b>Hormonální hladiny a spánek .....</b>	<b>76</b>
<b>11.3</b>	<b>Kvalita spánku u zápasníků v brazilském Jiu-jitsu .....</b>	<b>78</b>
<b>11.4</b>	<b>Spánek po otřesu mozku .....</b>	<b>78</b>
<b>11.5</b>	<b>Ovlivnění spánku makronutrienty .....</b>	<b>79</b>
<b>11.6</b>	<b>Doporučení pro kvalitní spánkovou hygienu .....</b>	<b>79</b>
<b>12</b>	<b>Předzápasová redukce hmotnosti .....</b>	<b>81</b>
<b>12.1</b>	<b>Ukazatele .....</b>	<b>81</b>
<b>12.2</b>	<b>Strategie .....</b>	<b>82</b>
12.2.1	Glykogen .....	83
12.2.2	Střevní obsah .....	84
12.2.3	Tělní tekutina .....	84
12.2.4	Manipulace s příjmem a výdejem tekutin .....	84
12.2.5	Doplňky stravy během předzápasové redukce váhy .....	86
12.2.6	Rehydratace a výživa po vážení .....	86
12.2.7	Zhodnocení .....	88
<b>12.3</b>	<b>Dopad na psychiku .....</b>	<b>88</b>
<b>12.4</b>	<b>Dopad na zdravotní stav .....</b>	<b>88</b>
<b>12.5</b>	<b>Dopad na sportovní výkon .....</b>	<b>89</b>
<b>12.6</b>	<b>Postupy předcházející rychlému snižování váhy .....</b>	<b>89</b>

<b>12.7</b>	<b>Metabolická rehabilitace .....</b>	<b>89</b>
<b>13</b>	<b>Případové studie .....</b>	<b>90</b>
<b>13.1</b>	<b>Dělení sportovců na soutěžích .....</b>	<b>90</b>
<b>13.2</b>	<b>Rozbor případových studií.....</b>	<b>91</b>
<b>14</b>	<b>Závěr .....</b>	<b>94</b>
<b>15</b>	<b>Literatura .....</b>	<b>96</b>
<b>16</b>	<b>Samostatné přílohy .....</b>	<b>I</b>
<b>16.1</b>	<b>Příloha I.....</b>	<b>I</b>
16.1.1	Výpočty .....	III
16.1.2	Jídelníček záznamový, vzorový .....	VI
<b>16.2</b>	<b>Příloha II.....</b>	<b>X</b>
16.2.1	Výpočty .....	XII
16.2.2	Jídelníček záznamový, vzorový .....	XV
<b>16.3</b>	<b>Příloha III .....</b>	<b>XIX</b>
16.3.1	Výpočty .....	XXII
16.3.2	Jídelníček záznamový, vzorový .....	XXVI
<b>16.4</b>	<b>Příloha IV.....</b>	<b>XXXIII</b>
16.4.1	Výpočty .....	XXXVI
16.4.2	Jídelníček záznamový, vzorový .....	XXXIX
<b>16.5</b>	<b>Příloha V .....</b>	<b>XLIII</b>

# 1 Úvod

Výživa a suplementace je velmi rychle se rozvíjející obor, který ve sportovním světě stále nabírá na důležitosti. Vzhledem k nárůstu popularity bojových sportů, se ve sportovní přípravě klade větší důraz na výživu a zdravý životní styl. Právě díky správně nastavenému a vyváženému jídelníčku mohou sportovci ovlivnit své sportovní výkony a konkrétně v bojových sportech si mohou usnadnit předzápasovou redukci hmotnosti do své váhové kategorie. Tato skutečnost neplatí jen pro elitní sportovce, ale i pro amatérskou populaci, která roste o celou škálu různých věkových skupin.

Vzhledem ke skutečnosti, že se bojovými sporty zabývám téměř 8 let a přicházím do úzkého kontaktu se sportovci na různých úrovních, jsem viděla v tomto tématu potenciál, který je aplikovatelný a užitečný. Variabilita jedinců v bojových sportech je obrovská, největší část je samozřejmě zastoupena amatéry, nebo amatérskými závodníky, menší skupinou jsou reprezentační závodníci, u kterých je frekvence tréninků podstatně vyšší, a samozřejmě nejužší skupinou jsou vrcholoví sportovci. Právě díky těmto odlišnostem vidím podstatu i v populárních tématech jako spánek, mikrobiom nebo pitný režim, kterými se běžná populace moc nezabývá.

V oblasti bojových sportů dochází, k již zmíněné předzápasové redukci hmotnosti, která se v případě špatného přístupu může stát nebezpečnou. Bohužel i v dnešní době je možné se setkat s velkou neuváženou krátkodobou redukcí, která může eskalovat až v úmrtí (např. Leandro Souza nebo Yang Jian Bing).



## **2 Cíl práce**

Cílem práce bylo vytvořit ucelený přehled základních poznatků o sportovní výživě, doplňcích stravy a životním stylu se zaměřením na bojové sporty, ve kterých je důraz kladen i na předzápasovou úpravu hmotnosti. Také bylo namístě diskutovat propojení fyzického zatížení a výživy, případně vybraných dietárních stylů. Pro aktuálnost tématu bylo vhodné vyzdvihnout i, často sportovci opomíjená odvětví, jako spánek, mikrobiom, pitný režim atp. Také bylo namístě diskutovat základní informace o fungování těla – trávení, vstřebávání a metabolismus.

### 3 Vybrané bojové sporty

Bojovými sporty se rozumí soutěžní kontaktní sport, ve kterém dle soutěžních pravidel soupeři dva protivníci. Většina bojových sportů klasifikuje zápasníky dle věkových a váhových kategorií, případně i dle technického stupně, pro minimalizaci rozdílů mezi soupeři. Většina těchto sportů se obsahuje přerušovaný výkon a vysokou intenzitu. (Januszko & Lange 2021)

#### 3.1 Kickbox

Kickbox je moderní bojový sport, který má kořeny v několika bojových stylech, jako karate, box, taekwondo, thaibox atd. Jak z názvu vyplývá, jedná se o sport, při kterém se využívají techniky kopů (použití nohou) a úderů (použití rukou) (Svoboda 2012).

ČSK 2022 jednotlivé styly kickboxu dělí na Plnokontaktní disciplíny (podkategorie: Fullcontact – FC, Low-kick – LK a K1), Polokontaktní disciplíny (podkategorie: Pointfighting – PF, Kick-light – KL, Lightcontact – LC a Kalaki) a Musical forms.

Jednotlivé disciplíny jsou rozlišené nejen pravidly, ale i oblečením, vybavením a umístěním. Zápas plnokontaktních disciplín probíhá v ringu, naopak polokontaktní disciplíny a musical forms probíhá na vymezené ploše tatami. Při zápasech jsou jednotliví účastníci dělení dle věkové a váhové kategorie (dále v kapitole 13). (ČSK 2022)

#### 3.2 Brazilské Jiu-jitsu (JJ)

Jiu-jitsu v doslovném překladu znamená měkké umění, oproti ostatním zmiňovaným bojovým sportům či uměním je JJ velmi tradiční. Přesný původ nelze určit, ale v Japonsku bylo zavedeno již v 17. století, kdy proti sobě bojovaly nepřátelské rody a bylo využíváno jako doplněk boje s mečem. Poté se rozšířilo do celého světa, především do Brazílie, odkud známe moderní brazilské jiu-jitsu. (Evan Meehan 2020)

V BJJ se na rozdíl od ostatních zmiňovaných sportů zápasí v tradičním kimonu, zvané GI, které má dané parametry pro materiál, barvu, rozměry a pásek. Během zápasu se používají techniky hodů, pák, držení, škrcení apod. BJJ zápasníci jsou rozdělení do kategorií nejčastěji dle věkové kategorie, technického stupně (systém páskování) a váhové kategorie. (IBJJF 2021)

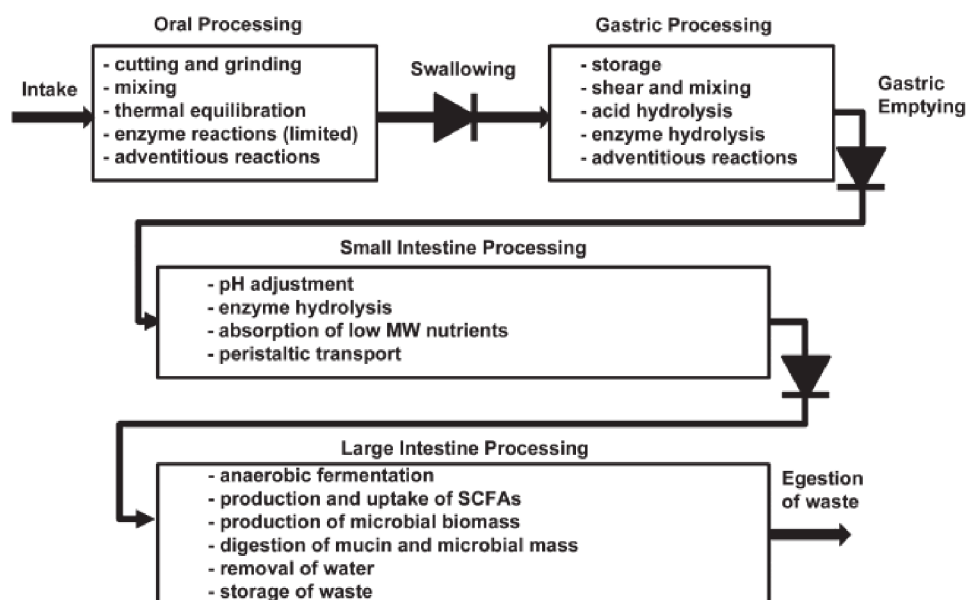
#### 3.3 Mixed Martial Art (MMA)

Mixed Martial Art (MMA) neboli smíšené bojové umění je nejrychleji se rozvíjející sport na světě. Současné MMA se stalo celosvětově nejznámější díky soutěži UFC (The Ultimate Fighting Championship), která odstartovala v roce 1993. Jde o velmi komplexní sport, ve kterém jsou zahrnuté techniky thajského boxu, juda, brazilského jiu-jitsu, boxu a kickboxu (IMMAF 2021), tedy jednoduše řečeno zápas má tři úrovně – boj v postoji, zápas a boj na zemi (Wikipedia 2022). Tak jako výše zmíněné bojové sporty mají zápasníci pravidly dané oblečení, výstroj a jsou rozdělení podle váhových kategorií, ovšem nikoliv dle věku. (IMMAF 2021)

## 4 Základní pojmy

### 4.1 Trávení

Trávení je proces mechanického a chemického zpracování přijaté potravy. Mechanické zpracování neboli rozmělnění potravy je zajišťováno postupným průchodem trávicím traktem. Nejdříve dochází ke zpracování potravy v ústech pomocí zubů a jazyku. Navazuje polknutí neboli posun sousta přes hltan do žaludku, kde dochází k mísení potravy s trávicími šťávami. Po průchodu žaludkem je trávenina peristaltickým pohybem posouvána ve střevě a trávena. Konečným produktem je stolice čili nestrávené zbytky potravy. Chemické zpracování potravy je zajišťováno trávicími šťávami, které jsou produkovány žlázami trávicího traktu. Jejich uvolňování je řízeno zejména reflexně, působením na dráždivá čidla (např. chuťová, čichová nebo zraková). Během celého procesu trávení dochází k souběžnému chemickému i mechanickému zpracování. Chemicky dochází k vyplavení trávicích šťáv a mechanicky ke smísení s potravou. (Dylevský 2019) Přehled trávení lze vidět na Obr. 1.



Obr. 1: Přehled trávení jako procesu (Boland 2016)

### 4.2 Vstřebávání

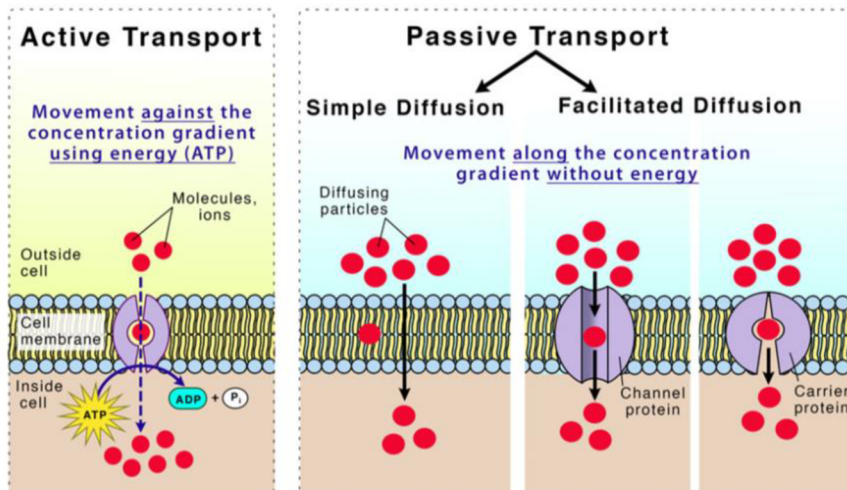
Vstřebání neboli resorpce je proces probíhající v trávicí trubici. Dochází k resorpci látek rozštěpených během trávení pomocí dvou možných mechanismů (Obr. 2):

1. Aktivní resorpce

Jedná se o řízený průchod látek přes epitel tenkého střeva do krevního oběhu, nebo lymfatického oběhu (vitamíny, chylomikrony ≈ tukové kapénky).

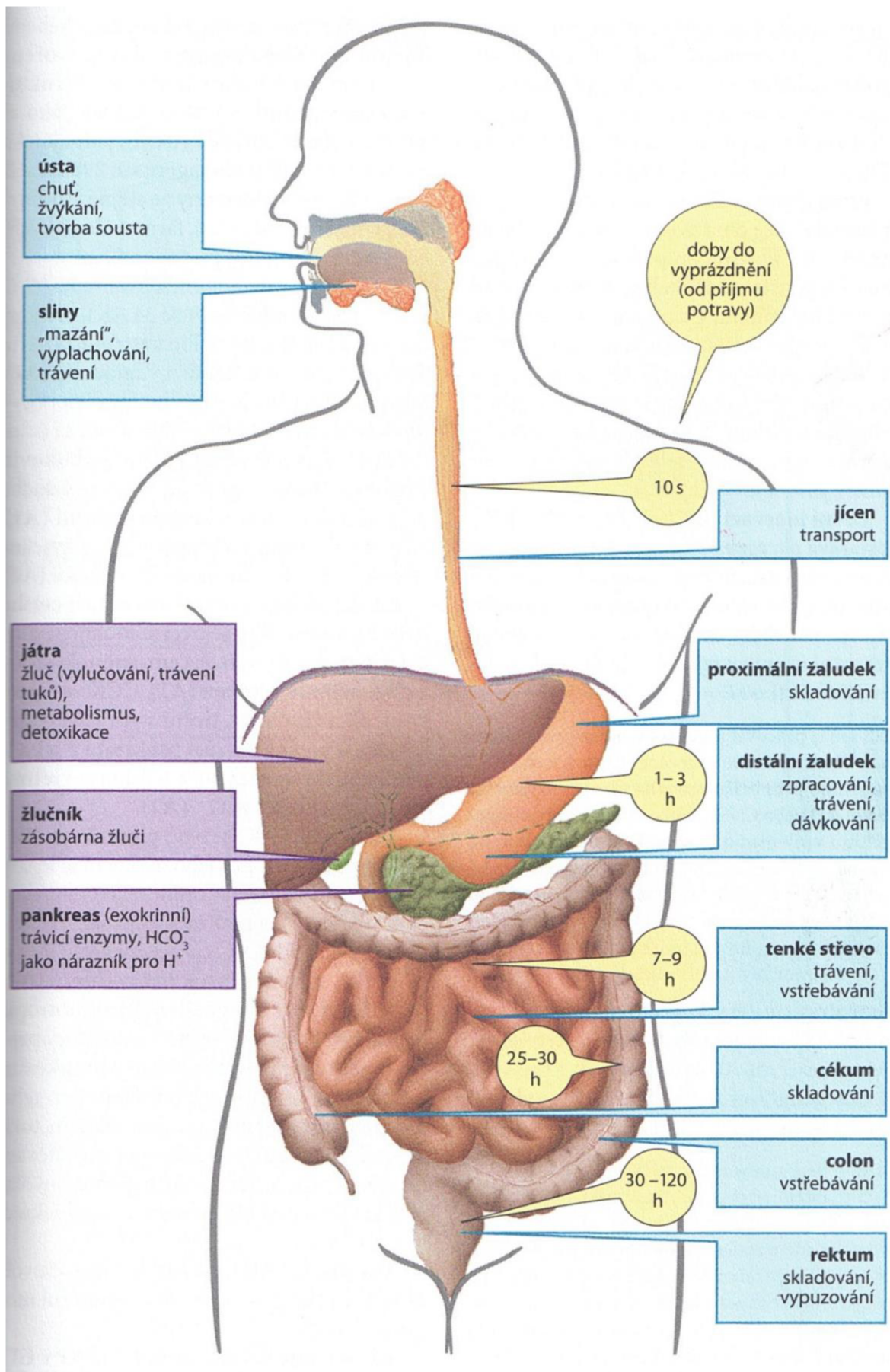
2. Pasivní resorpce

Jedná se o volný průchod látek přes epitel trávicí trubice (alkohol, léky, vodné roztoky). (Dylevský 2019)



**Obr. 2:** Aktivní a pasivní transport (Science Facts 2021)

Rychlost průchodu potravy trávicím systémem, vstřebání a trávení, je závislá na složení potravy (Silbernagl & Despopoulus 2016). Propojení vstřebávání a trávení v gastrointestinálním traktu (GIT) lze vidět na Obr. 3.

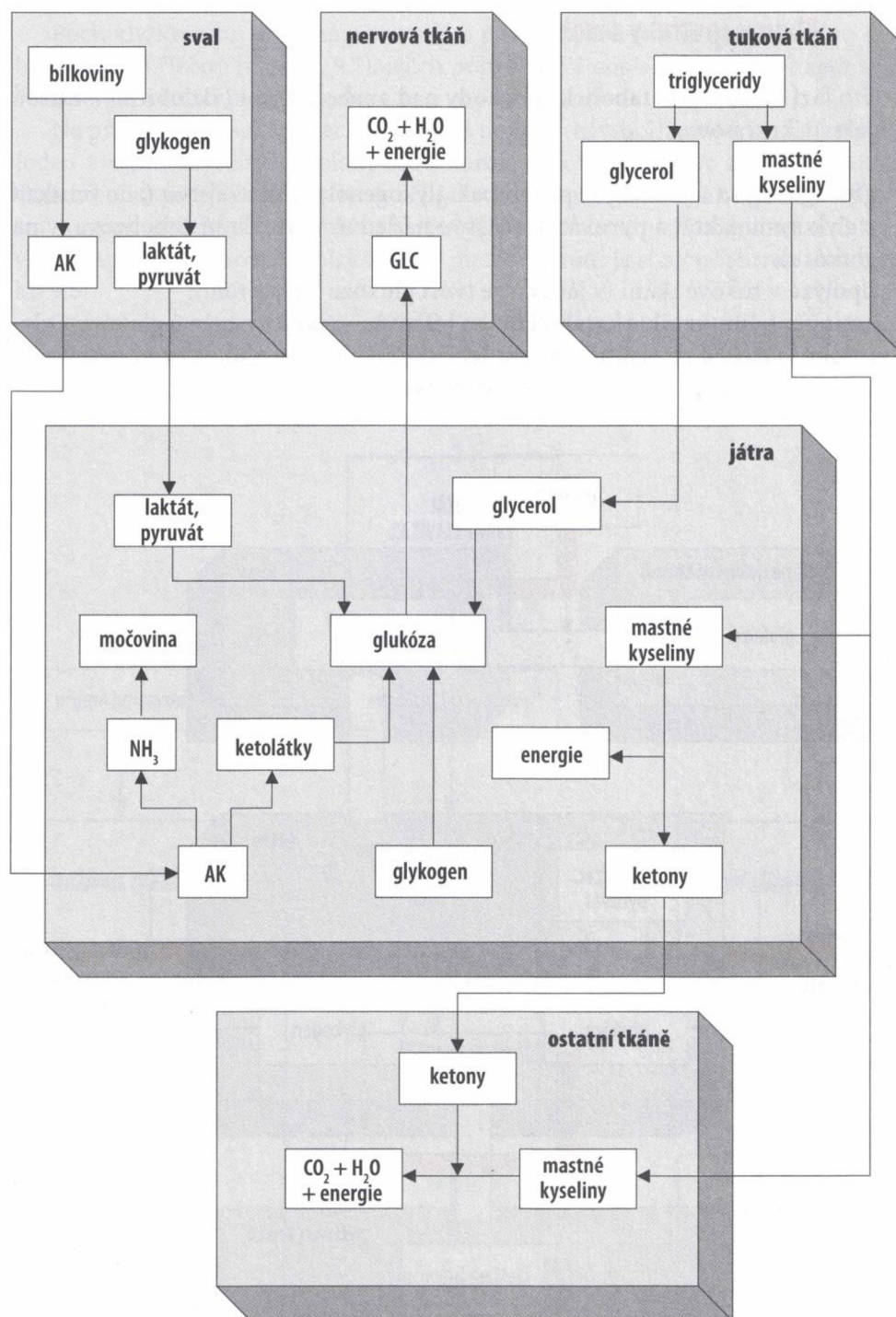


**Obr. 3:** Funkce orgánů gastrointestinálního traktu (Silbernagl & Despopoulus 2016)



## 5 Metabolismus makronutrientů

Esenciálními makronutrienty jsou sacharidy, proteiny a lipidy, jejich metabolické pochody lze vidět na Obr. 4. Z těchto komponentů lidské tělo získává energii. Pro udržení dlouhověkosti a zdraví je třeba tyto komponenty správně v jídelníčku nakombinovat a současně zvolit vhodný zdroj. (Venn 2020)

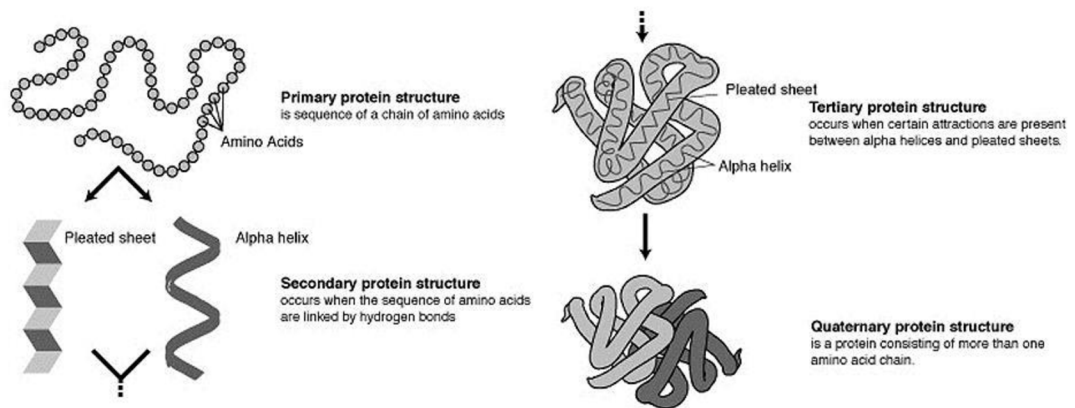


**Obr. 4:** Schéma základních metabolických pochodů ve fázi spotřeby zásob (GLC – glukóza, AK – aminokyseliny) (Kittnar & Mlček 2009)

## 5.1 Proteiny

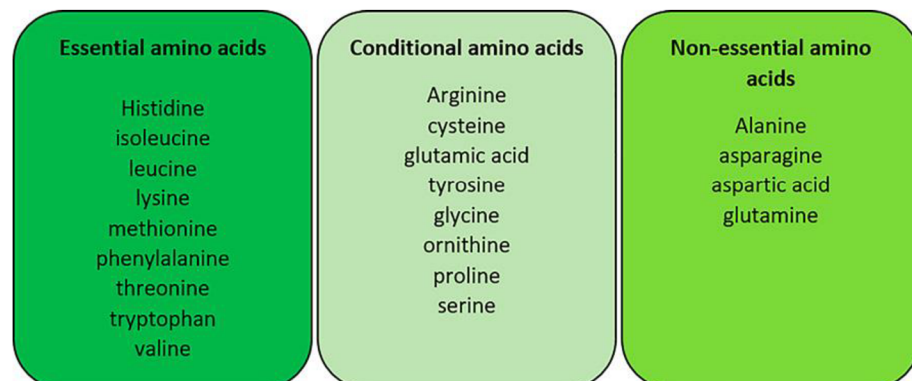
### 5.1.1 Struktura

“Proteiny jsou biopolymery složené z jednoho nebo více polypeptidových řetězců, obsahujících sto až několik tisíc aminokyselinových zbytků.“ (Kodíček et al. 2018) Primární struktura proteinů je sekvence proteinogenních aminokyselin, které se spojují peptidovou vazbou (-CO-NH-) do polypeptidového řetězce. Sekundární struktura určuje prostorové uspořádání sobě blízkých krátkých aminokyselinových řetězců ( $\alpha$ -helix a  $\beta$ -list), zatímco terciální struktura určuje prostorové uspořádání vzdálených aminokyselinových řetězců, tzn. trojrozměrnou konformaci. (Murray 2012) Vzhledem ke skutečnosti, že většinu funkčních proteinů netvoří jen jeden polypeptidový řetěz, ale více polypeptidových jednotek a další nepolypeptidové části, tak jejich prostorové uspořádání nazýváme kvartérní strukturou (Kodíček et al. 2018). Jednotlivé struktury proteinů lze vidět na Obr. 5.



Obr. 5: Struktura proteinů (Meredith 2018)

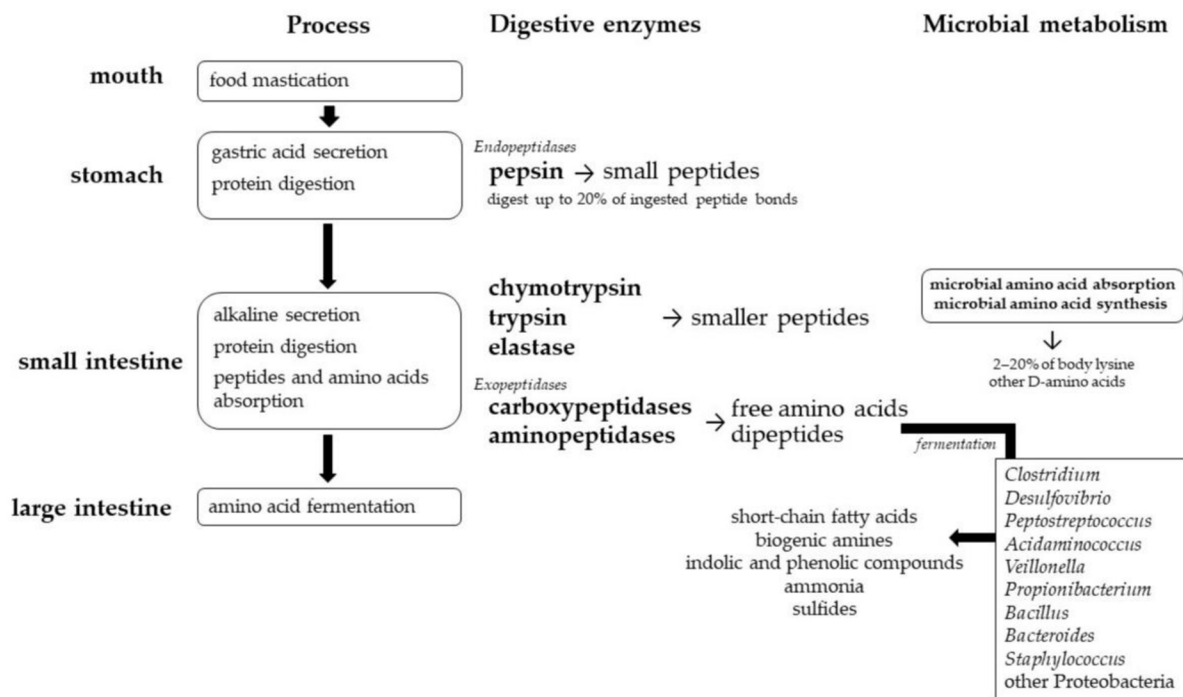
Výše zmíněné proteinogenní aminokyseliny můžeme rozdělit na esenciální, tedy aminokyseliny, které je nutné přijímat potravou, jelikož nejsou přirozeně produkovány tělem, podmíněně esenciální, které většinou nejsou esenciální kromě období nemoci a stresu, a neesenciální, které jsou lidským tělem syntetizovatelné (viz Obr. 6) (Judge & Dodd 2020).



Obr. 6: Kategorizace aminokyselin dle esenciality (Judge & Dodd 2020)

## 5.1.2 Metabolismus

Na Obr. 7 lze vidět jednotlivé procesy metabolismu proteinů.



**Obr. 7:** Fyziologické a mikrobiální trávení bílkovin, produkce a syntéza aminokyselin v gastrointestinálním traktu. (Kårlund et al. 2019)

### 5.1.2.1 Katabolismus

#### Trávení a vstřebávání

Začátek hydrolytického enzymatického štěpení proteinů je v proximálním žaludku, kde je kyselé prostředí zaručeno obsahem kyseliny chlorovodíkové. Kyselina chlorovodíková aktivuje proenzym pepsinogen na pepsiny (8 různých druhů) a zároveň denaturuje proteiny přijaté v potravě. Pepsiny štěpí proteiny v místech polypeptidového řetězce, kde se nachází tyrozin nebo fenylalanin. Postupem trávicí trubici do tenkého střeva se mění pH (pH = 7–8), tudíž dochází k zastavení funkce pepsinů. Dalším posunem tráveniny do duodena (dvanáctník) je štěpení znovu nastoleno, jelikož dochází k mísení s pankreatickou šťávou, která obsahuje prekurzory dalších proteáz (konkrétně trypsinu, chymotrypsinu, elastázy a karboxypeptidázy). Pankreatické proteázy štěpí proteiny na kratší peptidové řetězce. V této fázi působí i enzymy kartáčového lemu (dipeptidázy, aminopeptidázy), které štěpí kratší peptidové řetězce na tripeptidy, dipeptidy a z většiny až na jednotlivé aminokyseliny. “Tyto tři štěpné produkty jsou resorbovány v duodenu a jejunu.” (Silbernagl & Despopoulus 2016) Výčet nejdůležitějších proteáz je v Tab. 1.



**Tab. 1:** Nejdůležitější proteolytické enzymy člověka (Kodíček et al. 2018)

Funkční typ	Enzym	Místo působení	Optimum pH	Přednostní místo štěpení***	Proenzym, resp. zymogen	Produkující tkáň
<b>Endopeptidasy (proteínasy)</b>						
Aspartátové	Pepsin A	Žaludek	1,3-3	Tyr↓, ↓Phe↓*	Pepsinogen A	Žaludeční sliznice
	Pepsin C (gastricin)		3-3,5		Pepsinogen C	
	Chymosin	Žaludek sajících mláďat	4,8	Phe↓Met (kasein)	Prochymosin	
	Kathepsin D	Lysosomy	3-4,5	↓Tyr↓, ↓Phe↓	Prokathepsin D	
Serinové	Trypsin	Dvanáctník	7,5-8,5	Arg↓, Lys↓	Trypsinogen	Slinivka břišní
	Chymotrypsin A, B, C		7-8	Tyr↓, Trp↓, Phe↓, Leu↓	Chymotrypsinogen A, B, C	
	Elastaza		10	X↓**	Proelastaza	
Cysteinové	Kathepsin B	Lysosomy	5,6	Arg↓, Lys↓, Phe- X↓*	Prokathepsin B	Různé
Metaloproteínasy	Kolagenasa (Ca <sup>2+</sup> , Zn <sup>2+</sup> )	Tenké střevo	7-8	Gly↓,Ile kolagenu	Prokolagenasa	
<b>Exopeptidasy</b>						
Většinou metaloproteínasy (Zn <sup>2+</sup> , Co <sup>2+</sup> , Mn <sup>2+</sup> atd.)	Karboxypeptidasy A, B	Tenké střevo	7-8	C-koncové zbytky*	Prokarboxypeptidasa A, B	Slinivka břišní
	Aminopeptidasy	Střevní epitel, vnitrobuněčně		N-koncové zbytky*	Proaminopeptidasa	Různé

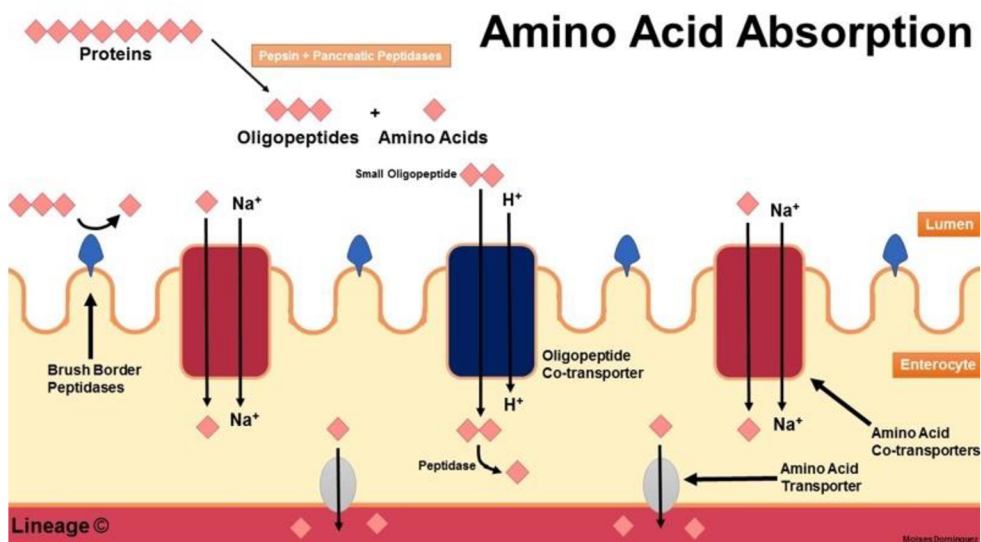
\*Enzymy s nízkou specifitou (štěpení bez vysoké preference)

\*\*Vazby za nearomatickými hydrofobními zbytky, především v elastinu.

\*\*\*Symbol ↓ za zkratkou aminokyseliny nebo před ní označuje přednostně hydrolyzovanou peptidovou vazbu.

Vstřebané aminokyseliny se využívají pro stavbu nových proteinů k nahrazení starších, proto nedochází k ukládání aminokyselin jako u glukózy, denně dojde k *“odbourání minimálně 20 až 30 g proteinů – obligatorní degradace proteinů”*. (Rokyta 2015)

Resorpce naštěpených aminokyselin je dvojího typu (Obr. 8) a je závislá na jejich kyselosti. Do enterocytů se resorbují skrze různé transportní systémy – sekundárně aktivní Na<sup>+</sup>-symporty, částečně na Na<sup>+</sup> nezávislý transport atd. Resorpce dipeptidů a tripeptidů do enterocytů může probíhat přes symportní nosiče poháněné gradientem vodíkového kationtu. Některé aminokyseliny jsou rozkládány již v enterocytech (glutamát, aspartát), jiné jsou transportovány pasivně nebo na nosiči do portální krve, to také platí u krátkých peptidů. (Rokyta 2015)



Obr. 8: Resorpce aminokyselin (Medbullets team 2019)

Krevním řečištěm jsou vstřebané aminokyseliny transportovány do jater, která spolu se svaly udržují rovnovážnou koncentraci aminokyselin v krvi. Většina transportovaných aminokyselin je zpracována v játrech, ovšem většina aminokyseliny s rozvětveným postranním řetězcem je využita svaly a mozkem (Murray 2012). Aminokyselinami s rozvětveným postranním řetězcem se rozumí tzv. BCAA (Branch Chained Amino Acids) - valin, leucin, izoleucin (Roubík 2018). V případě hladovění je valin uvolněn ze svalů a využit v podobě energie pro mozek, v opačném případě jsou BCAA po vstřebání přednostně vyfiltrovány z krevního řečiště a využity ve svazech (Murray 2012).

### Metabolismus aminokyselin

Aminokyseliny mohou být přijímány potravou nebo být syntetizovány tělem (Judge & Dodd 2020). “*Volné aminokyseliny, především alanin a glutamin, jsou do krevního oběhu uvolňovány ze svalů.*” V případě alaninu se jedná o tzv. glukogenní aminokyselinu, která je játry využívána pro novotvorbu glukózy (glukoneogenezi). Glutamin může sloužit jako prekurzor pro alanin (přeměna ve střevě), ale primárně slouží jako přenašeč amoniaku do ledvin, kde je metabolizován (Murray 2012).

Aminokyseliny, které tělo nespotřebuje, odchází pryč, jelikož nemohou být skladovány (jako např. glukóza). Většina metabolických reakcí aminokyselin probíhá v játrech, ledvinách, svazech a tukové tkáni. Aminokyseliny mohou být přijímány potravou nebo být syntetizovány tělem. (Judge & Dodd 2020)

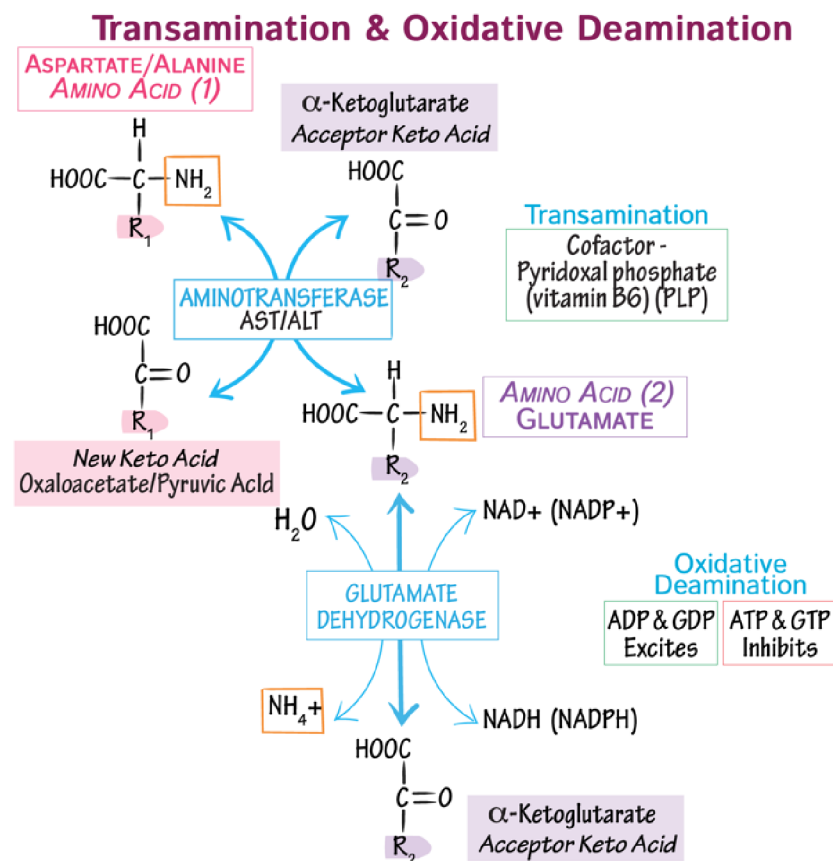
### Transaminace

Prvním krokem katabolismu aminokyselin je přesun  $\alpha$ -amino skupiny z původní molekuly na molekulový přenašeč neboli transaminace (Obr. 9). Aminoskupina z aminokyseliny je pomocí enzymu aminotransferáza přesunuta na amino-akceptor,  $\alpha$ -ketoglutarát, který se po přijetí  $-NH_2$  skupiny stává glutamátem, a ze samotné aminokyseliny vzniká ketokyselina. Transaminací vzniklá ketokyselina může sloužit jako energetický substrát (ATP). Enzym aminotransferáza je lokalizována v cytosolu buněk (jater, ledvin, svalů, střeva) a může mít více forem, např. alanin aminotransferáza, aspartat aminotransferáza. Všechny

aminotransferázy potřebují koenzym – pyridoxal fosfát (vitamin B6). Krok transaminace je reversibilní, tzn. pokud je koncentrace aminokyselin vysoká, dochází k jejich katabolismu, pokud je koncentrace nízká, dochází k anabolismu. (Judge & Dodd 2020)

### Oxidativní deaminace

Druhým krokem katabolismu aminokyselin je deaminace (Obr. 9), která odštěpuje amino skupinu z glutamátu, produktem této reakce je amonný kationt a regenerace  $\alpha$ -ketoglutarátu. Katalyzátorem této reakce je glutamát dehydrogenáza, která je lokalizována v mitochondriích buněk jater a ledvin, které oddělují prostředí reakce, aby nedocházelo k toxickým účinkům amonného kationtu na buňku. Koenzymy reakce jsou  $\text{NADP}^+$  a  $\text{NAD}^+$ . Tento proces je, stejně jako transaminace, reversibilní. Zvýšená koncentrace amonného iontu v krvi je riziková a toxická pro nervový systém, při níž může docházet např. k mozkovým edémům. Kvůli této skutečnosti dochází ke katalyzované transformaci enzymem glutaminsyntetázou na netoxický glutamin, který je krevním řečištěm dopraven do jater. V játrech je glutamin přeměn enzymem glutaminázou zpět na glutamát a amonný kationt, který je konvertován na močovinu v močovinovém cyklu. (Judge & Dodd 2020)



Obr. 9: Transaminace a oxidativní deaminace (Draw it to know it)

### Močovinový (ornithinový) cyklus

Močovinový cyklus (Obr. 10) je z části lokalizován v cytosolu (2. část) a v mitochondriální matrix hepatocytů (1. část), kam se amonný iont dostává krevním řečištěm

nebo jaterní žílou ze střeva ve formě glutaminu a alaninu. (Judge & Dodd 2020, Kodíček et al. 2018)

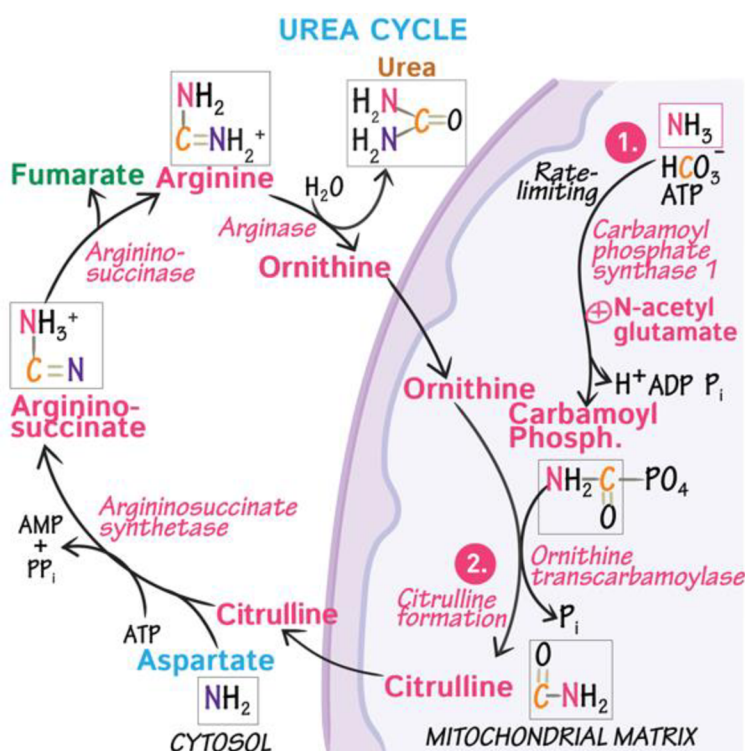
### Mitochondriální matrix:

V prvním kroku močovinového cyklu dochází k formaci karbamoylfosfátu z ATP, hydrogenuhličitanového aniontu a amonného kationtu za působení karbamoylfosfátsyntázy. Působením enzymu ornithinkarbamoyltransferázou je, jak z názvu vyplývá, karbamoylová skupina transferována na ornithin za vzniku citrullinu. Ornithin i citrullin jsou neproteinogenní aminokyseliny. (Judge & Dodd 2020, Kodíček et al. 2018)

Citrullin je skrze citrullinový přenašeč (translokáza) výměnou za ornithin skrze ornithinový přenašeč transportován do cytosolu buňky. (Judge & Dodd 2020)

### Buněčný cytosol:

Hydrolytickým rozpadem ATP citrullin kondenzuje s aspartátem (katalyzováno argininosukcinátsyntázou) na argininosukcinát. Ten je argininosukcinátlyázou štěpen na fumarát a arginin. Fumarát spojuje močovinový cyklus s citrátovým. Aminokyselina arginin je hydrolyticky štěpena enzymem argináza na močovinu a ornithin, který znovu přechází do mitochondriální matrix. (Judge & Dodd 2020, Kodíček et al. 2018)



**Obr. 10:** Močovinový (ornithinový) cyklus (Draw it to know it)

### 5.1.2.2 Anabolismus

Aminokyseliny mohou sloužit jako prekurzory pro biosyntézu dusíkatých látek – biogenní aminy, barviva (hem), hormony, kreatinfosfát, nukleové báze atd. (viz Tab. 2) Konkrétně kreatinfosfát je tvořen ve svalech jako zásoba energie. Pokud poklesne obsah ATP, dochází ke štěpení kreatinfosfátu za uvolnění energie. Kreatin, neproteinogenní aminokyselina (výchozími látkami je arginin a glycin), je obsažen ve svalech, kde za katalýzy kreatinkinázou dochází k jeho fosforylaci na kreatinfosfát (kreatin + ATP  $\leftrightarrow$  kreatinfosfát + ADP). (Kodíček et al. 2018)

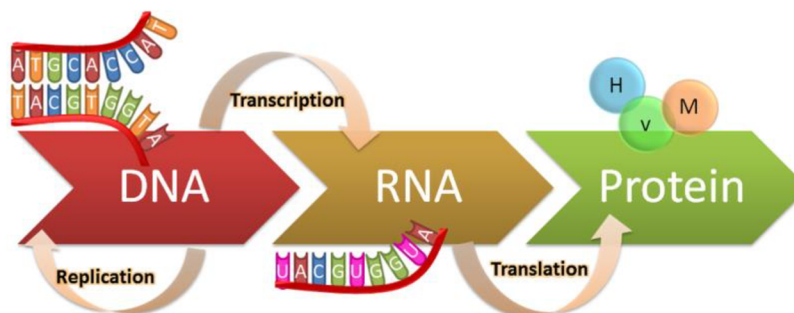
**Tab. 2:** Příklady biogenních aminů (Kodíček et al. 2018)

Biogenní amin	Vzniká dekarboxylací	Význam
Ethanolamin $\rightarrow$ cholin	Ser	Součástí fosfatidátů
Propanolamin	Thr	Syntéza vitamínu B <sub>12</sub> v bakteriích
Spermin, spermidin	Met	Kompenzace negativního náboje RNA i DNA, regulace pohybu spermií
Histamin	His	Účast na alergických reakcích, vasodilatant
Kadaverin	Lys	Stabilizace RNA v ribosomech
Agmatin	Arg	
Putrescin	Ornithin*	
$\beta$ -alanin	Asp	Součást panthotenátu
$\gamma$ -aminobutyrát (GABA)	Glu	Blokující neurotransmitter
Dopamin $\rightarrow$ noradrenalin $\rightarrow$ adrenalin	Tyr $\rightarrow$ 3,4-dihydroxyfenylalanin	Aktivující hormony, neurotransmitery
Serotonin	5-hydroxy-Trp	Neurotransmitter, tkáňový hormon

\*Neproteinogenní aminokyselina.

### Proteosyntéza (exprese genu)

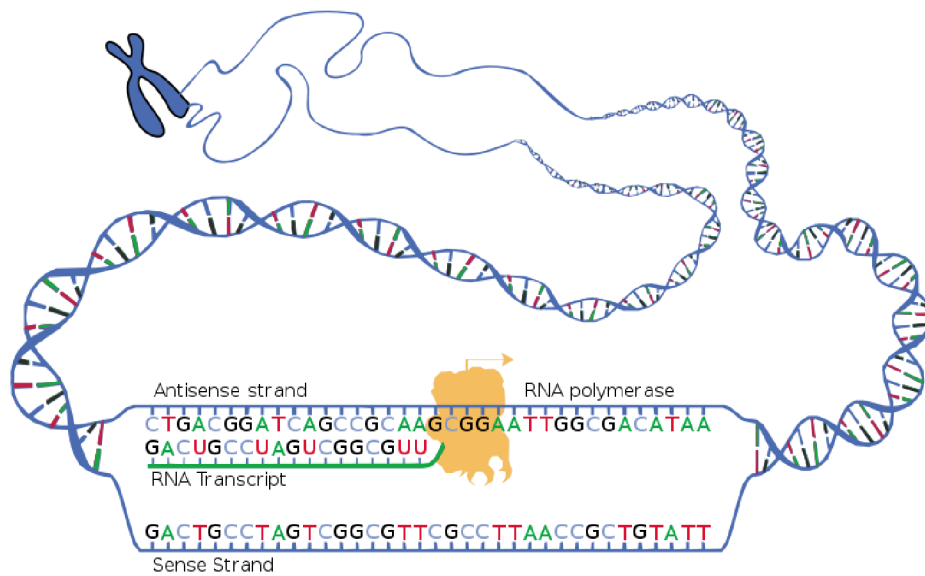
Proteosyntéza, exprese genu nebo genová exprese je buněčný proces, při kterém dochází k syntéze proteinu podle DNA a je hormonálně regulovaná. Tato cesta má tři hlavní fáze, které nazýváme centrální dogma molekulové genetiky (Obr. 11). První subjekt proteosyntézy je DNA, která se transkribuje (přepisuje) do mRNA – mediátorová RNA, mRNA se následně translatuje (překládá) do proteinu. (Kodíček et al. 2018)



**Obr. 11:** Centrální dogma molekulové genetiky (Toppr)



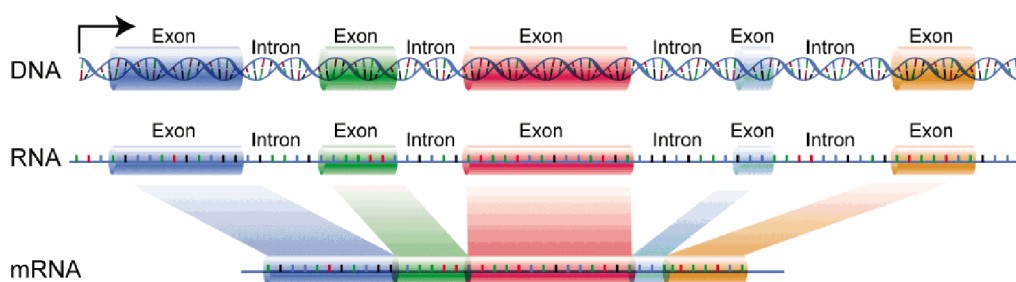
## Transkripce



**Obr. 12:** Transkripce DNA (Margulies 2009)

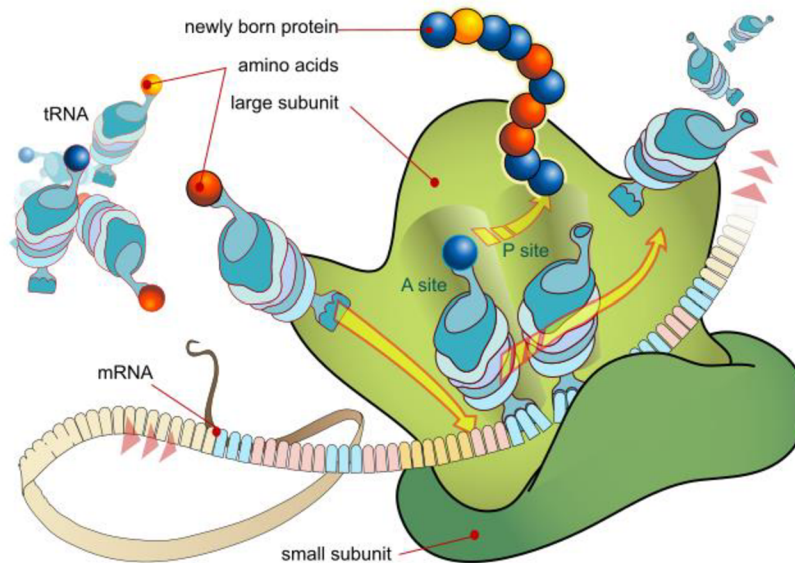
DNA, genetická informace, obsahuje sekvenční geny, které obsahují informace o stavbě proteinů. DNA je obsažená v jádře, tudíž i první fáze proteosyntézy – transkripce (Obr. 12) – probíhá v jádře. Během transkripce dochází k přepisu sekvenční nukleotidů daného genu do mRNA. (Murray 2012)

Nejdříve dochází k rozvinutí DNA, kam nasedá RNA-polymeráza a tvoří transkript podle templátového řetězce ve směru 5' → 3', to vše na základě komplementarity bází. RNA-polymeráza si nasedá na specifické místo DNA templátového řetězce promotor, který je vždy před začátkem genu. Ukončení (terminace) transkripce je signalizována specifickou sekvencí DNA nebo specifickou prostorovou strukturou. Po samotném aktu transkripce dochází k posttranskripčním úpravám v podobě sestřihu primárního transkriptu mRNA. Při sestřihu jsou odstraněny introny (nekódující sekvence genu) a jsou ponechány pouze exony (kódující sekvence genu), které tvoří funkční mRNA (Obr. 13). (Kodíček et al. 2018)



**Obr. 13:** Posttranskripční úpravy (Bmedic)

## Translace



**Obr. 14:** Translace mRNA na ribozomu (LadyofHats 2008)

K translaci RNA do polypeptidového řetězce probíhá na ribozomech (Obr. 14), tudíž mezi transkripcí a translací dochází k přesunu mRNA přes póry karyotéky (jaderné membrány). Během translace se mRNA chová jako kód pro specifický protein. Každá trojice bází na mRNA funguje jako triplet neboli kodón, která kóduje právě jednu aminokyselinu (Obr. 15). Na kodón se váže antikodón (znovu na principu komplementarity bází) a je přenášen specifickou tRNA – transferovou RNA, kde je na aminoacylovém rameni navázána kodómem kódovaná aminokyselina. Ribozom je organela tvořená malou a velkou podjednotkou, mezi kterými prochází mRNA. Velká podjednotka má dvě vazebná místa: peptidylové místo = P-místo a aminoacylové místo = A-místo. V P-místě se váže rostoucí peptidový řetězec, naopak v A-místě se váže aminoacyl-tRNA, to znamená, že v A-místě nasedá antikodon a v P-místě dochází k prodloužení řetězce. Samotná translace má tři fáze: iniciaci, elongaci a terminaci. Během iniciační fáze dochází k oddělení malé a velké podjednotky ribozomu a připojení mRNA na malou podjednotku, to vše za působení iniciačních faktorů. Poté se podjednotky ribozomu posouvají, dokud nenajdou iniciační kodón – start-kodón, který startuje fázi elongace. Elongační fáze se účastní elongační faktory a katalyzátor peptidyltransferáza, během této fáze dochází k prodloužování řetězce. Poslední fáze, fáze terminace, je signalizována stop-kodómem, celá translace se zastavuje a terminační faktory dávají impuls k rozložení celého systému. (Kodíček et al. 2018, Murray 2012)

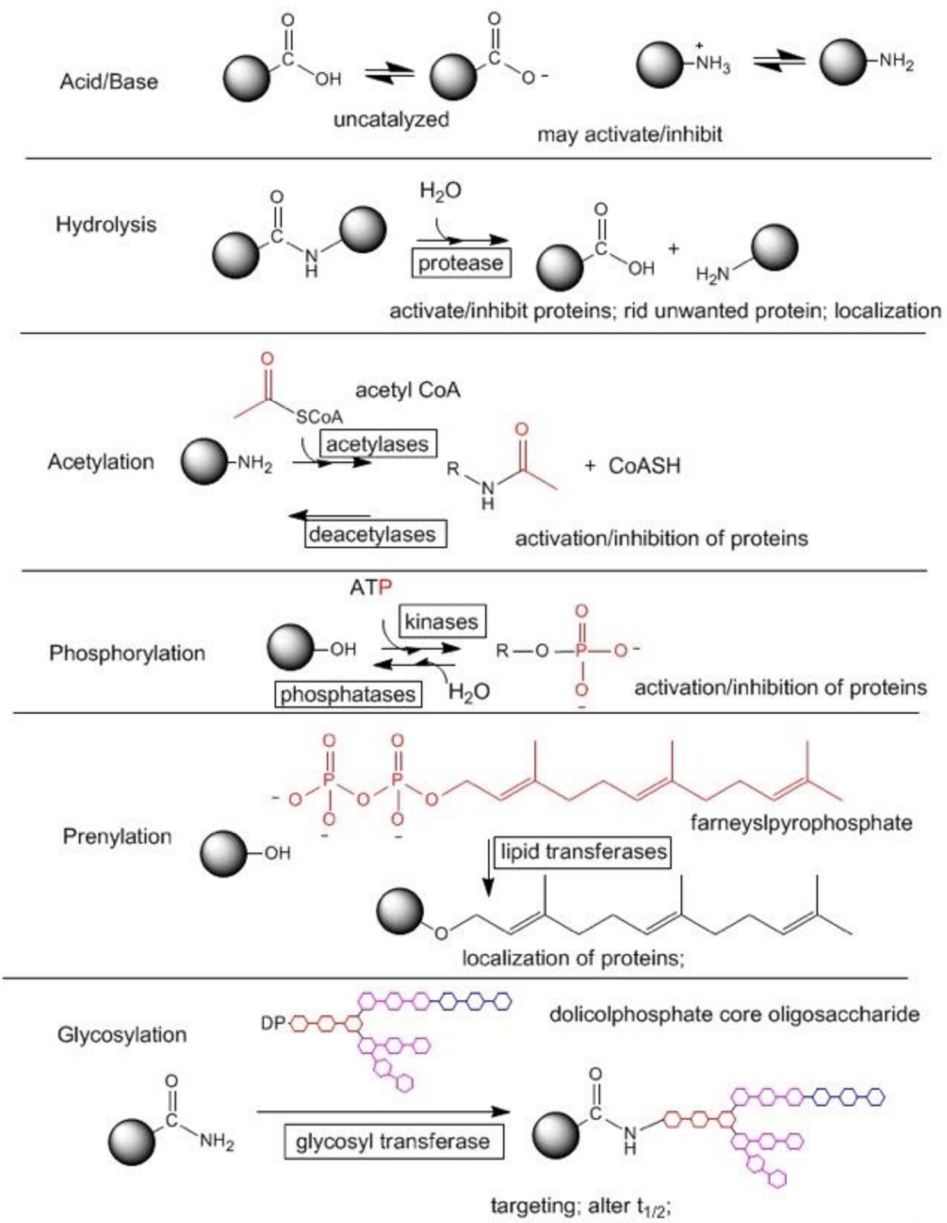
	U		C		A		G	
<b>U</b>	UUU	fenylalanin	UCU	serin	UAU	tyrosin	UGU	cystein
	UUC	fenylalanin	UCC	serin	UAC	tyrosin	UGC	cystein
	UUA	leucin	UCA	serin	UAA	<b>stop</b>	UGA	<b>stop</b>
	UUG	leucin	UCG	serin	UAG	<b>stop</b>	UGG	tryptofan
<b>C</b>	CUU	leucin	CCU	prolin	CAU	histidin	CGU	arginin
	CUC	leucin	CCC	prolin	CAC	histidin	CGC	arginin
	CUA	leucin	CCA	prolin	CAA	glutamin	CGA	arginin
	CUG	leucin	CCG	prolin	CAG	glutamin	CGG	arginin
<b>A</b>	AUU	izoleucin	ACU	treonin	AAU	asparagin	AGU	serin
	AUC	izoleucin	ACC	treonin	AAC	asparagin	AGC	serin
	AUA	izoleucin	ACA	treonin	AAA	lysin	AGA	arginin
	AUG	<b>metionin</b>	ACG	treonin	AAG	lysin	AGG	arginin
<b>G</b>	GUU	valin	GCU	alanin	GAU	kys.	GGU	glycin
	GUC	valin	GCC	alanin	GAC	asparagová	GGC	glycin
	GUA	valin	GCA	alanin	GAA	kys.	GGA	glycin
	GUG	valin	GCG	alanin	GAG	glutamová	GGG	glycin

**Obr. 15:** Tabulka genetického kódu (Šípek)

Tak jako po transkripci dochází k posttranskripčním úpravám, po translaci dochází k posttranslačním úpravám. Existuje řada posttranslačních úprav (Obr. 16) např.:

- štěpení peptidových vazeb, aby se neaktivní prekursor stal aktivním (pepsinogen → pepsin, prothrombin → thrombin)
- oxidace cysteinových zbytků, aby mohlo dojít ke vzniku disulfidových můstků
- hydroxylace (kolageny)
- fosforylace
- připojení dalších molekul nebo atomů: sacharidů → vznik glykoproteinů, lipidů → vznik lipoproteinů, kovové ionty → vznik metaloproteinů (Kodíček et al. 2018)





**Obr. 16:** Posttranslační úpravy (Medbullets team 2019)

### 5.1.3 Dusíková bilance

“Dusíková bilance je obrazem metabolického obratu proteinů v organismu. Vyjadřuje rozdíl mezi množstvím dusíku přijatého v proteinech potravy a množstvím dusíku vyloučeného z těla močí a stolicí. Za normálních okolností je jeho příjem roven ztrátám – dusíková rovnováha.“ (Rokyta 2015)

Mluví-li o pozitivní dusíkové bilanci, rozumí se tím vyšší příjem dusíku než jeho výdej, v tomto případě dochází k “anabolismu – růstu tělesné hmoty”. Naopak při negativní dusíkové bilanci dochází k nižšímu příjmu dusíku než jeho výdeji, pak dochází ke katabolismu. (Bernaciková et al. 2020)

### 5.1.4 Biologická hodnota bílkovin (BH)

Biologická hodnota bílkovin (BH), angl. *protein efficiency ratio (PER)*, je nutriční hodnota, která nám sděluje, kolik gramů tělesných proteinů je schopno tělo vytvořit ze 100 gramů stravy přijatých proteinů. Její stupnice je v rozmezí 0-100, kde se stala měřítkem hodnota vaječné bílkoviny (100). (Bernaciková et al. 2020)

## 5.2 Lipidy

*“Lipidy mají kromě energetické funkce i funkci stavební (struktura membrán – fosfolipidy, lipoproteiny, cholesterol, glykoproteiny), funkci ochrany (tepelná izolace), funkci nepolárního rozpouštědla (pro lipofilní vitamíny) a jsou také nezbytné pro syntézu látek snižujících povrchové napětí (žlučové kyseliny, surfaktant), steroidních hormonů, eikosanoidů (leukotrieny, prostaglandiny, prostacykliny, tromboxany), endokannabinoidů a druhých posílů v buněčné signalizaci (diacylglycerol).“* Také jsou zdrojem esenciálních mastných kyselin (omega-3, omega-6). (Rokyta 2015)

### 5.2.1 Struktura

Lipidy jsou dle struktury rozděleny na jednoduché a složité. Jednoduché lipidy mohou být: acylglyceroly, vosky, isoprenoidy, volné mastné kyseliny a jejich soli. Složené lipidy obsahují další podjednotku např. fosfát, pak se jedná o fosfolipidy, glykolipidy obsahují sacharidovou podjednotku, a již výše zmíněné lipoproteiny, někdy nazývány lipoidy. (Kodíček et al. 2018)

Jsou omezeně rozpustné v polárních rozpouštědlech (voda, ethanol), ale dobře rozpustné v nepolárních rozpouštědlech (aceton). Jejich omezená rozpustnost či nerozpustnost je způsobena výskytem dlouhého hydrofobního konce, který může být nasycený či nenasycený. Volné mastné kyseliny jsou vytvořeny z lipidů připojením karboxylové skupiny (-COOH). Lipidy existují také jako TAG (triacylglyceroly), které jsou složeny z molekuly glycerolu, který je esterifikován řetězcem mastných kyselin. TAG fungují jako úložiště energie v tukové tkáni. Majoritní funkcí TAG je alternativní zdroj energie k sacharidům, hydrolýzou esterových vazeb. (Judge & Dodd 2020)

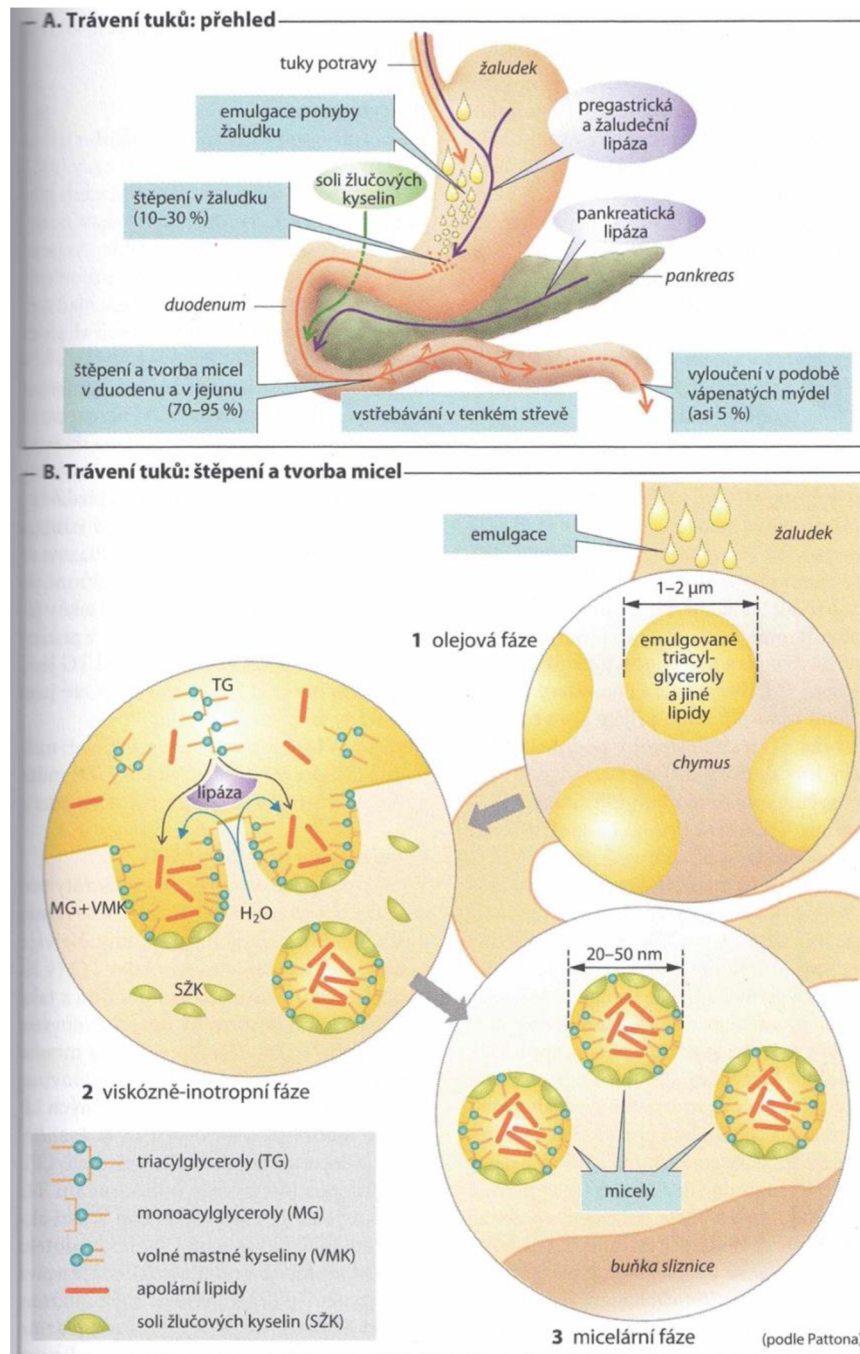
### 5.2.2 Metabolismus

#### 5.2.2.1 Trávení a vstřebávání

V potravě se lipidy vyskytují nejčastěji v podobě TAG, dále i v podobě fosfatád a sfingolipidů. Vzhledem k jejich špatné rozpustnosti ve vodě vyžadují specifické mechanismy. Pro optimální enzymatické štěpení je nutná mechanická emulgace tuků, především motilitou distálního žaludku. (Silbernagl & Despopoulos 2016)

TAG jsou v nepatrně malé míře rozkládány žaludkem (10-30 %), ovšem většina je hydrolyticky štěpena lipázami v tenkém střevě (70-90 %) (Obr. 17). Lipázy jsou produkovány žlázkami kořene jazyka, žaludečním fundem, a především jsou součástí pankreatické šťávy. Pankreatická lipáza, konkrétně triacylglycerolová lipáza, je aktivnější v přítomnosti  $Ca^{2+}$  iontů

a kolipáz (aktivované trypsinem z prokolipáz). TAG lipáza štěpí TAG na 1. a 3. esterové vazbě tzn., že štěpy jsou volné mastné kyseliny a 2-monoacylglyceroly. Druhou esterovou vazbu štěpí fofolipáza A<sub>2</sub>, která je aktivována trypsinem z profosfolipázy A<sub>2</sub>, a je aktivní je v přítomnosti solí žlučových kyselin a Ca<sup>2+</sup> iontů. Neštěpené lipidy se za spoluúčasti solí žlučových kyselin shlukují do struktur zvaných micely. Micely mají na povrchu polární část a uvnitř je část nepolární, která může obklopotvat zcela apolární struktury (vitamíny rozpustné v tucích, lipofilní jedy) (Obr. 17). (Silbernagl & Despopoulus 2016)



**Obr. 17:** Trávení, štěpení tuků a tvorba micel (Silbernagl & Despopoulus 2016)

Takto vzniklé micely se dostávají k enterocytům v kartáčovém lemu, a tam jsou pasivně a z části pomocí nosiče přijímány. Resorpce probíhá do konce jejunu a žlučové kyseliny,

uvolněné z micel při vstřebávání, jsou recyklovány v ileu a znovu použity. (Silbernagl & Despopoulus 2016)

Naštěpené lipidy, které byly vstřebány enterocyty, jsou upraveny do struktur chylomikronů, které obsahují primárně TAG a cholesterol, ale mohou obsahovat i proteinové struktury. Takto vzniklé chylomikrony jsou uvolňovány do krevního řečiště a transportovány do jater. Během vyšší koncentrace sacharidů a proteinů jsou lipidy přenášeny do periferie v podobě VLDL (Very Low Density Lipoprotein), který je strukturně velmi podobný chylomikronu. Jednotky VLDL postupně oštěpují podjednotky TAG a jejich zbytek se vrací do jater, kde je buď degradován či přeměněn na LDL (Low Density Lipoprotein), který obsahuje především cholesterol. LDL je vychytáván z krevního řečiště tkáňovými buňkami. Při vyšší koncentraci LDL v krevním řečišti působí HDL (High Density Lipoprotein) vychytáváním přebytečného LDL, který poté transportuje do jater, kde je degradován a vyloučen v podobě žlučových kyselin. (Kodíček et al. 2018)

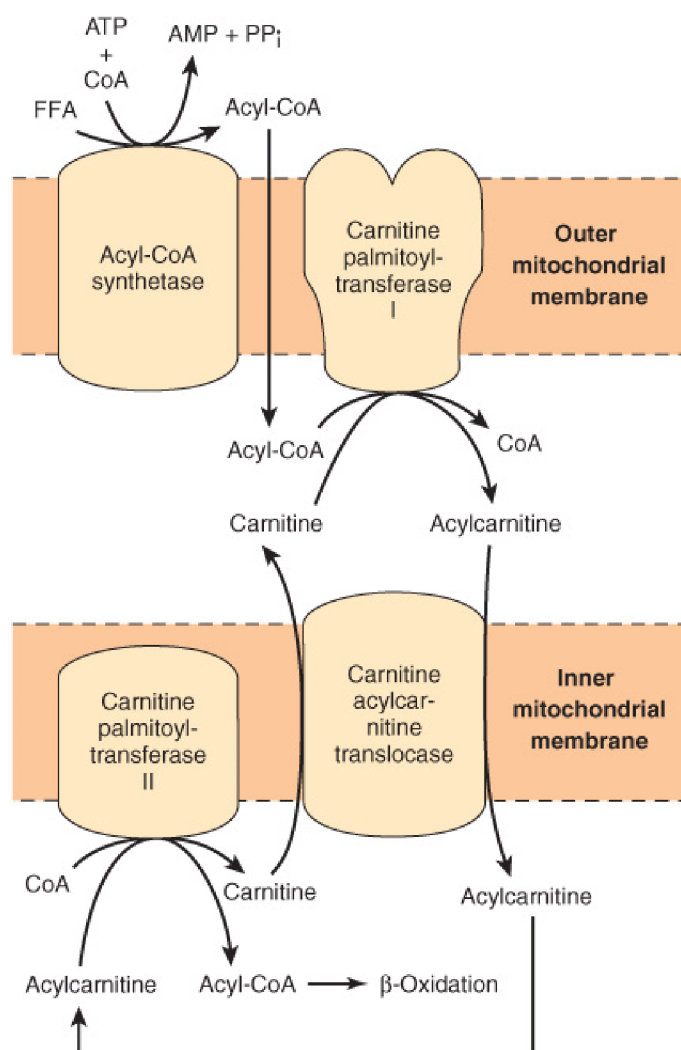
### **5.2.2.2 Aktivace a katabolismus**

#### **Aktivace**

Při štěpení TAG dochází k uvolnění dvojnásobného množství energie než během katabolismu sacharidů nebo proteinů. Srdce čerpá 50-70% energie právě z katabolismu lipidů. Z krevního řečiště se lipidy vstřebávají (difúzí nebo aktivním transportem) do cytosolu tkáňových buněk, kde jsou mastné kyseliny aktivovány reakcí s CoA (koenzymem A) za vzniku komplexu Acyl-CoA, vše je katalyzováno acyl-CoA-ligázou za přítomnosti ATP. (Judge & Dodd 2020)

#### **Karnitinový cyklus**

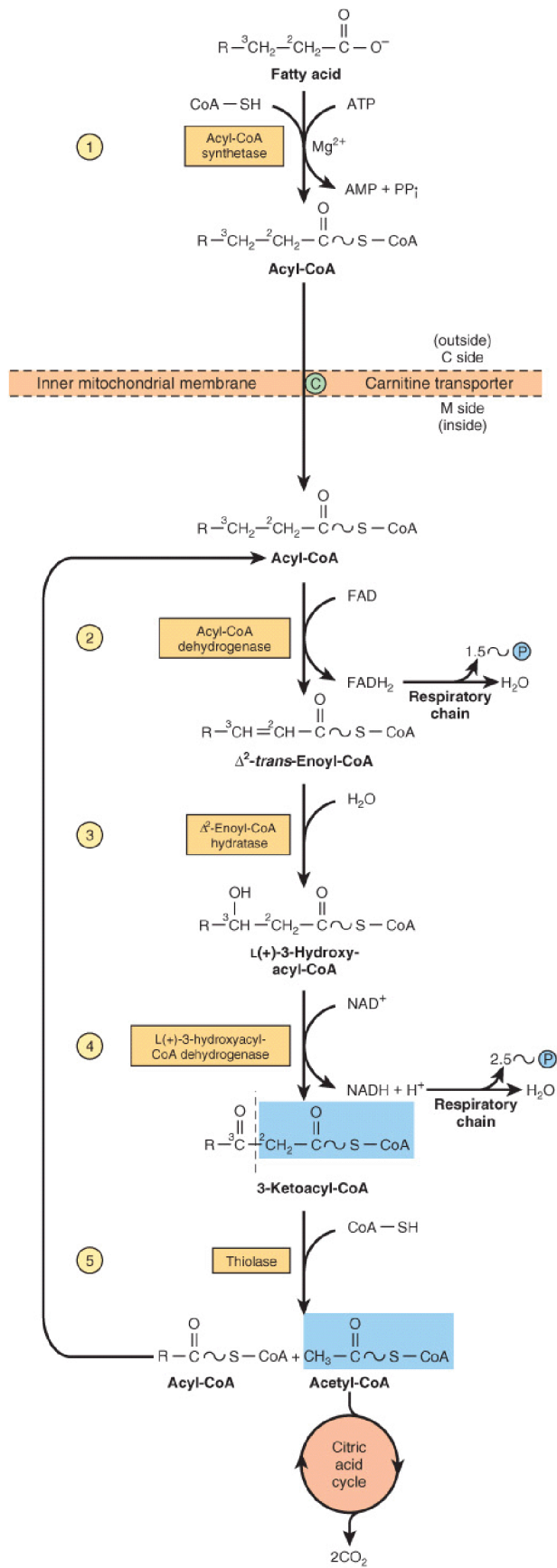
Vzhledem ke skutečnosti, že dlouhý řetězec mastných kyselin na Acyl CoA neprojde přes mitochondriální membránu, je nutné acylovou skupinu přesunout na molekulu karnitinu (katalyzováno karnitin palmitoyl transferázou I). Acyl-karnitinový komplex je schopen difundovat přes póry mitochondriální membrány do mezimembránového prostoru a poté za pomoci acylkarnitin translokázi až do mitochondriální matrix. V matrix je karnitin znovu vyměněn za CoA (katalyzováno karnitin palmitoyl transferázou II), vzniklý Acyl-CoA pokračuje do  $\beta$ -oxidace a karnitin je přes karnitinové přenašeče transportován zpět do cytosolu (Obr. 18). (Judge & Dodd 2020)



**Obr. 18:** Karnitinový cyklus (přenos mastných kyselin přes mitochondriální membránu)  
(Botham & Mayes 2017)

### **$\beta$ -oxidace (Lynenova spirála)**

Prvním krokem byl transport TAG (resp. v nich obsažených mastných kyselin), v dalším kroku podléhají samotné  $\beta$ -oxidaci (Obr. 19), při níž působením enzymových katalyzátorů dochází ke zkracování řetězce. V prvním kroku acyl-CoA podléhá dehydrogenaci působením acyl-CoA-dehydrogenázy, za vzniku dvojně vazby v produktu enoyl-CoA. Enoyl-CoA během druhého kroku prochází hydratací na produkt 3-L-hydroxyacyl-CoA (katalyzované enoyl-CoA-hydrazou). V kroku třetím se hydroxy skupina produktu druhého kroku, působením 3-L-hydroxyacyl-CoA-dehydrogenázou, stává donorem vodíkového kationtu, tedy dochází k dehydrogenaci na uhlíku C3 a vzniká 3-oxoacyl-CoA. V posledním, čtvrtém kroku, enzymatický katalyzátor thioláza štěpí 3-oxoacyl-CoA na acyl-SCoA a acetyl-SCoA. Acyl-SCoA se vrací zpět do kroku druhého a znovu podléhá  $\beta$ -oxidaci, dokud nezbydou dva acetyl-SCoA. Acetyl-SCoA pokračuje do citrátového cyklu. (Kodíček et al. 2018)



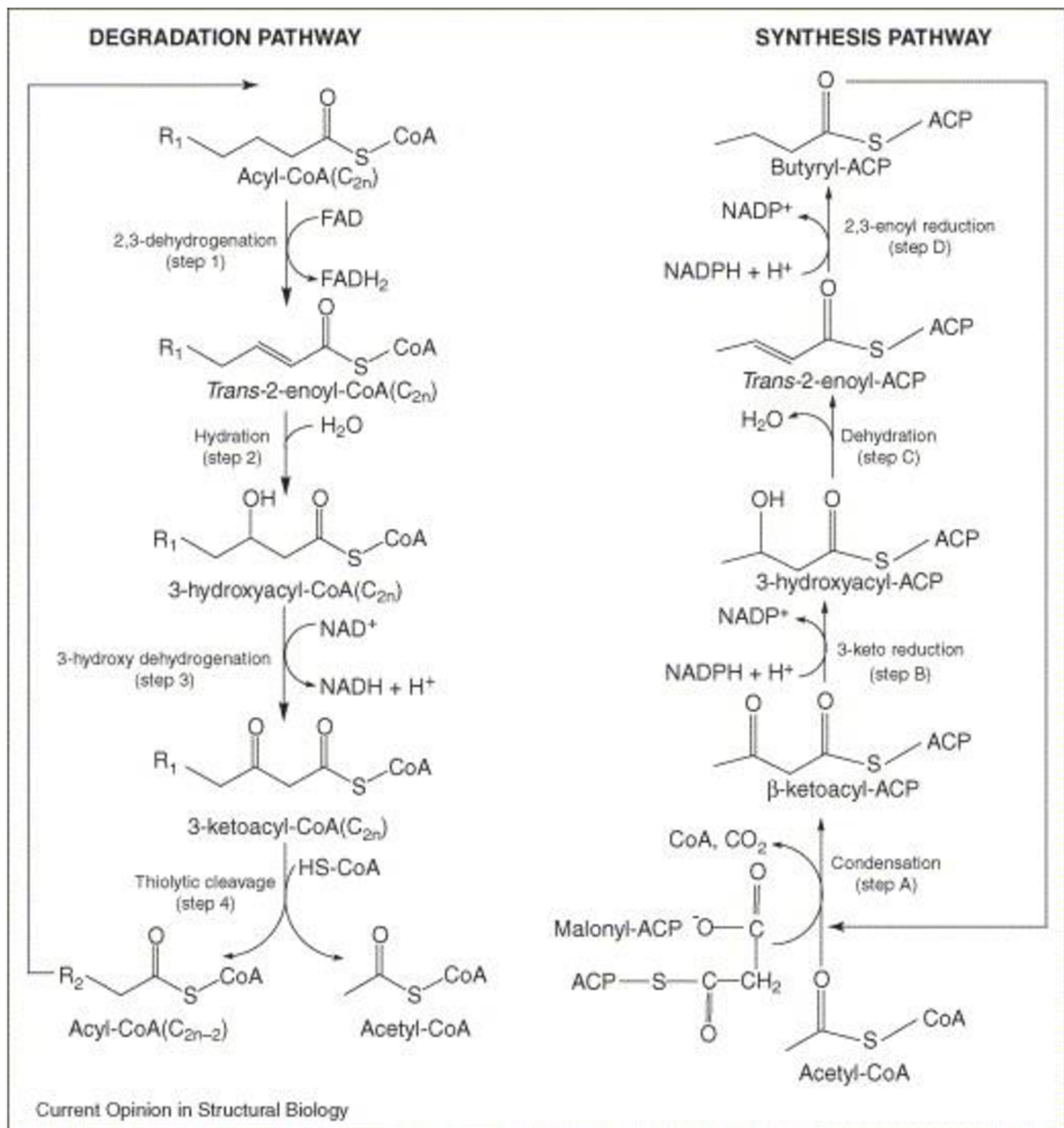
Obr. 19:  $\beta$ -oxidace mastných kyselín (Botham & Mayes 2017)



### 5.2.2.3 Anabolismus

Biosyntéza mastných kyselin, na rozdíl od  $\beta$ -oxidace, probíhá v buněčném cytosolu. Porovnáme-li  $\beta$ -oxidaci a biosyntézu mastných kyselin, tak se jedná o velmi podobné děje probíhající v opačném sledu. Ovšem zásadní skutečnosti, ve které se liší jsou (viz Obr. 20):

1. Skupina -CoA, která je nahrazena -ACP skupinou
2. Katalyzátory (Kodiček et al. 2018)



**Obr. 20:** Srovnání biosyntézy a degradace mastných kyselin (Bhaumik et al. 2005)

## 5.3 Sacharidy

### 5.3.1 Struktura

Jedná se o organické sloučeniny s karbonylovou funkční skupinou. Sacharidy obsahující aldehydickou skupinu (-CHO) označujeme jako aldosa (např. D-glukosa, D-galaktosa, D-ribosa, D-deoxyribosa), naopak ty, které obsahují ketonovou skupinu (-CO) označujeme jako ketosa (např. D-fruktosa, kde je ketonová skupina v poloze 2). Dále můžeme najít deriváty sacharidů. (Kodíček et al. 2018)

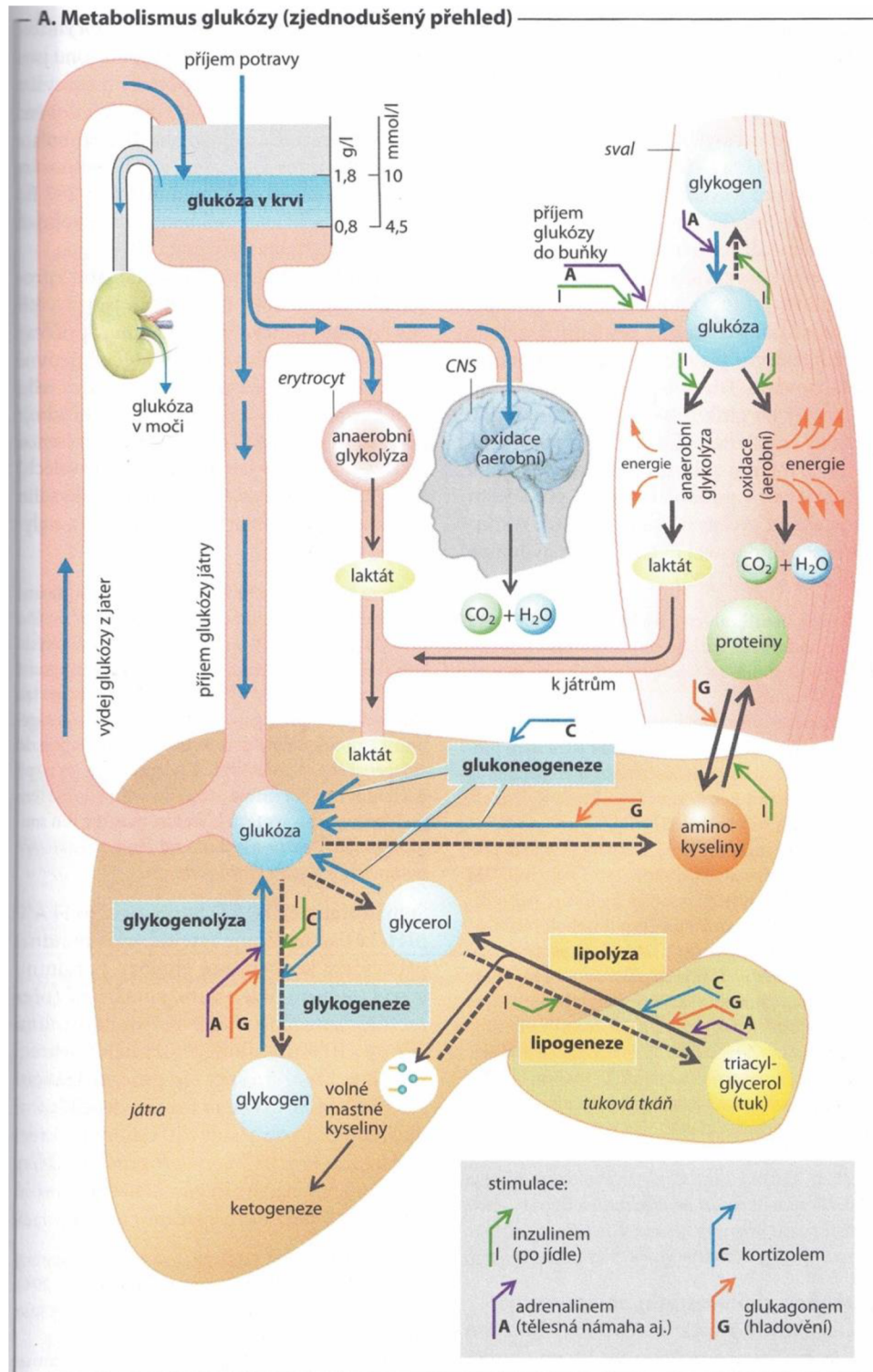
Sacharidy také dělíme podle délky řetězce na základní monosacharidy, které jsou dále nedělitelné, disacharidy skládající se ze dvou monosacharidových jednotek, oligosacharidy obsahující 3-10 monosacharidových jednotek a polysacharidy, které mají více než 10 monosacharidových jednotek. (Murray 2012)

V rámci těchto sloučenin dochází k pěti možným izomeriím: D- a L- izomerie (zrcadlová izomerie), pyranosová (5-četná) a furanosová (6-četná) kruhová struktura,  $\alpha$ - a  $\beta$ - anomery (hemiacetalová poloha hydroxylové skupiny), epimery (polohy -H a -OH skupiny), aldoso-ketosové izomery (odlišné funkční skupiny). (Murray 2012)



### 5.3.2 Metabolismus

Zjednodušený metabolismus glukózy lze vidět na Obr. 21.



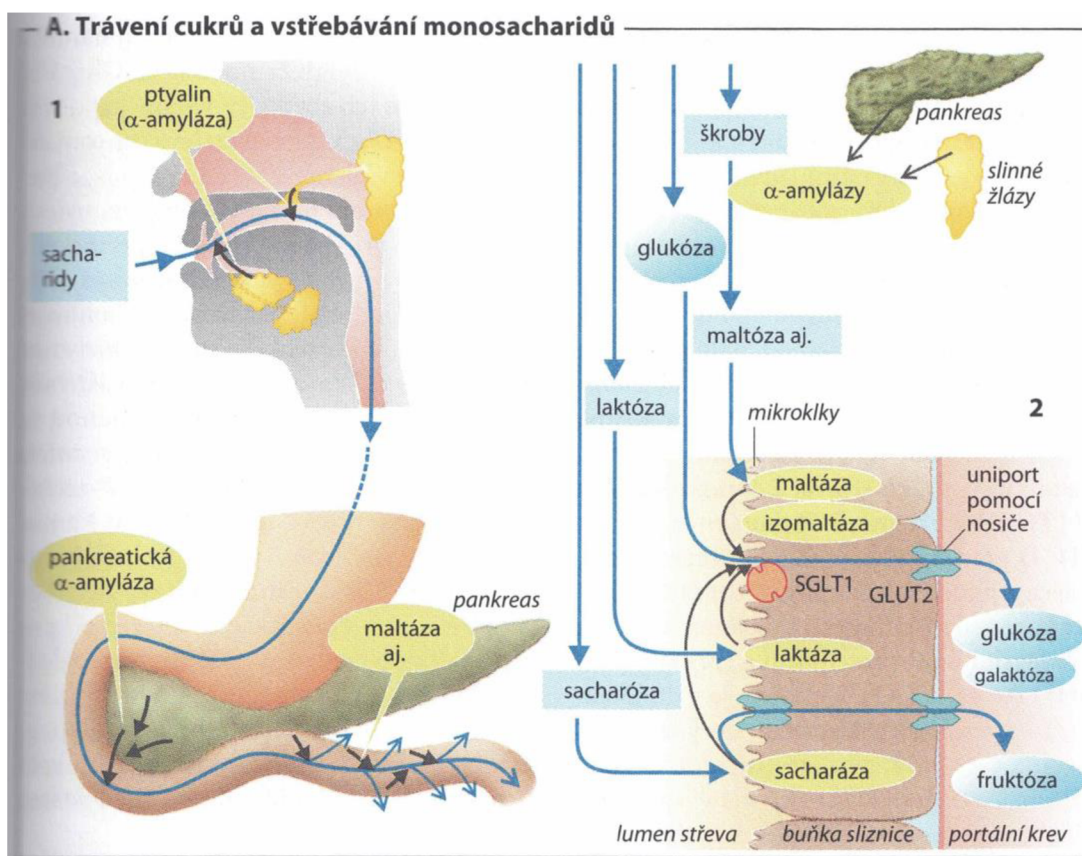
**Obr. 21:** Metabolismus glukózy (zjednodušený přehled) (Silbernagl & Despopoulus 2016)

### 5.3.2.1 Katabolismus sacharidů

#### Trávení

Veškeré složené sacharidy (disacharidy, oligosacharidy a polysacharidy) jsou enzymaticky štěpeny na monosacharidové jednotky (fruktózu, galaktózu a převážně glukózu) během průchodu gastrointestinálním traktem (GIT). (Rokyta 2015)

Ve slinách v dutině ústní je obsažen ptyalin ( $\alpha$ -amyláza), enzym, který štěpí škroby (amylum, polysacharid) na oligosacharidy (dextriny, maltózu, maltotriózu). Tento děj se posouvá se soustem do žaludku. V prvním díle žaludku (proximální část) štěpení ptyalinem pokračuje, v druhém díle žaludku (distální část) se toto štěpení zastavuje kvůli mísení potravy s žaludečními šťávami. Dalším posunem tráveniny do duodena (dvanáctník) je štěpení znovu nastoleno, jelikož dochází k mísení s pankreatickou šťávou, která obsahuje pankreatickou  $\alpha$ -amylázu. Oligosacharidy (dextrin, maltóza, maltotrióza) a disacharidy (laktóza, trehalóza, sacharóza) jsou štěpeny enzymy kartáčového lemu na konečnu glukózu, galaktózu a fruktózu (Obr. 22). (Silbernagl & Despopoulos 2016)



Obr. 22: Trávení cukrů a vstřebávání monosacharidů (Silbernagl & Despopoulos 2016)

#### Vstřebávání a transport monosacharidů

Výše zmíněné konečné produkty trávení sacharidů – glukóza, galaktóza a fruktóza jsou vstřebány do portální krve. Glukóza a galaktóza jsou aktivně vstřebány do epitelové buňky a dále pasivně předány do portální krve. Fruktóza přestupuje pouze jednosměrně pasivně přes

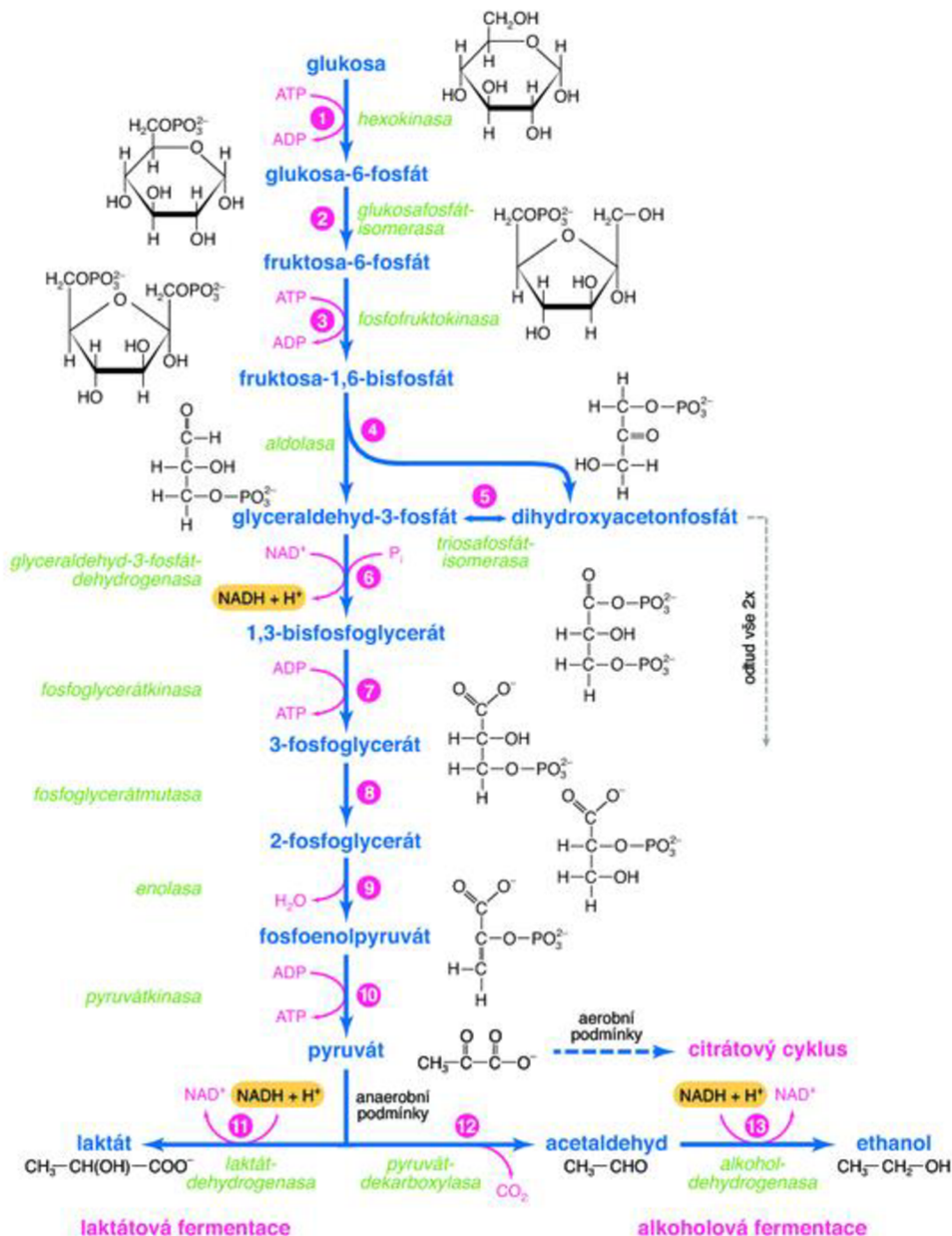
epitelovou buňku do portální krve. “Normální bazální koncentrace glukózy v krvi se pohybuje mezi 3,5-5,6 mmol/l.” Po přijmutí potravy, ze které se vstřebává glukóza do krve se zvýší glykémie (koncentrace glukózy v krvi), což vede k jejímu vychytávání hepatocyty a ukládání v podobě glykogenu v cytoplazmě buněk játrech a buňkách kosterního svalu. (Rokyta2 015) Zvýšená glykémie je zároveň podnětem pro vyplavování hormonu inzulín, který umožňuje glukóze vstoupit do buňky, kde se může ukládat v podobě glykogenu ve svalové tkáni, případně je dále přeměňována na TAG a mastné kyseliny a uložena do tukové tkáně. (Silbernagl & Despopoulus 2016) Naopak snížením hodnoty glykémie játra uvolní molekuly glukózy do krve, glukogenezí nebo syntézou z neglukózových molekul. (Rokyta 2015)

## **Glykolýza**

Proces glykolýzy (Obr. 23) čili přeměna glukózy probíhá v cytosolu buněk. Její transport je do tkání (vyjma jater) řízen inzulínem (Murray 2012), u jehož sekrece je hlavním podnětem právě glukóza. (Silbernagl & Despopoulus 2016)

V první řadě probíhá v buněčném cytosolu fosforylace glukózy na glukóza-6-fosfát, kde je donorem jednotka ATP. Glykolýza, glukoneogeneze (Obr. 26), pentózafosfátové dráhy, glykogeneze a glykogenolýza mají společnou sloučeninu glukóza-6-fosfát. Během glykolýzy glukóza-6-fosfát podléhá na sebe navazujícím reakcím (dehydrogenace, fosforylace, štěpení), které vedou ke vzniku pyruvátu (spontánní přechod mezi enol a keto formou). Pyruvát se stává výchozím bodem pro řadu reakcí v závislosti na podmínkách reakce. V anaerobním prostředí je pyruvát enzymem laktátdehydrogenázou redukován na laktát. Naopak v aerobním prostředí pyruvát přechází do mitochondrií, kde dochází k jeho oxidativní dekarboxylaci na acetyl-CoA a je dále zpracováván v citrátovém cyklu. (Murray 2012)

Energetický zisk z vlastní glykolýzy (glukóza  $\Rightarrow$  pyruvát) jsou dvě molekuly ATP, během anaerobního odbourávání pyruvátu nedochází k žádnému energetickému zisku, naopak během aerobního odbourání jedné jednotky glukózy v citrátovém cyklu dochází k zisku 36–38 molekul ATP. (Kodíček et al. 2018)



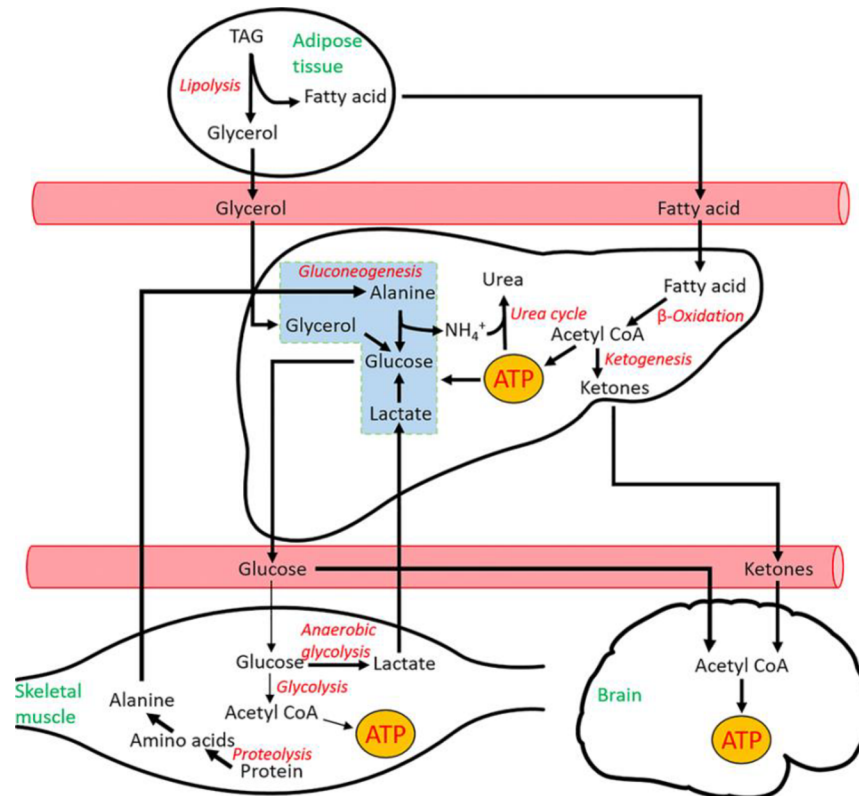
Obr. 23: Glykolýza (Kodíček et al. 2018)

## Glykogenolýza

Jedná se o proces rozkladu glykogenu. (Kodíček et al. 2018) Nezpracovaná glukóza se ukládá v podobě živočišného škrobu – glykogenu, který je ukládán v játrech, svalech nebo v podobě tuku. (Slavin & Carlson 2014) Snížením koncentrace glukózy v krvi, tudíž i inzulínu (např. při hladovění – viz Obr. 24) se zvýší sekrece glukagonu, hormonu (Murray 2012), který s noradrenalinem a adrenalinem skrze aktivaci glykogenfosforylázy započne glykogenolýzu. (Rokyta 2015) Glykogenfosforyláza je obsažena pouze v jaterní tkáni, tudíž ke glykogenolýze dochází pouze v játrech, nikoli ve svalech, kde glykogen zajišťuje energetický metabolismus pouze pro sval. (Murray 2012) Glykogen je glykofosforylázou štěpen a poté přeměněn na glukóza-6-fosfát, ze které je glukózo-6-fosfatázou odpojena fosfátová skupina a vzniklá glukóza může prostupovat do krevního řečiště. Naopak zvýšení koncentrace inzulínu v krvi



inaktivuje jaterní glykogenfosforylázu. (Rokyta 2015) Tudiž můžeme tvrdit, že “glykogenolýza není obrácenou glykogenézí, ale zvláštní metabolickou dráhou“. (Murray 2012)



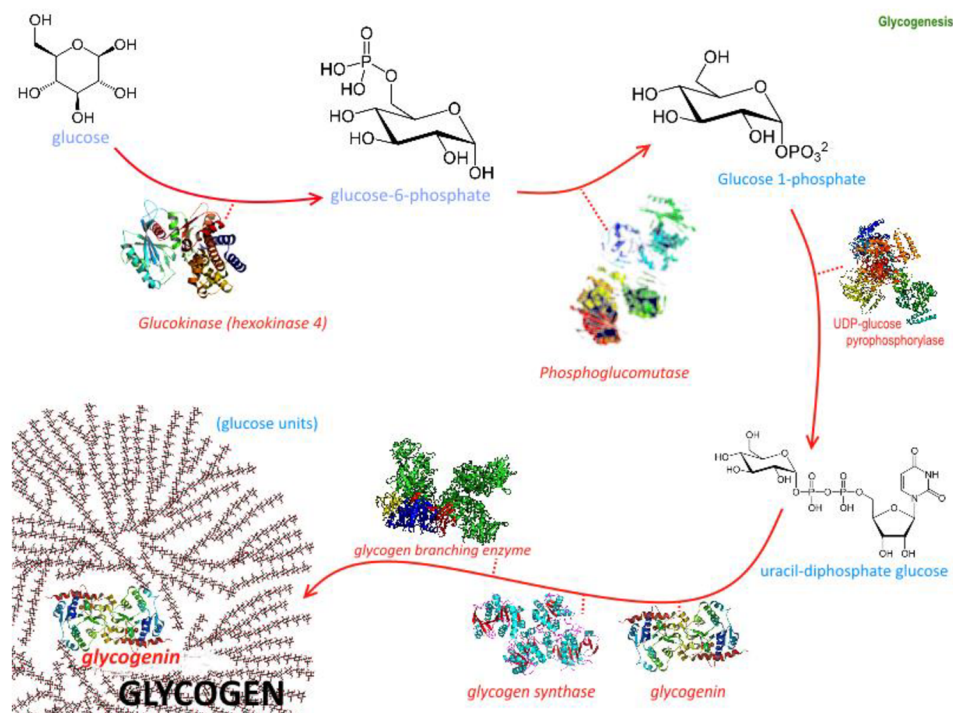
Obr. 24: Přehled metabolických drah během hladovění (Judge & Dodd 2020)

### 5.3.2.2 Anabolismus sacharidů

#### Glykogeneze

Glykogenézí (Obr. 25) se rozumí syntéza glykogenu, již zmíněného živočišného zásobního škrobu, ve svalech a játrech. Počátek glykogeneze je stejný jako glykolýzy, dochází k fosforylaci glukózy na glukóza-6-fosfát, který se katalyzovanou reakcí (fosfoglukomutázou) přemění na glukóza-1-fosfát a poté dochází k reakci s uridintrifosfátem (UTP) za vzniku nukleotidu uridindifosfátglukózy (UDPGlc). V zápětí působí glykogensyntáza, která katalyzuje připojení molekuly glukózy na glukózový zbytek na konci již existujícího glykogenu (s obsahem aspoň čtyř glukózových zbytků). Takto dvě spojené glukózy dávají vzniku  $\alpha$ -1,4-glykosidické vazbě. V případě připojení 11 glukózových zbytků dochází k větvení se vznikem  $\alpha$ -1,6-glykosidické vazby (větvicí bod). (Murray 2012) Toto větvení probíhá za přítomnosti větvicího enzymu (branching enzyme). (Roubík 2018)

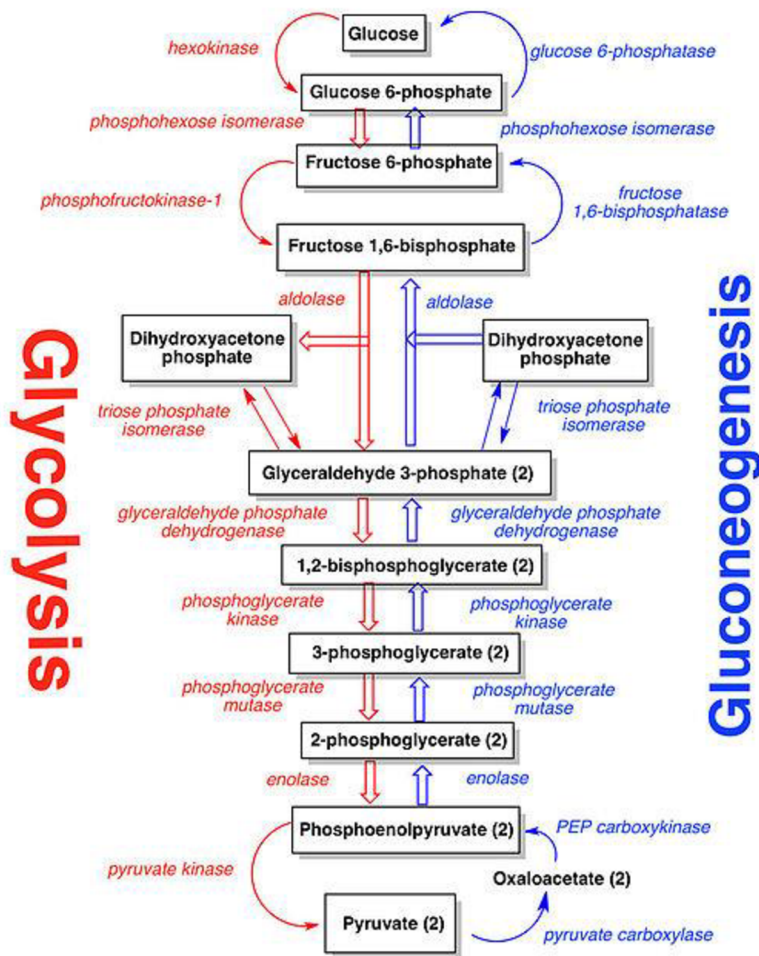
Pokud není k dispozici glykogenový zbytek, je zapotřebí tzv. glykogeninu, proteinu, který katalyzuje vznik glykogenového primeru. Glykogenový primer vzniká připojením čtyř glukózových zbytků na glykogenin. (Murray 2012)



Obr. 25: Glykogeneze (Cidade 2015)

## Glukoneogeneze

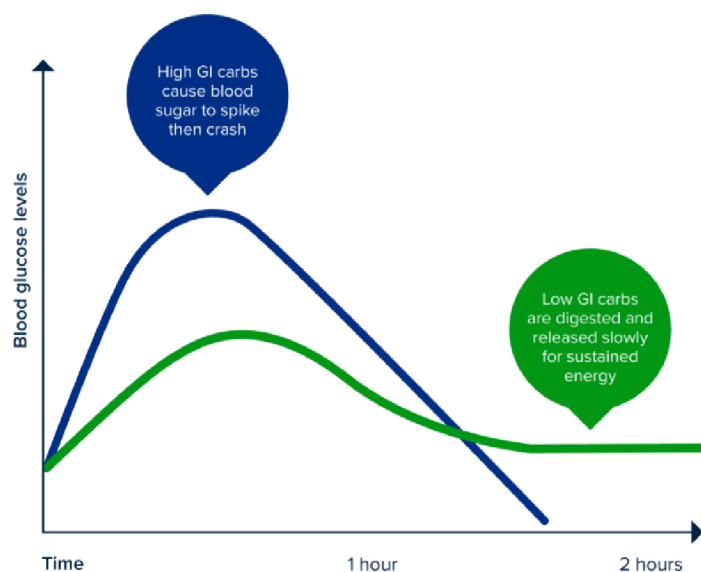
Glukoneogeneze neboli syntéza glukózy (Obr. 26) v těle je energeticky náročný proces lokalizován v cytosolu buněk. (Kodíček et al. 2018) Proces glukoneogeneze probíhající v játrech a ledvinách je stimulován glukagonem, glukokortikoidy, adrenalin, noradrenalin a hormony štítné žlázy. (Rokyta 2015) Výchozími látkami mohou být laktát, pyruvát a meziprodukty glykolýzy jako zástupci látek z katabolismu sacharidů, glycerol jako zástupce lipidů, alanin a glutamin jako zástupce glukogenních aminokyselin. Vzhledem ke zmíněným glukogenním aminokyselinám může docházet, ke sportovci nechtěné, přeměně aminokyselin ze svalů na glukózu při nedostatečném množství zásob. Ovšem tato přeměna může nastat i z aminokyselin přijatých potravou. (Roubík 2018)



Obr. 26: Porovnání glykolýzy a glukoneogenze (Medbullets team 2021)

### 5.3.3 Glykemický index (GI) a Glykemická nálož (GN)

První definice glykemického indexu byla představena jako změna koncentrace glukózy v krvi (po jídle). (Agostoni et al. 2010 cit. dle Jenkins et al. 1981) FAO/WHO definuje glykemický index jako *“přírůstek plochy pod křivkou odpovědi krevní glukózy během 1,5-3 hodin po pozření 50 g sacharidů, a vyjádřeno jako procentuální přírůstek na stejné množství sacharidů z běžné potraviny.”* (Agostoni et al. 2010 cit. dle FAO/WHO, 1998). Jednoduše řečeno, glykemický index potraviny udává, jak se v závislosti na příjmu změní krevní glykémie. Glykemický index potravin je ohodnocen na stupnici 1-100. (Bernaciková et al. 2020) Potraviny s nižším glykemickým indexem zvýší krevní glykémii méně než potraviny s vyšším glykemickým indexem (Obr. 27). (Agostoni et al. 2010) Ovšem kombinace potravin mění glykemický index přijatého jídla. (Clark 2020 cit. dle Franz 2003)

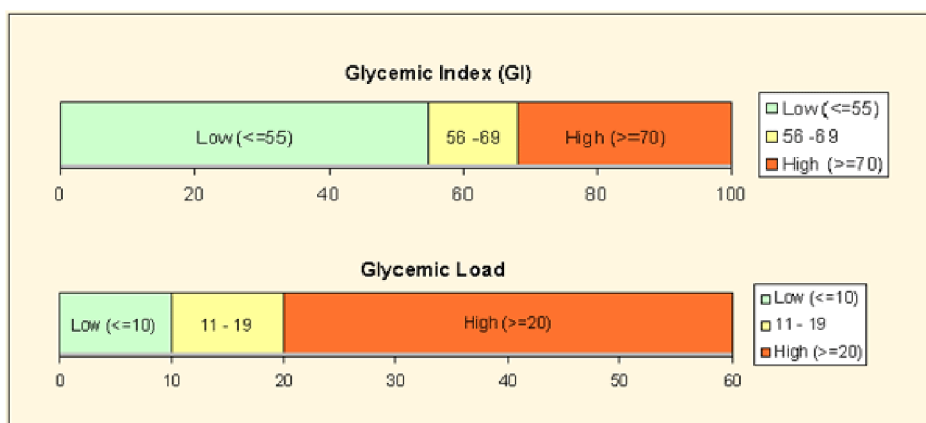


**Obr. 27:** Blood levels after eating high and low GI foods (Glycemic Index Foundation 2017)

Vzhledem k možnému zkreslení kombinací potravin se v praxi využívá glykemická nálož (Obr. 28), kde se do výpočtu zahrnuje reálná část sacharidů přecházející do krevního řečiště. Tedy se jedná o přesnější údaje pro změnu krevní glykémie v závislosti na požití potravy. (Bernaciková et al. 2020)

$$GN = GI * g \text{ sacharidů} / 100$$

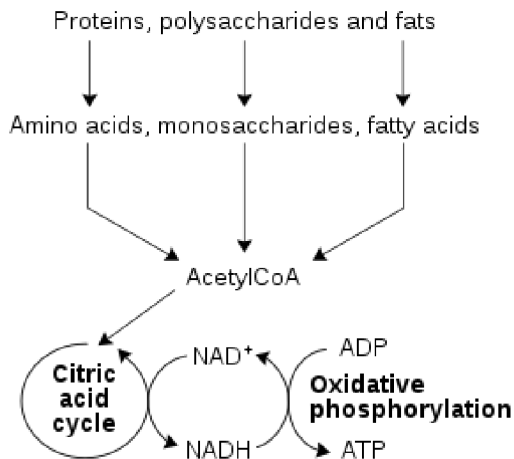
(převzato z Bernaciková et al. 2020)



**Obr. 28:** Glykemický index vs glykemická nálož (Rachita 2014)

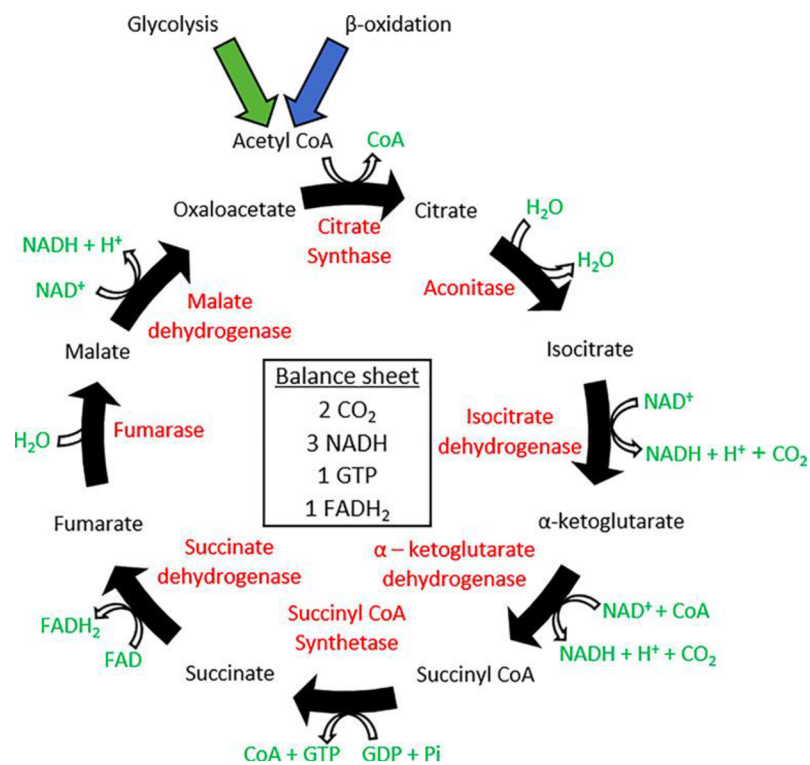


## 5.4 Citrátový cyklus (Krebsův cyklus)



**Obr. 29:** Zjednodušené schéma katabolismu (Vickers 2007)

Katabolismy všech makroživin se propojují v jednom bodu (Obr. 29) – citrátovém cyklu (Obr. 30). Během citrátového cyklu dochází k osmi důležitým krokům, ve kterých přechází výchozí molekula Acetyl-CoA → citrát → isocitrát →  $\alpha$ -ketoglutarát → sukcinyl-CoA → sukcinát → fumarát → malát → oxalacetát, na který se napojí CoA z molekuly acetyl-CoA a znovu vzniká citrát a cyklus se znovu opakuje. Citrátový cyklus může sloužit jako přechod mezi jednotlivými metabolismy makronutrientů, tudíž může docházet např. k tvorbě lipidů ze sacharidů. (Judge & Dodd 2020) Celkovým energetickým výtěžkem tohoto cyklu je 12 molekul ATP, odpadními molekulami jsou  $\text{H}_2\text{O}$  a  $\text{CO}_2$ . (Kodíček et al. 2018)



**Obr. 30:** Citrátový cyklus (Judge & Dodd 2020)

## 6 Energie a makronutrienty

### 6.1 Energetická bilance

Energetickou bilancí se rozumí poměr mezi energetickým příjmem a výdejem, poměr je nastavován vzhledem k vytyčenému cíli (redukce, nabírání nebo udržení hmotnosti). (Roubík 2018) Je udávána v jednotkách SI kilojoulech (kJ), či se užívá starší jednotka kilokalorie (kcal). Pro přepočítání mezi kcal a kJ platí: 1 kcal = 4,1868 kJ. (Vilikus 2020)

#### 6.1.1 Výdej energie

*“Mezi základní komponenty celkového energetického výdeje patří: bazální metabolismus (klidový energetický výdej, BM), fyzická aktivita (FA) a termický vliv stravy (dietou indukovaná termogeneze).“* (Bernaciková et al. 2020) *“Bazální metabolismus je definován jako minimální energie, která slouží k udržení homeostázy (udržení růstu buněk v organismu, k udržení všech klidových biochemických reakcí, k zabezpečení klidové činnosti všech orgánů). BM je měřen v podmínkách tepelného komfortu a v úplném svalovém klidu.”* (Vilikus 2020) *“Termický vliv stravy (dietou indukovaná termogeneze) představuje energii potřebnou pro trávení, odbourávání, přestavbu a ukládání přijatých živin, a ve smíšené stravě představuje 10 % z energetického příjmu.”* (Bernaciková et al. 2020) Fyzická aktivita je složkou energetického metabolismu, která nejvíce ovlivňuje množství vydané energie. (Vilikus 2020)

### 6.2 Trojpoměr živin

#### 6.2.1 Proteiny

Doporučovaný příjem pro sportovce je vyšší v porovnání s běžnou populací, aby bylo zajištěno dostatečné množství aminokyselin pro proteosyntézu. Při nedostatku proteinů v jídelníčku hrozí ztráta svalové hmoty, která může negativně ovlivnit sílu a sportovní výkon. (Januszko & Lange 2021) Adekvátní příjem proteinů tedy kompenzuje poškození svalů a podporuje regeneraci. (Jäger et al. 2017)














Vhodné zastoupení proteinů v trojpoměru živin je 10-35 % (Jäger et al. 2017), v závislosti na intenzitě a objemu zátěže (Januszko & Lange 2021), kvalitě proteinového zdroje a celkovém energetickém příjmu sportovce (Jäger et al. 2017). Celkový rozsah se mění v závislosti na literatuře, některé zdroje uvádějí 1,2-2 g/kg hmotnosti (Januszko & Lange 2021, Valenta & Dorofeeva 2018), jiné 1,4-2 g/kg hmotnosti (Jäger et al. 2017, Kerksick et al. 2018, Campbell et al. 2011, McLain et al. 2015), kde 1 g protein obsahuje 4 kcal. (Bernaciková et al. 2020) V případě redukce hmotnosti může dojít ke zvýšení příjmu na 1,8-2,7 g/kg hmotnosti. (Januszko & Lange 2021)

Obsah proteinu v jednotlivých porcích stravy by měl být 0,25 g/kg hmotnosti jedince, nebo absolutní dávka 20-40 g (10-12 g esenciálních aminokyselin, 1-3 g leucinu), ideálně každé 3-4 hodiny během dne. Bylo potvrzeno, že kombinace proteinů se sacharidy v období před sportovním výkonem může navodit maximální hodnoty svalové proteosyntézy, v období po sportovním výkonu může zrychlit obnovu svalového glykogenu a zmírnit změny markerů svalového poškození. (Jäger et al. 2017) Také příjem kaseinových proteinů 30 minut před

spaním (20-40 g) zajišťuje postupné uvolňování aminokyselin a pozitivně ovlivňuje svalovou proteosyntézu (Reis et al. 2021) bez ovlivnění lipolýzy (Jäger et al. 2017).

Jeden gram ideálního proteinu by měl obsahovat 40 mg isoleucinu, 70 mg leucinu, 55 mg lysinu, 35 mg methioninu a cystinu, 60 mg fenylalaninu a tyrosinu, 10 mg tryptofanu, 40 mg threoninu a v neposlední řadě 50 mg valinu. (Valenta & Dorofeeva 2018)

Typ a kvalita proteinu ovlivňují biologickou dostupnost aminokyselin. Zdroj proteinů (Obr. 31) může být plnohodnotný nebo neplnohodnotný, v závislosti na obsahu esenciálních aminokyselin. (Valenta & Dorofeeva 2018) V jídelníčku by mělo být cíleno na příjem plnohodnotných potravinových zdrojů protein, tedy zdrojů, které obsahují všechny esenciální aminokyseliny. (Jäger et al. 2017) Plnohodnotnými zdroji proteinů jsou maso (bohaté na glutamin), mléko, mléčné výrobky, vejce (bohaté na methionin). (Valenta & Dorofeeva 2018) Rostlinné proteiny jsou z velké části zdrojem neplnohodnotným, důvodem může být nevhodné aminokyselinové spektrum nebo obsah anutričních látek. (Roubík 2018) Ovšem vhodnou kombinací proteinových zdrojů můžeme hodnotu rostlinných proteinů zvýšit (např. kombinace obilovin a luštěnin). (Kodíček et al. 2018) Jedním z vyzdvihovaných rostlinných zdrojů je sójový protein, který má vysokou biologickou hodnotu a je dobře stravitelný, tudíž se stává optimálním zdrojem. Luštěniny jsou lépe vstřebatelné po delším ošetření. (Valenta & Dorofeeva 2018)

FOOD	PROTEIN		
	g/100 g	g/serving	% DRV*
 minced beef (5% fat)	22.7 g	75 g serving: 17 g	29%
 chicken breast	28.4 g	75 g serving: 21.3 g	37%
 salmon	25.3 g	100 g serving: 25.3 g	44%
 whole egg	14.1 g	50 g serving or 1 egg: 7 g	12%
 gouda cheese	25.3 g	50 g serving: 12.7 g	22%
 goat's cheese	21.1 g	50 g serving: 10.6 g	18%
 milk (full fat)	3.5 g	200 ml serving: 7 g	12%
 milk (semi skimmed)	3.4 g	200 ml serving: 6.8 g	12%
 red kidney beans	8.6 g	100 g serving: 8.6 g	15%
 nut mix	23.8 g	25 g serving: 5.9 g	10%
 pasta (cooked)	5.5 g	150 g serving: 8.3 g	14%
 quinoa (cooked)	4.4 g	150 g serving: 6.6 g	11%
 rolled oats	10.9 g	50 g serving: 5.5 g	9%

\*based on g per serving values

Obr. 31: Obsah proteinů ve vybraných potravinách (Eufic 2019)

## 6.2.2 Lipidy

Vhodné zastoupení lipidů v trojpoměru živin se mění dle autora, někteří uvádějí 25-30 % celkového energetického příjmu (Januszko & Lange 2021), jiní autoři uvádějí 30-35 % (Schwingshackl et al. 2021). Celkově je doporučen vyšší příjem mononenasycených (MUFA) a polynenasycených mastných kyselin (PUFA), nižší příjem nasycených mastných kyselin, a především vyhýbání se průmyslových transmastných kyselin. (Schwingshackl et al. 2021) Polynenasycené mastné kyseliny (PUFA) redukují oxidační stres, zánětlivost, riziko kardiovaskulárních chorob, svalovou bolest a zvyšují svalovou proteosyntézu. Nenasycené mastné kyseliny jako omega-3, EPA a DHA zvyšují svalovou anabolickou odpověď na hyperinzulinemii a hyperaminoacidemii. (Januszko & Lange 2021)

Tak jako u proteinů, je vhodný denní příjem lipidů rozložit do několika porcí rovnoměrně v průběhu dne, zhruba 20-30 g tuků na porci (Roubík 2018), kde 1 g lipidů obsahuje 9 kcal. (Bernaciková et al. 2020) Příjem lipidů ve větším množství v jedné porci snižuje inzulínovou senzitivitu a snižuje momentální hladinu testosteronu. Také není vhodné vynechávat příjem lipidů ve snídani, jelikož snídaně určuje nastavení metabolismu na celý den. Zároveň by měl být příjem lipidů v období kolem tréninku nižší, vzhledem ke zpomalování trávení a vstřebávání ostatních makronutrientů. (Roubík 2018)

Vhodným zdrojem nasycených lipidů je maso, vejce a mléčné výrobky. (Roubík 2018) Mořské ryby jsou zdrojem omega-3 nenasycených mastných kyselin. Rostlinné oleje obsahují vyšší podíl nenasycených mastných kyselin, také ořechy obsahují mononenasycené mastné kyseliny, obsahují navíc látky jako foláty, vitamin B3 a B1, hořčík a vlákninu. (Clark 2020)

## 6.2.3 Sacharidy

Vhodné zastoupení sacharidů v trojpoměru živin je 45-65% (Slavin & Carlson 2014), kde 1 g sacharidů obsahuje 4 kcal. (Bernaciková et al. 2020) Kalorická potřeba pro sportovce se střední nebo vysokou zátěží může být 40-70 kcal/kg na den v závislosti na intenzitě a frekvenci tréninků. Doporučený denní příjem sacharidů je velmi proměnlivý, pohybuje se od 4-5 g/kg do 8-10 g/kg, ovšem ve sportech s vysokou zátěží (jako jsou bojové sporty) se může horní hranice posunout až na 10-12 g/kg. Vhodné množství sacharidů je spojováno s větší silou a zásobami svalového glykogenu. Sacharidy, jak bylo zmíněno v předešlých kapitolách, mohou být metabolizovány aerobně či anaerobně dle typu zátěže. (Januszko & Lange 2021)

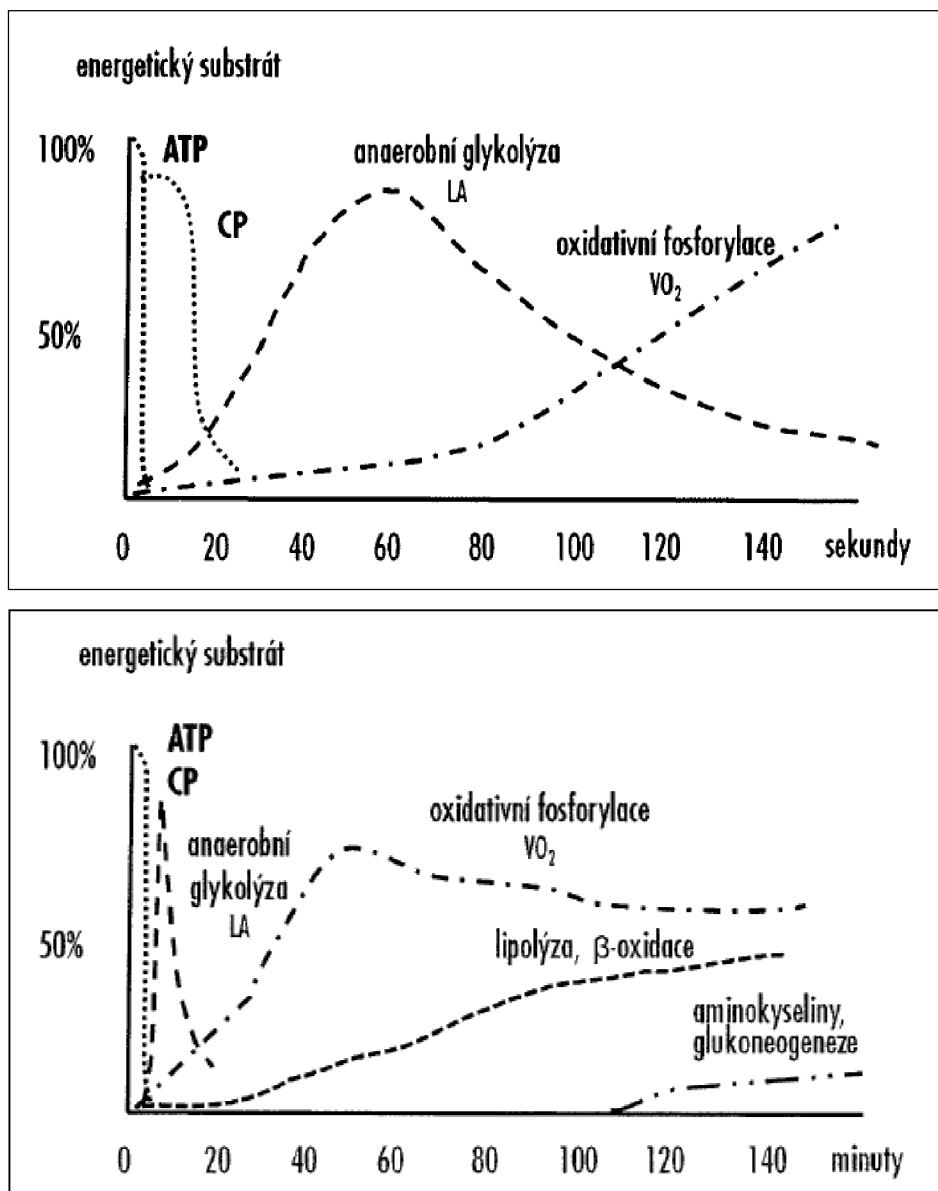
Základním faktorem sportovní výživy pro efektivnost je načasování, které může ovlivnit svalovou proteosyntézu, obnovení a opravu tkání. Sacharidy jsou nejdůležitější předtréninkovým makronutrientem. Jedna ze studií ukázala, že sportovci, kteří konzumovali potravu 3 hodiny před fyzickou zátěží, měli vyšší vytrvalost než sportovci trénující nalačno. Další studie vyvodila, že konzumace potravy před fyzickou zátěží zvýšila oxidaci sacharidů a využití svalového glykogenu. (Januszko & Lange 2021)

Potraviny s vysokým GI rapidně zvyšují hladinu glukózy v krvi, a jejich konzumace je vhodná bezprostředně před nebo po fyzické zátěži. Naopak potraviny s nízkým GI mají déle trvající efekt, díky postupnému vstřebávání, což je výhodné 1,5-2 hodiny před fyzickou zátěží. (Valenta & Dorofeeva 2018) Sportovci s více fázovými tréninky by měli konzumovat potraviny s vyšším GI, aby zrychlili obnovu glykogenových zásob. Příjem sacharidů po fyzické zátěži je

důležitý pro obnovu glykogenu, který byl vyčerpán během fyzické zátěže. Bylo prokázáno, že příjem potravin s nízkým GI může zvýšit odolnost během tréninku v porovnání s potravinami s vysokým GI. Nicméně typ, intenzita a délka časového úseku mezi tréninky hraje kritickou roli. Jeden z typů sacharidových látek používaných sportovci jsou maltodextriny, polymery obsahující jednotky glukózy, jejichž požitím lze předcházet hypoglykemickým stavům, což může podpořit sportovní výkon. (Januszko & Lange 2021)

Zdrojem sacharidů v jídelníčku může být především zelenina, ovoce, celozrnné produkty, mléko a mléčné výrobky. Obilniny a určitá zelenina (např. kukuřice, brambor) jsou bohaté na škrob. Další důležitou složkou potravy je vláknina, nestravitelná forma sacharidů obsažená především v rostlinné stravě. Strava s vysokým obsahem vlákniny vykazuje mnoho zdravotních benefitů, jako zdravé vyprazdňování, zvyšuje pocit sytosti, redukuje riziko ischemické choroby srdeční, cukrovky, obezity a dalších chronických chorob. Vhodný příjem vlákniny je 14 g na 1000 kcal. Je vhodné vybírat potraviny s vysokým obsahem vlákniny, např. celozrnný chléb, cereálie nebo luštěniny. Ovoce a zelenina nemají vysoký obsah vlákniny, ovšem obsahují důležité mikronutrienty, podobně jako mléko a mléčné výrobky. (Slavin & Carlson 2014)

## 6.3 Energetické krytí zátěže



Obr. 32: Zdroje energie při zátěži různé délky trvání (Vilikus 2020)

### 6.3.1 Rychlostní zátěž

Doba trvání rychlostní zátěže je cca 10-20 sekund (u špičkových sportovců). Zdrojem energie se stávají fosfáty s makroergními vazbami, tedy adenosintrifosfát (ATP) a kreatinfosfát (CP) (Obr. 32), které se po několikaminutové pauze obnoví a lze rychlostní zátěž znovu opakovat. (Vilikus 2020)

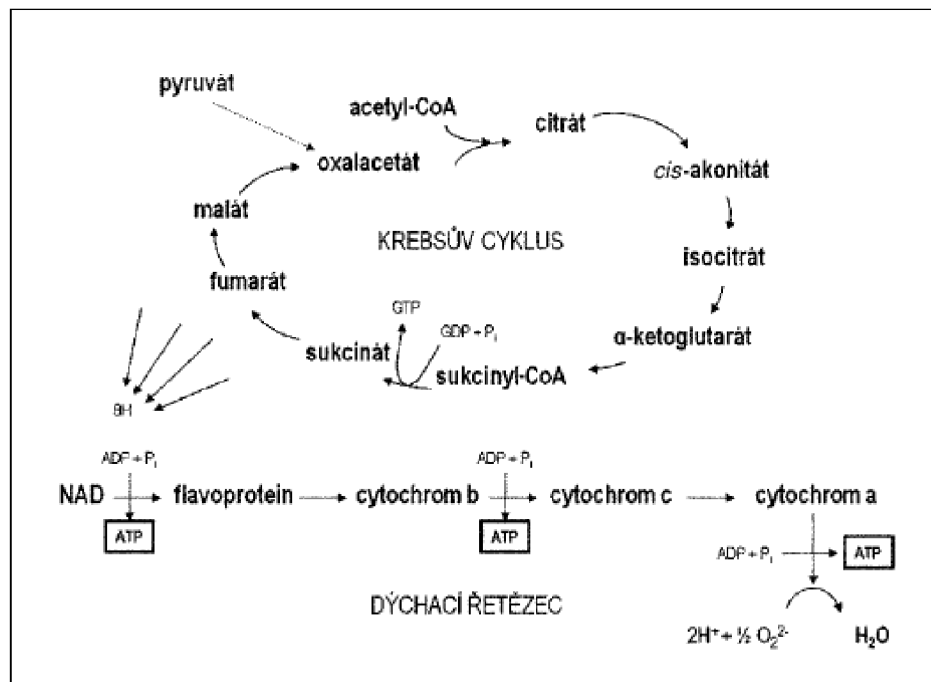
### 6.3.2 Rychlostně-vytrvalostní zátěž

Doba trvání rychlostně-vytrvalostní zátěže je 45-60 sekund, která neprobíhá v naprostém maximu (rychlost resyntézy energetický zdrojů není dostatečná). Zdrojem energie

je ATP a CP, kde je k jejich obnově využíván jako substrát glykogen. Kvůli vyšší intenzitě zátěže jsou z glykogenu odštěpovány jednotky glukózy, které podléhají anaerobní glykolýze za vzniku kyseliny mléčné (LA, laktátu) (Obr. 32). *“Anaerobní glykolýza má sice mnohem menší energetickou výtěžnost než oxidativní fosforylace (jen 2mmol ATP z 1 mmol glukózy), ale nastupuje rychleji.”* Tuto zátěž lze ve stejné intenzitě a kvalitě zopakovat po cca po 24 hodinách odpočinku. (Vilikus 2020)

### 6.3.3 Krátkodobá vytrvalostní zátěž

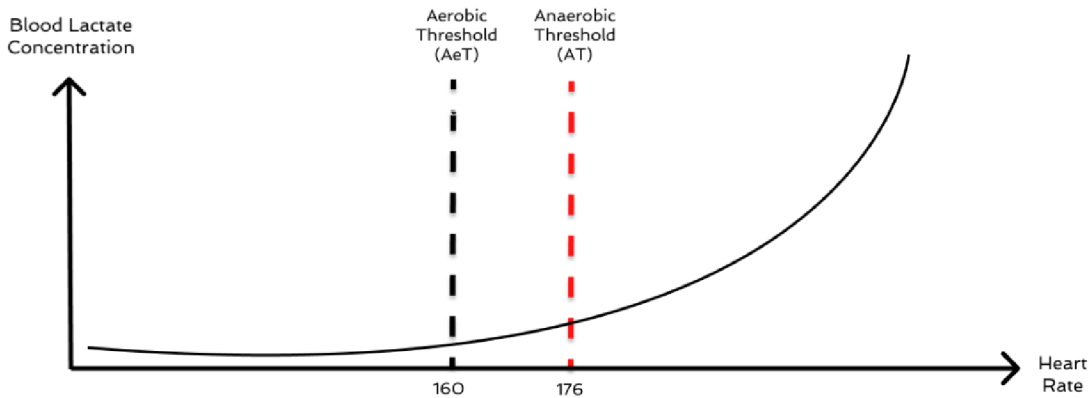
Doba trvání je 105-120 sekund. Zdrojem pro obnovu ATP je zejména glukóza, která podléhá anaerobní glykolýze za vzniku laktátu (Obr. 32), ovšem se začíná uplatňovat oxidativní fosforylace (viz Obr. 33). Po cca 120 sekundách zátěže se oxidativní způsob uplatňuje z více než 50 %, ovšem při krátkodobé vytrvalosti se stále majoritně tvoří laktát. Regenerace (obnovení fosfátů, odstranění laktátu) po krátkodobé vytrvalostní zátěži trvá 1-2 dny. (Vilikus 2020)



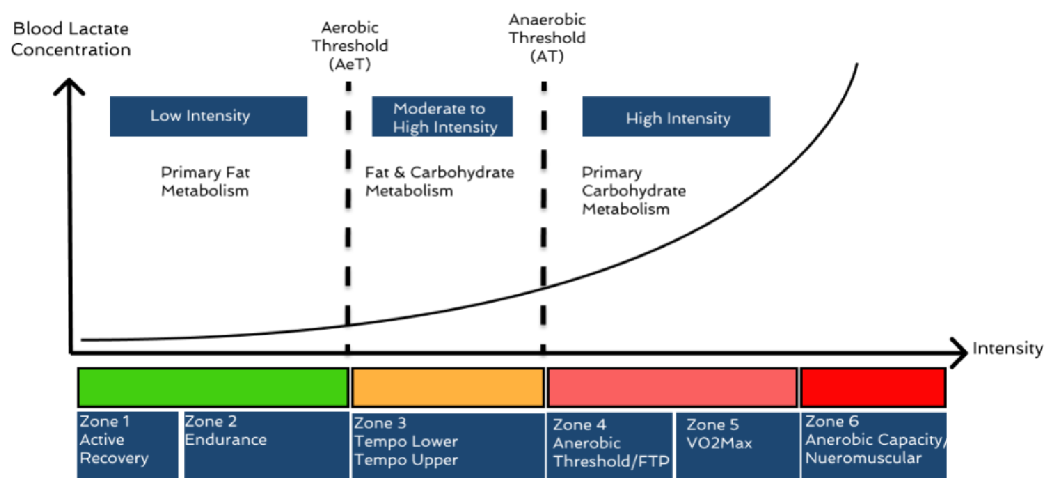
Obr. 33: Oxidativní fosforylace (Vilikus 2020)

### 6.3.4 Střednědobá vytrvalostní zátěž

Doba trvání je 3:30-13 minut. Zdroje pro obnovu ATP je zejména glukóza, která podléhá oxidativní fosforylaci (Obr. 32). Oxidativní fosforylace je nyní majoritní reakce. Tvorba laktátu je podstatně nižší, naopak dochází k jeho odbourávání v případě, že intenzita fyzické zátěže nepřesáhne anaerobní práh (Obr. 34, Obr. 35). Regenerace po střednědobé zátěži do původního stavu trvá 2-3 dny. (Vilikus 2020)



**Obr. 34:** Laktátová křivka v závislosti na srdeční frekvenci (Hayes 2020)



**Obr. 35:** Laktátová křivka v závislosti na intenzitě zátěže (Hayes 2020)

### 6.3.5 Dlouhodobá vytrvalostní zátěž

Doba trvání je 13-60 minut. Zdrojem pro obnovu je v prvních 20-30 minutách primárně glukóza podléhající oxidativní fosforylaci, poté se jako další zdroj přidávají lipidy (triacylglyceroly), které podléhají lipolýze (Obr. 32). Oxidativní fosforylace je majoritní reakcí, ovšem při prodlužování zátěže se podíl lipolýzy zvyšuje. Při dlouhodobé fyzické zátěži je možné zůstat pod úrovní anaerobního prahu, případně jej překročit (Obr. 34, Obr. 35). Pokud při překročení anaerobního prahu dojde k vyčerpání glykogenových zásob, sníží se sportovní výkon, jelikož resyntéza ATP z lipidových zdrojů je cca 20x pomalejší než z kreatinfosfátu, a cca 2x pomalejší než z glukózy. Během překročení anaerobního prahu dochází ke zvýšené tvorbě laktátu. Dlouhodobou vytrvalostní zátěž lze po plné regeneraci opakovat po 3-4 dnech. (Vilikus 2020)



### **6.3.6 Silová zátěž**

Silová zátěž v bojových sportech trvá velmi krátce, je omezena na provedení úderů (např. box), či je kombinována s obratností (např. zápas) – některé bojové sporty obsahují obě složky. Silová zátěž pro zvýšení síly obsahuje menší počet opakování v sérii, naopak při rýsovacím tréninku je počet opakování vyšší s nižší hmotností závaží. Na počátku cviku je zdrojem energie ATP a CP. Se vzrůstajícím počtem opakování se začíná uplatňovat anaerobní glykolýza na obnovu ATP a CP, v období konce série je CP téměř vyčerpán a razantně vzrůstá koncentrace laktátu. Při silové zátěži většinou nedochází k vyčerpání glykogenových zásob ve svalu, jelikož poměr fyzické práce a odpočinku je v silovém tréninku 1:3 až 1:4. Při silovém cvičení dochází k urychlování metabolismu – oxidativní fosforylace, lipolýzy, což není zanedbatelné pro celkový výdej energie a úbytek tukové hmoty. (Vilikus 2020)

## 7 Doplnky stravy

Doplnky stravy je vhodné aplikovat až po správném nastavení celkové výživy sportovce (viz Obr. 36). (Šindelář & Roubík 2020)



Obr. 36: Pyramida moderní výživy (Šindelář & Roubík 2020)

### 7.1 Proteinové přípravky

Nejčastěji užívanými proteinovými suplementy s obsahem esenciálních aminokyselin je syrovátka (whey protein), kasein a sójový protein. (Campbell et al. 2011)

Mléčné syrovátkové bílkoviny jsou uznávány jako vhodné složky potravy kvůli několika výhodám spojeným s jejich pravidelným příjmem, včetně kontroly chuti k jídlu, regenerace při cvičení a podpory sytosti. (Minj & Anand 2020)

Užívání syrovátky (whey protein) či kaseinu po cvičení zvyšuje syntézu svalových proteinů, ačkoliv dochází k různým odpovědím v krevním spektru aminokyselin. (Tipton et al. 2004) Což potvrzuje a prohlubuje i další studie: konzumace syrovátkového hydrolyzátu nebo sójového proteinu stimuluje syntézu svalových vláken více než kasein. Zároveň při konzumaci hydrolyzátu po zátěži došlo k vyšší stimulaci syntézy než po konzumaci sójového proteinu. (Tang et al. 2009) Tyto závěry mohou být ovlivněny rychlostí trávení jednotlivých proteinů či rozdílným obsahem leucinu. (Tang et al. 2009, Pennings et al. 2011) Dokonce jedna ze studií došla k závěru, že požitím 23 g bílkovin s 5 g přidaného leucinu bylo dosaženo téměř maximální frakční míry syntézy myofibrilárních proteinů kosterního svalu, když tuto znalost převedeme, tak se optimalizuje tréninková adaptace a sportovní výkon. (Rowlands et al. 2015)

Celkově lze ze studií konstatovat, že syrovátkový protein pomáhá budovat a udržovat svalovou hmotu, pomáhá sportovcům při regeneraci po vysoké zátěži a zvyšuje svalovou sílu v reakci na silový trénink. (Tipton et al. 2004, Tang et al. 2009, Cribb et al. 2006)

#### 7.1.1 Syrovátkový (whey) protein

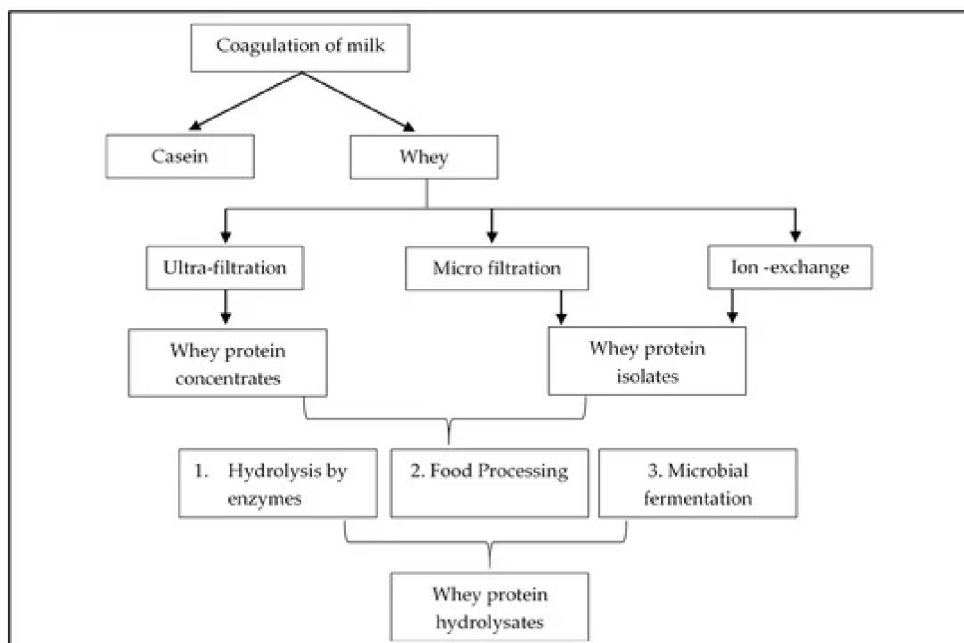
Syrovátkový protein je mimo jiné i adekvátním zdrojem bioaktivních látek, sacharidů a je nejbohatším zdrojem BCAA (26 %). (Vilikus 2020) Bioaktivními látkami mohou být  $\beta$ -laktoglobulin ( $\beta$ -La),  $\alpha$ -laktalbumin ( $\alpha$ -La), bovinní sérový albumin (BSA), laktoferrin (LF), laktoperoxidáza (LPO), glykomakropeptid (GMP), proteáza-pepton (viz Tab. 3). (Mehra et al. 2021)

**Tab. 3:** Fyzikálně-chemické vlastnosti syrovátkových proteinů a jejich vlastnosti ve zdraví a nemocech. (Mehra et al. 2021)

Protein	Koncentrace (g/L)	Molekulární hmotnost (Kilodalton)	Izoelektrický bod (pI)	Obsah syrovátkového proteinu (%)	Aminokyselinové zbytky	Zdravotní atributy
<b>β-laktoglobulin (β-La)</b>	3-4	18,4	5,2	50–55	162	Zdroj BCAA včetně cysteinu, působí jako nosná molekula, modulují lymfatickou odezvu, mají vynikající želírovací schopnost, stabilizační vlastnosti, působí antihypertenzivně a hypocholesterolemicky
<b>α-laktalbumin (α-La)</b>	1,5	14,2	4,7-5,1	20–25	123	Zdroj EAA* a BCAA, hlavní tryptofan, protirakovinný účinek, antiproliferativní účinky, pozitivní vliv na žaludeční sliznici, doplňky stravy pro kojence, zvyšují hladinu serotoninu v mozku.
<b>Imunoglobuliny (Igs)</b>	0,6-0,9	150-1000	5,5-8,3	10–15	X	Imunomodulační vlastnosti, opioidní aktivita, léčba HIV, pasivní imunita
<b>Bovinní sérový albumin (BSA)</b>	0,3-0,6	69	4,7-4,9	5–10	582	Zdroj EAA, syntéza lipidů, inhibice růstu nádorů, inhibice růstu lidské prsní buněčné linie (MCF-7)
<b>Laktoferrin (LF)</b>	0,05	78	8,0	1–2	700	glykoprotein, který váže železo s antioxidantním, antibakteriálním a antivirovým účinkem.
<b>Laktoperoxidáza (LPO)</b>	0,006	89	9,6	0,5	612	Antibakteriální, redukce peroxidu vodíku, neimunní látka, biologický obranný mechanismus
<b>Glykomakropeptid (GMP)</b>	1,2-1,5	8.6	4,0-4,8	10–15	102–169	Zdroj BCAA a N-acetyl-nekromové kyseliny, účinný proti fenylketonurii (PKU)
<b>Proteáza-pepton</b>	0,5	4-20	X	20–25	136	Směs proteinů a peptidů, která zůstane v roztoku po zahřátí/okyselení (pH-4,7)

\*EAA – esenciální aminokyseliny

Použitím selektivních metod (chromatografická separace, membránová separace, ultrafiltrace, fermentace, nefermentační techniky (Mehra et al. 2021) se po srážení mléka extrahují syrovátkové bílkoviny ve dvou hlavních formách: koncentráty syrovátkových bílkovin (WPC – Whey Protein Concentrate) a izoláty syrovátkových bílkovin (WPI – Whey Protein Isolate) (Obr. 37). (Minj & Anand 2020)



**Obr. 37:** Výroba derivátů syrovátkových bílkovin (Minj & Anand 2020)

Syrovátkový koncentrát je méně průmyslově zpracovaný, má nižší obsah proteinů než syrovátkový izolát. Vzhledem ke skutečnosti, že syrovátkový izolát podléhá vyššímu průmyslovému zpracování, obsahuje menší podíl sacharidů (např. laktózy), tuků a prahová hodnota proteinů je 90 %. Porovnání syrovátkových proteinů lze vidět v Tab. 4. Navazující úpravou izolátů i koncentrátů může být hydrolyzace, tedy enzymatické neštěpení proteinů, které zajišťuje jednodušší stravitelnost, tím pádem i rychlejší vstřebatelnost. Tímto procesem vznikají hydrolyzované izoláty nebo hydrolyzované koncentráty, tedy hydrolyzované syrovátkové proteiny (WPH – Whey Protein Hydrolysate). Konečné složení hydrolyzátů je závislé na procesu štěpení proteinů, typu použitých enzymů, podmínkách atd., proto se měří stupeň hydrolyzy. Čím je vyšší stupeň hydrolyzy, tím je obsaženo více krátkých peptidů (di- a tripeptidů) a jednotlivých aminokyselin, a zároveň se zvyšuje hořkost. Nevýhodou vyššího čištění a štěpení izolátů je menší obsah proteinových frakcí jako laktoferrinů,  $\beta$ -laktoglobulinů a imunoglobulinů, tudíž dochází k nižším bioaktivním účinkům (Minj & Anand 2020). Naopak výhodou je nižší alergenní potenciál syrovátkových proteinů (Šindelář & Roubík 2020).

**Tab. 4:** Rozdílné typy syrovátkových produktů (Šindelář & Roubík 2020 dle Dairy council 2013)

Produkt	Koncentrace proteinu	Laktóza	Tuk	Informace
Syrovátkový koncentrát (WPC)	25-89 % (nejčastěji kolem 80 %)	4-52 %	1-9 %	Nejvíce rozšířený a nejlevnější typ syrovátkových produktů
Syrovátkový proteinový izolát (WPI)	90-95 %	0,5-1 %	0,5-1 %	Nižší obsah tuku a laktózy
Hydrolyzovaný proteinový koncentrát	>80 %	<8 %	<10 %	Velmi rychlá absorpce
Hydrolyzovaný proteinový izolát	>90 %	0,5-1 %	0,5-1 %	Velmi rychlá absorpce, nižší obsah tuku a laktózy, nízký alergenní potenciál.

Momentálně nejšetrnější a nejkvalitnější metodou pro zpracování syrovátky je “cross flow microfiltration“ (CMF), kde dochází k mikrofiltraci přes keramické filtry. Touto metodou se získává syrovátkový proteinový koncentrát s nejvyšší nutriční hodnotou, díky zachování vysokého množství bioaktivních látek a pouze zanedbatelného množství mléčných lipidů a laktózy. (Vilikus Z. 2020, Šindelář & Roubík 2020)

### 7.1.2 Kaseinové proteiny

Rozdíl mezi kaseinem a syrovátkou je primárně v rychlosti trávení a vstřebávání. Syrovátka je podstatně rychleji vstřebatelná proti kaseinu, který se vstřebává po dobu 6-8 hodin. Po požití kaseinu dochází, v kyselém prostředí žaludku, k tvorbě micel, ze kterých se průchodem střev postupně uvolňují peptidy a aminokyseliny. (Šindelář & Roubík 2020) Výhodami kaseinu je jeho antikatabolický účinek (Vilikus 2020) a vysoký obsah vápníku (Šindelář & Roubík 2020).

Nejkvalitnějšími kaseinovými produkty na trhu je micelární kasein a hydrolyzovaný kasein. Micelární kasein je vyráběn metodou CMF z odstředěného mléka a obsahuje koloidní částice (micely). (Vilikus 2020, Šindelář & Roubík 2020) Hydrolyzovaný kasein obsahuje proteiny naštěpené na di- a tripeptidy, které jsou určeny rovnou ke vstřebávání. Obsahuje vyšší množství aminokyselin argininu, glutaminu a threoninu (než syrovátkový protein), které mají inzulinogenní vlastnosti. (Šindelář & Roubík 2020)

### 7.1.3 Druh, dávkování, příprava proteinových doplňků

Druh proteinového přípravku by měl sportovec volit s ohledem na potřebnou rychlost vstřebávání. Potřebuje-li rychle vstřebatelný protein (před ranní tréninkovou jednotku nebo mezi tréninkovými jednotkami) je vhodný syrovátkový hydrolyzát. Pokud není potřeba rychlé vstřebatelnosti, nejvhodnějším proteinovým přípravkem v průběhu dne je CMF koncentrát

s obsahem bioaktivních látek. Vhodným přípravkem ve večerních hodinách je kasein, který se bude trávit a vstřebávat postupně. Hydrolyzovaný kasein je vhodný po večerní tréninkové jednotce vzhledem k jeho inzulinogenním vlastnostem. (Šindelář & Roubík 2020)

Vhodné množství v jedné dávce proteinového přípravku je 20-40 g proteinů s ideálním obsahem 1,5-3 g leucinu (Šindelář & Roubík 2020), naopak UFC Performance Institute 2021 tvrdí, že jedna dávka proteinového přípravku by měla obsahovat 20-50 g proteinu z toho >2 g leucinu. Na Obr. 38 lze vidět přibližný profil esenciálních aminokyselin včetně leucinu z různých proteinových zdrojů.

Tato denní dávka může být rozmíchána ve vodě či mléce. Mléko sníží rychlost vstřebávání, tudíž je nutné uvážit načasování, ale naopak může zlepšit senzorické vlastnosti. Denní příjem proteinových přípravků je samozřejmě závislý na příjmu veškerých proteinů z pevné stravy a potravinových doplňků v jídelníčku. (Šindelář & Roubík 2020)

ESSENTIAL AMINO ACID	MILK PROTEIN ISOLATE	WHEY PROTEIN ISOLATE	WHEY PROTEIN HYDROL.	CASEIN	SOY PROTEIN ISOLATE	EGG PROTEIN
Isoleucine	4.4	6.1	5.5	4.7	4.9	5.7
Leucine	10.3	12.2	14.2	8.9	8.2	8.4
Lysine	8.1	10.2	10.2	7.6	6.3	6.8
Methionine	3.3	3.3	2.4	3.0	1.3	3.4
Phenylalanine	5.0	3.0	3.8	5.1	5.2	5.8
Threonine	4.5	6.8	5.5	4.4	3.8	4.6
Tryptophan	1.4	1.8	2.3	1.2	1.3	1.2
Valine	5.7	5.9	5.9	5.9	5.0	6.4
<b>Total BCAAs</b>	<b>20.4</b>	<b>24.2</b>	<b>25.6</b>	<b>19.5</b>	<b>18.1</b>	<b>20.4</b>
<b>Total EAAs</b>	<b>42.7</b>	<b>49.2</b>	<b>49.8</b>	<b>40.7</b>	<b>36.0</b>	<b>42.3</b>

**Obr. 38:** Přibližný profil esenciálních aminokyselin různých zdrojů proteinů (Hulmi et al. 2010)

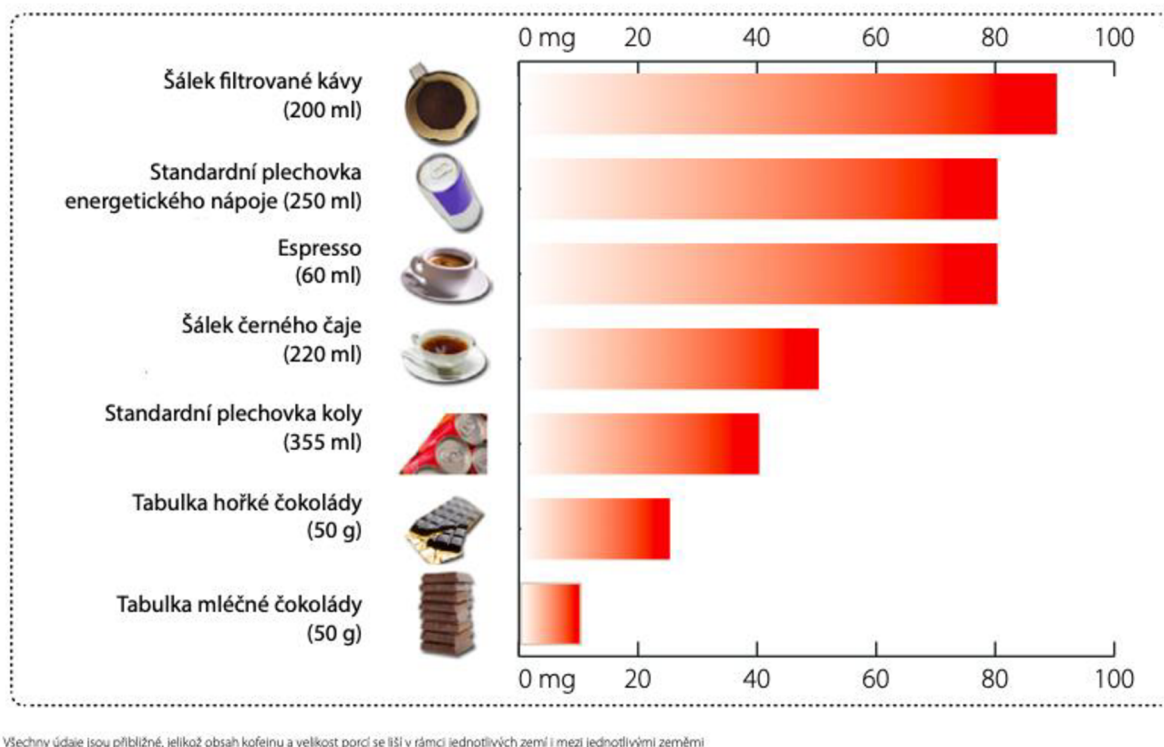
## 7.2 Kofein

Kofein je velmi využívaným doplňkem stravy, chemicky patří do skupiny alkaloidů (konkrétně methylxantinů) (Šindelář & Roubík 2020), s dobře známým přínosem pro vytrvalostní sportovní výkony, maximální výkony a sprinty. Nejen, že zvyšuje uvolňování endorfinů a zlepšuje nervosvalové funkce, kognitivní funkce a vnímání únavy, ale je i diuretikem, tedy podporuje zvýšený výdej moči, což by mohlo být pozitivním vlivem při předzápasové redukci hmotnosti. (UFC Performance Institute 2021) Dalším přínosem kofeinu je zlepšení úrovně síly, výkonu a odolnosti svalů horních končetin. (López-González et al. 2018)

Konkrétně při užití dávky 5 mg/kg došlo ke zlepšení izometrické síly o +5 % a intermitentní síly horní poloviny těla o +7 % u sportovců v grapplingu. To naznačuje, že kofein by mohl pomoci udržet vysokou úroveň maximální síly v úchopu, zejména ve svalech předloktí, což je velmi výhodné např. pro zápasníky Jiu-jitsu. (Lopes-Silva et al. 2021)



Další studií bylo zjištěno, že suplementace 3-6 mg/kg kofeinu zvyšuje glykolytický příspěvek k energetickému metabolismu během zápasů či tréninkových simulacích, což se projevilo zvýšením hladiny laktátu v krvi. (López-González et al. 2018)



**Obr. 39:** Obsah kofeinu v běžných potravinách (EFSA 2015)

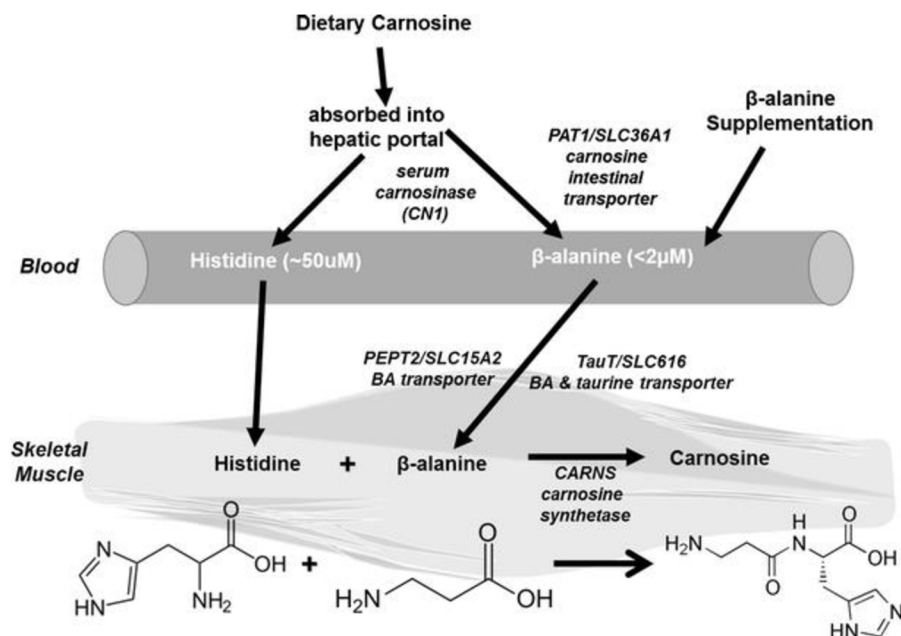
Ideální dávkování, pro trénované i netrénované jedince, se pohybuje mezi 3-6 mg/kg. Minimální dávka účinná na sportovní výkon je 2 mg/kg, ovšem vysoké dávky (9 mg/kg) nejsou spojovány s dalším zlepšením sportovních výkonů, naopak jsou asociovány s vyšším výskytem vedlejších účinků. Vedlejšími účinky mohou být: tachykardie, úzkost, bolest hlavy, nespavost, zhoršená kvalita spánku. Pro snížení rizika negativního účinku na spánek je doporučeno načasovat příjem v časnějším hodinách dne. (Guest et al. 2021) Načasování vzhledem k tréninkové jednotce závisí na formě doplňku. Kofeinové tablety je vhodné přijmout 60 minut před tréninkem, kofeinové žvýkačky 5-15 minut, v případě kávy či Coca coly asi 40 minut. U všech suplementů je nutno přihlídnout k dávce, konkrétně u kávy se jedná o velmi malou dávku (viz Obr. 39) ve srovnání s přepočtem doporučené dávky na hmotnost sportovce. Šálek kávy tedy bude stimulovat nervový systém, ale nebude mít efekt při fyzickém výkonu. (Šindelář & Roubík 2020) Také bylo zjištěno, že příjem kofeinu v kombinaci se sacharidy zvýšil účinek na sportovní výkon oproti samotnému kofeinu. (Guest et al. 2021)

### 7.3 $\beta$ -alanin

$\beta$ -alanin je neesenciální aminokyselina, která má ergogenní (zvyšující účinek fyzické činnosti) potenciál vzhledem k jeho roli v karnosinové syntéze. (Kerksick et al. 2018) Karnosin je cytoplazmatický dipeptid složený z aminokyselin L-histidinu a  $\beta$ -alaninu. Limitujícím



prekurzorem pro biosyntézu karnosinu je právě  $\beta$ -alanin (Obr. 40) (Campbell et al. 2011, Vilikus 2020). Doplněním  $\beta$ -alaninu se zvyšuje hladina intramuskulárního karnosinu (Campbell et al. 2011, Vilikus 2020), který zvyšuje intracelulární pufrovací kapacitu, čímž chrání před hromaděním vodíkových kationtů a nadměrným hromaděním kyseliny mléčné (laktátu) (UFC Performance Institute 2021), tedy snižuje metabolickou (laktátovou) acidózu vznikající během intenzivní zátěže až o 19 % (Vilikus 2020). Karnosin váže volné vodíkové kationty na atom dusíku v imidazolovém jádře, působí jako pufr, a je schopen zvýšit pufrovací kapacitu až o 15 %. (Vilikus 2020)



**Obr 40:** Schéma regulačních bodů pro dodávku karnosinu/ $\beta$ -alaninu a následnou syntézu karnosinu v kosterním svalu (Stellingwerff et al. 2012)

Samozřejmě logickou úvahou je suplementace karnosinu namísto  $\beta$ -alaninu, ovšem při příjmu je karnosin rychle rozkládán na  $\beta$ -alanin a L-histidin. Což znamená, že požití karnosinu nevede ke zvýšení množství karnosinu v kosterním svalu. Jak již bylo výše zmíněno, bylo prokázáno, že suplementace  $\beta$ -alaninem zvyšuje množství intramuskulárního karnosinu. (Campbell et al. 2011)

Koncentrace kyseliny mléčné nabývá vysokých vzestupů a poklesů pH během intermitentní, vysoce intenzivní zátěže, ke které dochází v bojových sportech. Tudiž po aplikaci  $\beta$ -alaninu lze očekávat zlepšení výkonu skrze intracelulární (konkrétně intramuskulární) nárazníkovou kapacitu, v porovnání s bikarbonátem sodným, který zlepšuje výkon skrze extracelulární nárazníkovou kapacitu. Závěrem jedné ze studií bylo, že se zlepšení krátkodobého výkonu sumuje při aplikaci kombinace  $\beta$ -alaninu a bikarbonátu sodného, konkrétně bylo zlepšení výkonu dvounásobné po užití kombinace než po jednotlivé aplikaci. (Vilikus 2020)

Bylo potvrzeno, že během suplementace 4 g  $\beta$ -alaninu, rozdělené do dvou dávek, se zvýšila koncentrace karnosinu o 20-30 % během prvního týdne a během druhého týdne byla koncentrace vyšší o 40-60 % oproti výchozí koncentraci. Vhodné dávkování je tedy mezi 4-6

g, optimálně 6 g, rozdělených do 4 dávek, které jsou přijímány společně s jídlem (Šindelář & Roubík 2020), po dobu 10-12 týdnů (UFC Performance Institute 2021). Menší dávky jsou vhodnější, vzhledem k možným vedlejším účinkům při vyšších dávkách, v podobě parestezie (brnění), které obvykle odeznívá během 1-1,5 hodiny, a kožní vyrážky, popřípadě zhoršení některých kožních onemocnění (např. *herpes simplex*) (UFC Performance Institute 2021).

Jak již bylo zmíněno, vhodnou kombinací s  $\beta$ -alaninem je bikarbonát sodný neboli jedlá soda. Nejfrekventovanější dávkování této kombinace je 4,8-6,8 g/den  $\beta$ -alaninu po dobu 28 dnů a akutní dávka 0,3-0,5 g bikarbonátu sodného před tréninkovou jednotkou. Rozdílnou strategií může být dávka 0,5 g bikarbonátu sodného po dobu 7 dnů před zápasem. Další vhodnou kombinací může být  $\beta$ -alanin s kreatinem, jehož synergický efekt je zmíněn v Tab. 7. (Šindelář & Roubík 2020)

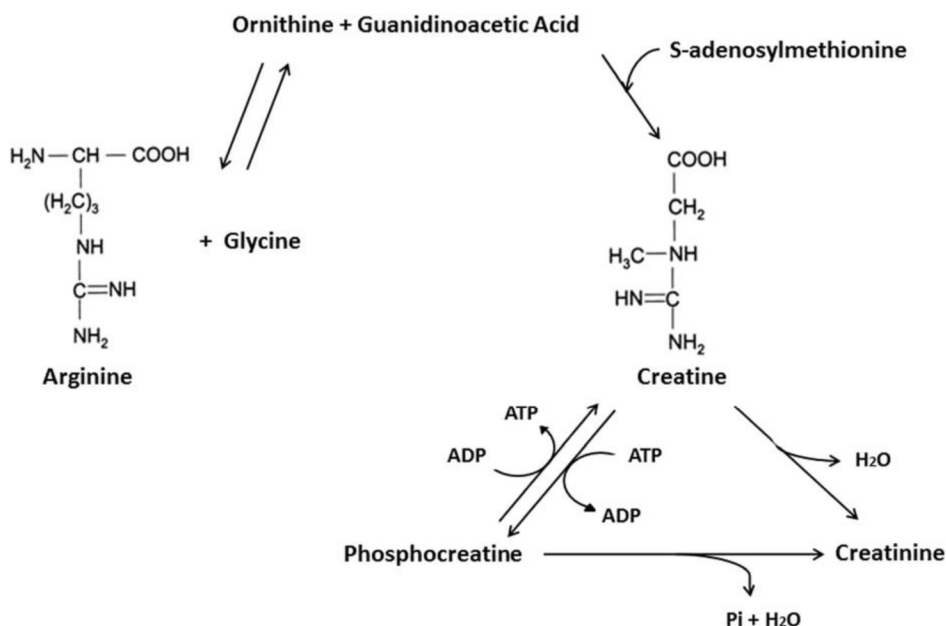
## 7.4 Kreatin

Nejefektivnějším doplňkem stravy pro zvýšení výkonu v bojových sportech je kreatin. Bylo prokázáno, že suplementace kreatinem zvyšuje sílu, výkon, svalovou hmotu a zlepšuje krátkodobou výkonnost při vysoké intenzitě. (Januszko & Lange 2021) Další účinky kreatinu jsou zmíněné v Tab.5. (Kreider et al. 2017)

**Tab. 5:** Potenciální ergogenní účinky kreatinu (Kreider et al. 2017)

<b>Potenciální ergogenní účinky kreatinu</b>
Zvýšený výkon při sériích maximálního svalového úsilí kontrakce
Zvýšení svalové hmoty a silové adaptace během tréninku
Zvýšená syntéza glykogenu
Zvýšení anaerobního prahu
Možné zvýšení aerobní kapacity prostřednictvím většího objemu energie ATP z mitochondrií
Zvýšená pracovní kapacita
Zlepšená regenerace
Větší tréninková tolerance
Zvýšený výkon v jednorázovém a opakovaném sprintu

Z chemického hlediska se jedná o N-methyl-guanidin-acetát (Vilikus 2020), a je to metabolit odvozený od aminokyselin (Close et al. 2016). Lidský organismus je schopen biosyntézy v játrech a ledvinách, substráty jsou arginin a glycin (Obr. 41), katalyzátorem je methionin. (Vilikus 2020) Suplementace vede ke zvýšení intramuskulárních zásob kreatinu, které podporují resyntézu CP (kreatinfosfátu). (UFC Performance Institute 2021)



**Obr. 41:** Chemická struktura a biochemická cesta syntézy kreatinu (Kreider et al. 2017)

Mnoho studií se zabývalo efekty kreatinu, ovšem pouze malá část s ohledem na bojové sporty. Jedna ze studií se zabývala změnou výkonu judistů na Wingateově cyklotrenažérech. Judisti byli rozděleni do dvou skupin – kreatinové a placebo. První skupina dostávala během prvního týdne výzkumu denně 22 g kreatin monohydrátu (4 dávky po 5,5 g) rozpuštěného v roztoku s obsahem 20 g dextrózy, během druhého týdne dostávali 1 dávku po 5,5 g kreatin monohydrátu rozpuštěného v roztoku s obsahem 20 g dextrózy. Druhá skupina dostávala pouze roztok s obsahem 20 g dextrózy. Obě skupiny podstoupily stejný tréninkový režim. Výkonost všech účastníků na Wingateově cyklotrenažéru byla změřena před a po 14-denní suplementaci. U kreatinové skupiny došlo ke zlepšení maximálního výkonu o 12 % a středního výkonu o 10,8 %, což bylo 2-3x vyšší zlepšení než u placebo skupiny, které zlepšila maximální výkon o 4,4% a střední výkon o 5 %. (Campbell et al. 2011)

Normální strava obsahuje 1-2 g kreatinu na den (Tab. 6), v tomto případě je sval saturován z 60-80 %. Tudiž během suplementace se svalový kreatin a CP zvyšuje o 20-40 %. (Kreider et al. 2017)

**Tab. 6:** Obsah kreatinu v některých potravinách (Šindelář & Roubík 2020 dle Williams et al. 1999)

Potravina	Obsah kreatinu (g/kg)
Treska	3,0
Hovězí maso	4,5
Sleď	6,5-10,0
Mléko	0,1
Vepřové maso	5,0
Losos	4,5
Krevety	Stopové množství
Tuňák	4,0
Platýs	2,0

Zdá se, že nejvhodnější a nejvíce prozkoumaná forma kreatinu pro suplementaci je stále kreatin monohydrát (nejlépe v pevné formě v ohledu na stabilitu). Účinky novějších forem kreatinu (např. kreatin citrát, kreatin ethyl ester, kreatin nitrát) nejsou dostatečně prozkoumány, aby dostály marketingovým tvrzením. (Šindelář & Roubík 2020)

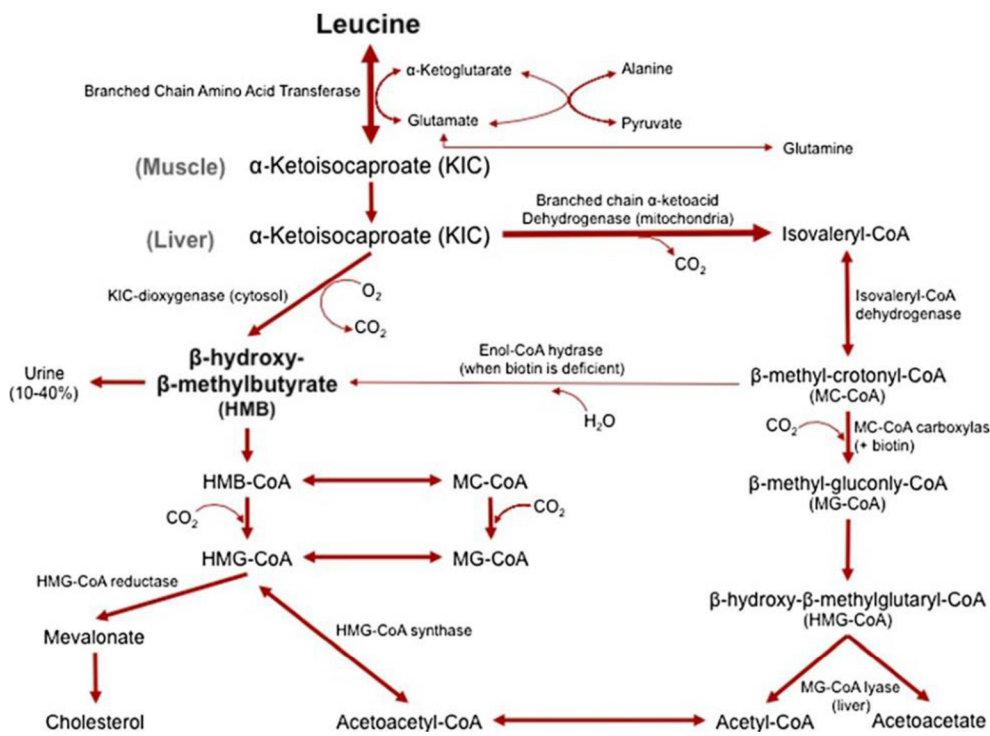
Nejčastějším dávkovacím protokolem je dvou fázový systém, vhodný především pro bojové sporty. V první nasycovací fázi, období 5-7 dnů, je doporučena denní dávka cca 20 g nebo 0,3 g/kg, podávaná ve 4 dávkách. Během druhé udržovací fáze, je doporučena dávka 2-5 g na den, přibližně 0,003 g/kg, po dobu několika týdnů až měsíců v závislosti na doporučení. V ideálním případě podáváno se sacharidy a proteiny (Tab. 7) pro zvýšení absorpce. Během suplementace kreatinem dochází k zadržování vody ve svalech, které zvyšuje celkovou tělesnou hmotnost, což může být problematické v bojových sportech vzhledem k řazení do váhových kategorií. Pro sportovce, kteří musí splnit hmotnostní limity je doporučeno přerušit suplementaci kreatinem přibližně 4 týdny před vážením, aby došlo ke ztrátě zadržené vody. (UFC Performance Institute 2021, Januszko & Lange 2021, Campbell et al. 2011, Šindelář & Roubík 2020)

**Tab. 7:** Kombinace kreatinu s dalšími doplňky stravy a jejich interakce (Šindelář & Roubík 2020)

Doplňěk stravy	Vztah s kreatinem	Účinek
<b>Kofein</b>	Negativní	Dochází k saturaci nedochází ke zlepšení fyzického výkonu GIT obtíže
<b>Sacharidy</b>	Pozitivní	Zvýšení absorpce podpora syntézy akumulace glykogenových zásob
<b>Proteiny</b>	Pozitivní	Syrovátkový protein má inzulinogenní efekt zvýšení absorpce
<b><math>\beta</math>-alanin</b>	Pozitivní	Zlepšení krátkodobého fyzického výkonu Vyšší přírůstek svalové hmoty Vyšší redukce tukové hmoty
<b>Hydroxymethylbutyrát (HMB)</b>	Pozitivní	Podpora nárůstu beztukové svalové hmoty Vyšší zisk síly
<b>Kyselina <math>\alpha</math>-lipoová (ALA)</b>	Pozitivní	Zrychlení saturace svalů kreatinem (během nasycovací fáze, poté ztrácí efektivnost)

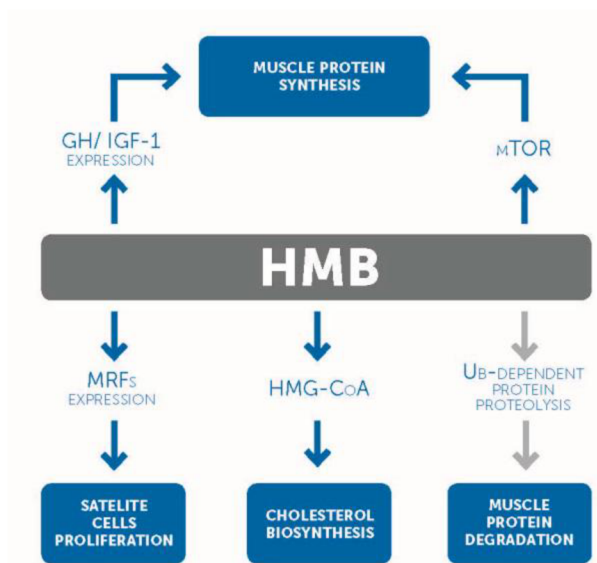
## 7.5 Hydroxymethylbutyrát (HMB)

Jedná se o monokarboxylovou látku odvozenou od kyseliny máslé obsahující hydroxylovou skupinou a methylový zbytek na  $\beta$  uhlíku. (Vilikus 2020)  $\beta$ -hydroxy- $\beta$ -methylbutyrát (HMB) je metabolitem aminokyseliny leucinu, 90-95 % leucinu se přemění na isovaleryl~CoA a pouze 5-10 % se přemění na HMB (viz Obr. 42). (Kaczka et al. 2019)



**Obr. 42:** Metabolismus  $\beta$ -hydroxy  $\beta$ -methylbutyrát. (Wilson et al. 2013)

Přesný mechanismus působení HMB v lidském těle je stále předmětem spekulací. HMB pozitivně ovlivňuje anabolismus proteinů. Předpokládá se, že jeden z možných mechanismů ovlivnění je aktivace mTOR kinázy (mammalian target of rapamycin) a zvýšení stupně transkripce genu IGF-1 (Insuline-like Growth Factor 1 ~ inzulínu podobný růstový faktor 1), který má anabolické účinky. Několik možných mechanismů působení HMB na lidské tělo je na Obr. 43. (Kaczka et al. 2019)



**Obr. 43:** Možné mechanismy působení HMB v lidském těle (Kaczka et al. 2019)

HMB je jako doplněk stravy komerčně dostupný nejčastěji ve dvou formách: vápenatá sůl HMB (HMB-Ca) a HMB volná kyselina (HMB-FA). Komerčně dostupnější HMB-Ca je méně účinná než HMB-FA, kdy účinnost 1 g HMB-Ca je ekvivalentní 0,8 g HMB-FA. HMB-FA může zvýšit absorpci v plazmě a retenci HMB. (Wilson et al. 2013, Vilikus 2020)

Suplementace HMB redukuje potréningové poškození svalové tkáně, má antikatabolický účinek, akceleruje zotavení, zvyšuje nárůst beztukové svalové hmoty, snižuje tukovou hmotu a zlepšuje silový výkon a aerobní kapacitu. U netrénovaných jedinců (popřípadě jedinců, kteří restartují fyzickou přípravu po delším odpočinku) byl po suplementaci potvrzen nárůst beztukové svalové hmoty a snížení tukové hmoty. Účinky suplementace HMB u trénovaných jedinců nejsou jednoduše. (Kerksick et al. 2018, Kaczka et al. 2019, Vilikus 2020) Ve dvojitě slepé randomizované studii došli k závěru, že u vysoce trénovaných jedinců po suplementaci 3 g/den HMB-Ca došlo k významnému snížení tukové hmoty, ale k nezákladným rozdílům beztukové svalové hmoty mezi suplementující skupinou a placebo skupinou. Další dvojitě slepá randomizovaná studie vyvodila, u vysoce trénovaných zápasníků bojových sportů po 12 týdenní suplementaci 3 g/den HMB-Ca, nárůst beztukové svalové hmoty a pokles tukové hmoty. (Kerksick et al. 2018)

Zdá se, že nejvýhodnější strategií je začít aplikaci HMB nejméně 14 dnů před začátkem tréninkového období. (Vilikus 2020) Nejčastěji zmiňované dávkování HMB-Ca 1,5-3 g/den (cca 38 mg/kg hmotnosti), což může během silového tréninku zvýšit beztukovou svalovou hmotu o +0,5-1 kg netrénovaného jedince během 3-6 týdnů v porovnání s kontrolou. Pro optimalizaci retence HMB se doporučuje jeho rozdělení denní dávky 3 g do tří stejných dávek po 1 g (při snídani, obědě nebo před cvičením a před spaním). (Kerksick et al. 2018)

## 7.6 Bikarbonát sodný

Bikarbonát sodný, hydrogenuhličitan sodný nebo také jedlá soda (Vilikus 2020), je využívaný doplněk stravy při velmi intenzivních zátěžích krátkého trvání, konkrétně od 30 s do 12 min, nebo při překročení anaerobního prahu. Celkově většina studií naznačuje, že bikarbonát sodný je účinný doplněk pro zlepšení výkonu v bojových sportech, jako je box, kickbox, judo, karate, taekwondo, zápas, BJJ nebo MMA. Sportovci, kteří soutěží v bojových sportech mohou zvážit jeho suplementaci ke zlepšení výkonnosti. (Grgic et al. 2021, Campbell et al. 2011)

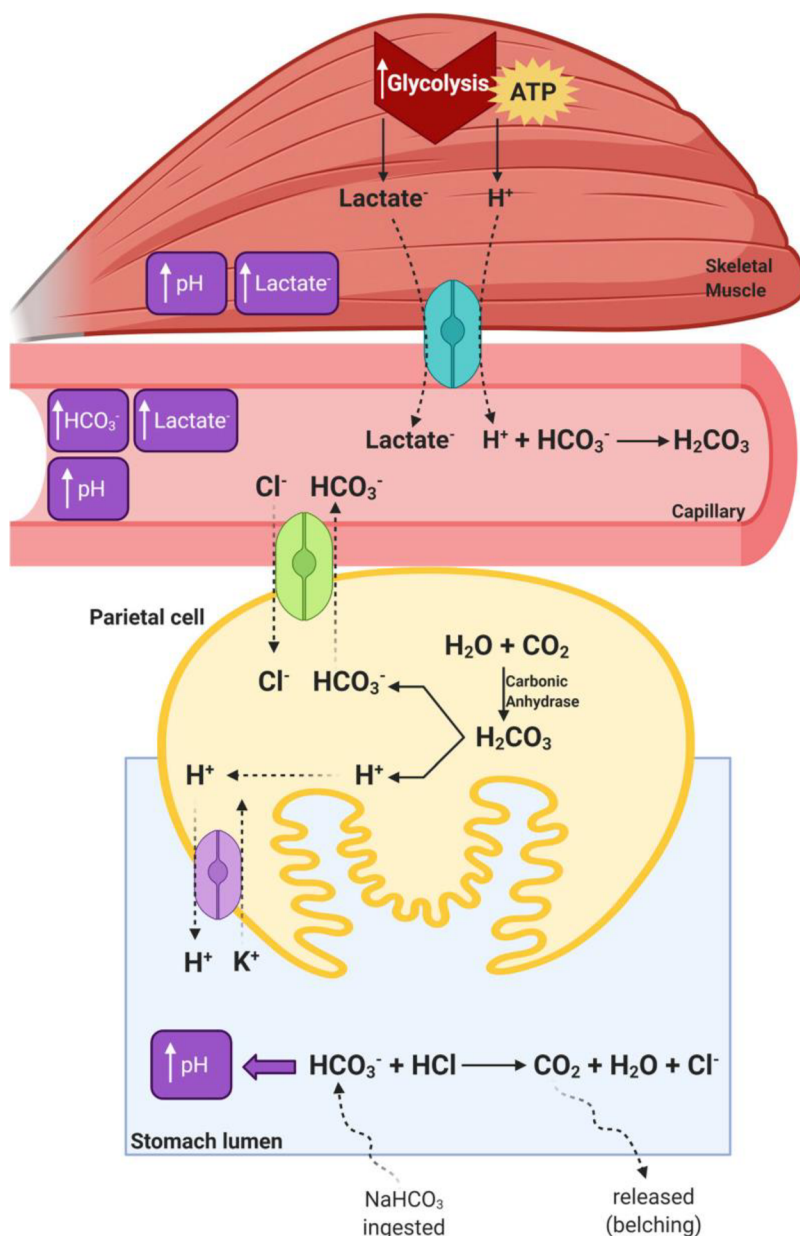
Během fyzické zátěže, při které je pro svaly primárním zdrojem energie anaerobní glykolýza, je celková kapacita limitována vzestupem acidity ve svalech. Pokud acidita, způsobená akumulací vodíkových iontů, překročí určitou mez nastává potlačení přenosu energie, neschopnost plné kontrakce svalů a následně sportovec musí snížit intenzitu zátěže. Při překročení pufrovací kapacity buňky začínají difundovat vodíkové ionty a laktát vně, tudíž v extracelulární oblasti přichází odpověď v podobě bikarbonátového pufrovacího systému proti zvýšené metabolické acidóze. *“Bylo zjištěno, že zvýšení extracelulární pufrovací kapacity posílením bikarbonátové rezervy umožní vodíkovým iontům rychleji opustit zatěžované svalové buňky, takže následně může sval vyprodukovat více kyseliny mléčné uvnitř svalů, dokud acidóza nedosáhne limitující úrovně. Výsledkem suplementace bikarbonátem sodným je tak opožděný nástup únavy během anaerobního výkonu.”* (Vilikus 2020)

Hydrogenuhličitan sodný je dobře rozpustný ve vodě, tudíž disociuje na ionty:  $\text{Na}^+$  a  $(\text{HCO}_3)^-$ . Část hydrogenuhličitanového aniontu reaguje s žaludečními kyselinami za zvýšení



pH a vzniku kyseliny uhličité, která se rozkládá na vodu a vylučovaný  $\text{CO}_2$  (Obr. 44). Právě tento jev je příčinou některých vedlejších účinků při užívání bikarbonátu sodného, jako říhání nebo nadýmání. Nezreagovaná část se dostává do střeva, kde se vstřebává. (Grgic et al. 2021)

Negativem suplementace bikarbonátu sodného může být nepříjemná chuť, bolest hlavy, GIT potíže, bolest abdomenu a také vyšší příjem sodíku, který může být problematický pro jedince s hypertenzí. (Šindelář & Roubík 2020)



**Obr. 44:** Schematické znázornění mechanismu  $\text{HCO}_3^-$  (Grgic et al. 2021)

Dávkování může probíhat formou jednodávkového nebo vícedenního protokolu. U protokolů s jednodávkovým podáním je minimální efektivní dávka 0,2 g/kg, optimální dávkou s ergogenními účinky je 0,3 g/kg, dávky vyšší (např. 0,4 nebo 0,5 g/kg) nenesou výhody i vzhledem k četnějším projevům vedlejších účinků. U všech jednorázových dávek je nutné načasování příjmu, a to 60-180 minut před výkonem nebo soutěží. Vícedenní protokoly se pohybují mezi 3-7 dny před zátěžovým testem či výkonem. Celková denní dávka s ergogenními



účinky je 0,4-0,5 g/kg, nejlépe rozdělena do menších dávek (0,1-0,2 g/kg) konzumovaných při snídani, obědě a večeři. Výhodou vícedenního protokolu je snížení rizika vedlejších účinků v den zátěže. (Grgic et al. 2021) Také lze využít suplementačního protokolu, který byl vytvořen v recentní studii Marcus et al. (2019) viz Obr. 45.



**Obr. 45:** Nový protokol v dávkování bikarbonátu sodného (Šindelář & Roubík 2020 dle Marcus et al. 2019)

## 7.7 Kotvičnick zemi (Tribulus terrestris)

Kotvičnick zemi, častěji známý jako *tribulus terrestris*, je komerčně dostupný jako rostlinný extrakt. Hlavní bioaktivní složkou kořene této rostliny je protodioscin (45 %), jedná se o složku, patřící do skupiny steroidních saponinů. Dalšími obsaženými látkami jsou pseudoprotodioscin, dioscin, diosgenin, tribulosin a hecogenin. Plody obsahují např. furostanol, terrestrosid A a B, terrestrinin B atd., všechny tyto složky jsou založené na steroidní kostře steroidních saponinů. (Šindelář & Roubík 2020)

Ve sportovní výživě se *tribulus terrestris* využívá jako stimulant pro budování svalové hmoty, síly a přirozenou tvorbu testosteronu, nicméně v provedených výzkumných modelech u lidí se samotná suplementace *tribulusu* nebo v kombinaci s dalšími segragotogeny a prekurzory androgenů nepotvrdila. (Šindelář & Roubík 2020, Kerksick et al. 2018)

Ovšem studie potvrdily, že suplementace zvyšuje počet androgenních receptorů v mozku, což může souviset s pozitivním efektem na mužské libido, konkrétně na erekci a celkovou kvalitu mužského sexuálního života. Zvýšení počtu androgenních receptorů částečně souvisí s agresivitou a dominantním mužským chováním. Tento efekt může být velmi přínosný v bojových sportech, kde zvýšená agresivita podporuje sportovní výkon. Dalším pozitivním vlivem je jeho adaptogenní účinek, chrání před oxidačním stresem, zejména játra a ledviny, a má celkově antistresové účinky. (Šindelář & Roubík 2020)

## 7.8 Cyklování suplementů

Ukázka kombinace suplementů pro bojové sporty převzato z Šindelář & Roubík 2020:

**Tab. 8:** Ukázka základního cyklování suplementů dle Šindelář & Roubík 2020

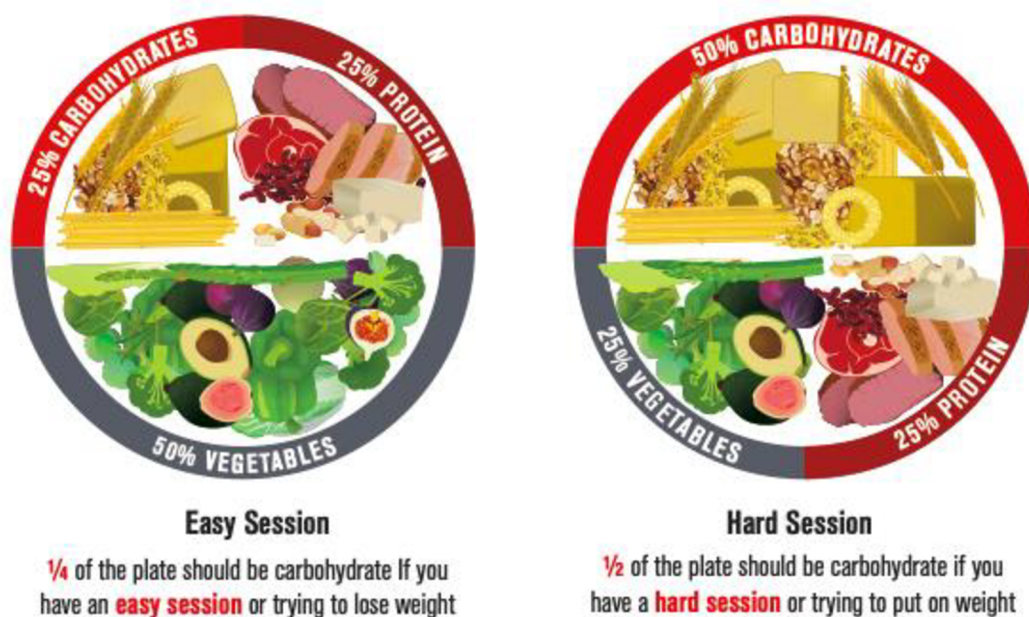
Načasování	Suplement	Popis
Před tréninkem	Kofein	3-6 mg/kg tělesné hmotnosti zhruba 30-60 minut před tréninkem (přesné načasování viz kapitola 7.2)
Po tréninku	Proteinový nápoj	20-40 g kvalitního proteinu, optimálně syrovátkových či kombinace více složek. Dávkování závisí na celkovém denním příjmu proteinů.
	Sacharidy	1,1-1,5 g/kg tělesné hmotnosti do 30 minut po tréninku v případě nutnosti co nejrychleji obnovit hladinu glykogenu (např. u vícefázových tréninků).
Společně s jídlem	Kreatin monohydrát	Pro ženy a lehčí sportovce 3-5 g kreatinu denně. V případě vyššího množství svalové hmoty lze podávat konstantě až 10 g kreatinu denně.
	$\beta$ -alanin	6 g denně rozdělených na 3-4 dávky.

**Tab. 9:** Ukázka pokročilého cyklování suplementů dle Šindelář & Roubík 2020

Načasování	Suplement	popis
Před tréninkem	Kofein	3-6 mg/kg tělesné hmotnosti zhruba 30-60 minut před tréninkem (přesné načasování viz kapitola 7.2)
Po tréninku	Proteinový nápoj	20-40 g kvalitního proteinu, optimálně syrovátkových či kombinace více složek. Dávkování závisí na celkovém denním příjmu proteinů.
	Sacharidy	1,1-1,5 g/kg tělesné hmotnosti do 30 minut po tréninku v případě nutnosti co nejrychleji obnovit hladinu glykogenu (např. u vícefázových tréninků).
Společně s jídlem	Kreatin monohydrát	Pro ženy a lehčí sportovce 3-5 g kreatinu denně. V případě vyššího množství svalové hmoty lze podávat konstantě až 10 g kreatinu denně.
	$\beta$ -alanin	6 g denně rozdělených na 3-4 dávky.
	Bikarbonát sodný	Suplementace je vhodná v předzápasovém období. (přesné dávkování viz kapitola 7.6)
	Tribulus terrestris	5 mg saponinů na kilogram tělesné hmotnosti denně.

## 8 Výživa

### 8.1 Výživa před zatížením



**Obr. 46:** Dělení předtréninkové stravy na talíři dle UFC Performance Institute 2021

Většina zdrojů uvádí sacharidy jako hlavní nutrient před fyzickým zatížením (Meyer et al. 2012, Hoffman & Maresh 2011, Campbell et al. 2012) Zdá se, že pro bojové sporty nemá konzumace proteinu před tréninkovou jednotkou větší benefity. (Hoffman & Maresh 2011) Příjem potravy by měl být načasován cca 3-4 hodiny před zátěží (Meyer et al. 2012, Hoffman & Maresh 2011), jehož rozložení lze vidět na Obr. 46.

Frekventovanou otázkou je trénování nalačno, často za účelem využít lipidy jako substrát během tréninku, na což trénování nalačno nemá žádný vliv. Pro snížení tukové hmoty je nutný kalorický deficit. Naopak konzumace stravy před tréninkem plní několik funkcí: funguje jako prevence hypoglykémie (případně zmírňuje ovlivnění sportovního výkonu), má vliv na vstřebání žaludečních šťáv, dodává energii pro svaly a CNS (primárně mozek), pozitivně ovlivňuje psychický stav sportovce, umožňuje vyšší intenzitu cvičení, tudíž zajišťuje vyšší kalorický výdej. (Clark 2020)

### 8.2 Výživa během zatížení

Několik studií ukazuje, že přísun sacharidů během fyzické zátěže udrží hladinu glukózy v krvi a zlepši sportovní výkon v intermitentních sportech. (Hoffman & Maresh 2011, Meyer et al. 2012) Vhodným prostředkem je 6-8% roztok s obsahem sacharidů (Kerksick et al. 2017, Hoffman & Maresh 2011), vhodné množství sacharidů je možno vidět v Tab. 10. (Bernaciková et al. 2020) Ovšem potřeba doplňování sacharidů stoupá při fyzické zátěži delší než 70 minut. (Kerksick et al. 2017)

**Tab. 10:** Souhrn doporučení – příjem sacharidů během zatížení (Bernaciková et al. 2020)

Délka zatížení	Potřeba S	Doporučený příjem S	Druh S	Pozn.
<45 min	NE			Příjem S nezvyšuje výkonnost
45-75 min	Ne/velmi malé množství	Kontakt s ústy do 30 g	Sacharóza, glukóza, maltodextrin	Oxidační kapacita organismu při příjmu samotné glukózy 1g/min
1-2 hod.	Malé množství	30-60 g/hod	Glukóza	
2-3 hod.	Střední množství	50-70 g/hod	Glukóza, fruktóza, maltodextrin	Oxidační kapacita organismu při kombinovaném příjmu S (glukóza + fruktóza, maltodextrin + fruktóza) 1,2-1,75 g/min
>3 hod.	Vysoké množství	60-90 g/h	Důležitý kombinovaný příjem	

### 8.3 Výživa po zatížení

Časový úsek mezi příjmem stravy před zátěží a po zátěži by v případě 60-90 minutového tréninku neměl přesáhnout rozpětí 3-4 hodin. Kratší časový úsek závisí na osobních preferencích sportovce. (Aragon & Schoenfeld 2013) Potřéninková výživa by měla obsahovat potraviny s vysokým GI, vzhledem k anaerobní povaze bojových sportů, kdy dochází k vyčerpání glykogenových zásob. (Hoffman & Maresh 2011) Po tréninku silového charakteru by měly být doplněny sacharidy a proteiny. (Campbell et al. 2012) Kombinace sacharidů a proteinů snižuje produkci kortizolu, který se podílí na katabolismu svaloviny. (Clark 2020) Pro znovuoobnovení glykogenových zásob a ke snížení degradace proteinů je optimální dávka sacharidů 1 g/kg hmotnosti během hodiny po tréninkové jednotce. (Campbell et al. 2012) V případě proteinu je optimální dávka 20-40 g rychle stravitelného zdroje, pro maximalizaci proteosyntézy, redukci bolestivosti svalů a ke zvýšení hypertrofie. (Aragon & Schoenfeld 2013) Jeho konzumace by měla proběhnout do 1 hodiny po tréninkové jednotce, což může více podpořit proteosyntézu než při časově vzdálenější konzumaci. (Hoffman & Maresh 2011) Vhodné je doplňovat nejen makronutrienty, ale například i minerály (sodík, draslík). (Clark 2020)

## 8.4 Vybrané dietární styly

### 8.4.1 Veganská strava

Veganská dieta podléhá řadě problémů. Mezi ně patří nedostatek energie a bílkovin, vitamínu B12, železa, zinku, vápníku, jódu, vitamínu D, n-3 mastných kyselin (EPA, DHA) ve většině rostlinných zdrojů (Rogerson 2017). Ovšem správným postupem lze sestavit uspokojivý stravovací plán, který obsahuje vysoký podíl průmyslově nezpracovaných rostlinných potravin,

což má příznivý vliv na celkové zdraví, délku života, imunitní funkce a kardiovaskulární zdraví. (Fuhrman & Ferreri 2010).

Dále bylo navrženo, že suplementace kreatinem a  $\beta$ -alaninem by mohla být pro veganské sportovce obzvláště užitečná, díky celkově nižší hladině kreatinu a karosinu ve svalech indikované veganskou výživou. Ovšem je zapotřebí empirického výzkumu, který by zkoumal další účinky veganské stravy u sportovců, vzhledem k rostoucí popularitě tohoto hnutí. (Rogerson 2017)

#### **8.4.2 Paleo strava**

Paleo stravování podléhá přísnému vyřazení některých potravin z jídelníčku jako: obiloviny, škrobová zelenina, luštěniny a arašídny, mléčné výrobky, maso s vysokým obsahem tuku, uzeniny, mleté maso, zpracovaným cukrovinkám a samotnému cukru a slaným pokrmům. Naopak vhodnými potravinami pro tento dietární styl jsou: libové maso, ryby, plody moře, čerstvé ovoce a zelenina (jen některá), skořápkové plody, semena, vejce a rostlinné oleje. Tento výběr potravin se odkazuje na dobu kamennou, paleolit, proto paleo strava, kdy se lidé živili především lovem zvěře a sběrem bobulí a semen. Rizikem se stává nízký obsah sacharidů a sodíku, případně nedostatek vitamínu D, vitamínů B, vápníku a vlákniny. (Kohout et al. 2021)

Jednou z novodobě odvozených paleo diet je Whole30 program, který funguje jako 30 denní restart organismu. Tento program doporučuje 3 hlavní jídla denně, toto doporučení se nevztahuje na těhotné ženy a jedince se zdravotními problémy. A řídí se podobnými pravidly jako paleo dieta. (Whole30 2022)

## 9 Střevní mikrobiom a probiotika

Lidský mikrobiom je v současnosti velmi diskutován vědeckou obcí. (Boland 2016)

### Často můžeme slyšet o termín “střevo jako druhý mozek“, proč?

Díky tvrzení, že lidské chování je formováno mikrobiomem. Osu střevo-mozek potvrzuje přímá interakce prostřednictvím bloudivého nervu (jedna ze signalizací pocitu plnosti). (Schoeler & Caesar 2019)

Lidský střevní mikrobiom obsahuje značnou diverzitu mezi bakteriálními druhy, které mohou ovlivňovat fyziologické funkce organismu, od ochrany proti patologickým mikroorganismům, přes ovlivnění metabolismu, až po regulaci imunity a dalších... (Carbuhn et al. 2018) Mikrobiální nerovnováha, dysbióza, byla několika studiemi spojována s metabolickými poruchami, kde několik z nich tuto skutečnost potvrdilo. (Schoeler & Caesar 2019)

Vzhledem k diskusi bojových sportů, kde jsou sportovci kategorizováni do váhových kategorií je vhodné zmínit, že existuje interakce zprostředkovaná složitým signální systémem mezi mikrobiotou a trávicím systémem, která je potenciálně zapojena do přibývání na hmotnosti. Proběhlo několik studií, které propojují obezitu a mikrobiom. Jedinci s vyšší fyzickou aktivitou vykazují pozitivní korelaci se složením mikrobiomu, který vykazuje větší diverzitu. (Boland 2016)

### 9.1 Endokrinní funkce mikrobiomu

**Tab. 11:** Některé navrhované endokrinní funkce mikrobiomu (Boland 2016)

Typ	Příklad	Funkce	Zdroj	Efekt
Mastné kyseliny s krátkým řetězcem	Acetát, propionát, butyrát	Zdroj energie, signalizace	Přímý produkt fermentace	Epigenetické účinky, účinky zprostředkované receptory a účinky CNS spojené s autismem podobným chováním
Prekurzory neuroaktivních látek	Tryptofan, kynurenin, L-dopa (levodopa)	Prekurzory serotoninu, kyseliny kynurenové a dopaminu	Bakteriální metabolismus	Nálada, emoce, odměna (CNS), motilita, sekrece (enterický nervový systém)
Neutransmitery	Serotonin, dopamin, noradrenalin, GABA (kyselina $\gamma$ -aminomáselná)	X	Produkováno bakteriemi: nepřímý efekt na regulaci	X
Hormony HPA* osy	Kortizol	X	Nepřímá regulace žláz HPA	Stresová odpověď: hostitelský metabolismus, protizánětlivé, hojení ran
Gastrointestinální hormony	Ghrelin, leptin, GLP-1, PYY**	X	Nepřímá regulace skrze mastné kyseliny s krátkým řetězcem	Regulace chuti k jídlu, motilita a sekrece střev

\*hypothalamic-pituitary-adrenal axis (HPA) – osa hypothalamus-hypofýza-nadledvinky

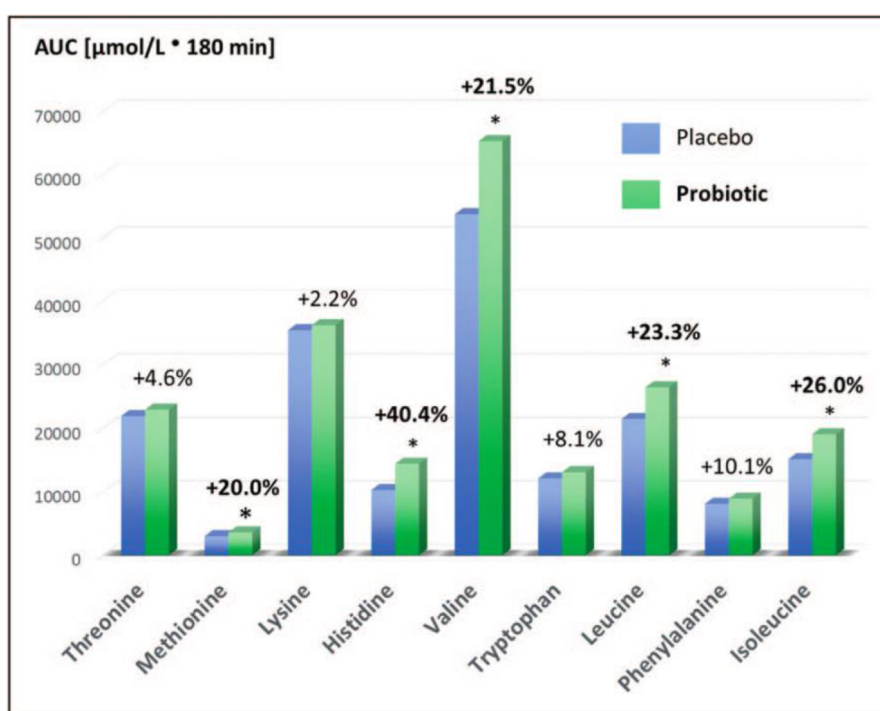
\*\* GLP-1 – Glukagon-Like Peptide-1, PYY – Peptide YY



## 9.2 Makronutrienty a probiotika

### 9.2.1 Aminokyseliny

Suplementace probiotik byla zkoumaná pro efekt vyšší vstřebatelnosti aminokyselin z rostlinných proteinů. Vzhledem ke skutečnosti, že rostlinný protein je nekompletní, obsahuje méně BCAA (valin, leucin, izoleucin), byla tato studie na místě (především pro přínos veganské populace). Jednalo se o dvojitě slepou, křížovou studii na 20 fyzicky aktivních mužích, během studie byl podáván hráškový protein a probiotické suplementy s obsahem  $5 \times 10^9$  CFU *Lactobacillus paracasei* LP-DG a  $5 \times 10^9$  CFU *Lactobacillus paracasei* LPC-S01. Závěrem studie bylo významné zvýšení aminokyselin v krvi: celkových (+15,6%), esenciálních – včetně BCAA (viz Obr. 47). (Jäger et al. 2019)



**Obr. 47:** Současné podávání hrachového proteinu s *Lactobacillus paracasei* LP-DG a *L. paracasei* LPC-S01 významně zlepšuje postprandiální změny krevních aminokyselin. (Jäger et al. 2019)

### 9.2.2 Lipidy

Metabolismus lipidů je hlavně regulován dalšími makronutrienty. Přesto několik studií spojuje metabolismus lipidů, jejich obsah ve stravě a mikrobiotické složení. Mechanismy spojující metabolismus lipidů a mikrobiální metabolity, které měly dopad na hostitelskou lipidovou homeostázu, byly nalezeny u myši. Přesto je nutné brát v potaz, že různé zdroje lipidů budou mít různé účinky. Stále tedy, díky nedostatku informací, zůstává otázkou dopad konkrétních potravin a kombinace živin na změny a utváření mikrobiálního profilu. (Schoeler & Caesar 2019)



### 9.2.3 Maltodextrin

Další studií bylo potvrzeno zvýšení maximální rychlosti oxidace maltodextrinu a průměrné celkové oxidaci sacharidů, zatímco oxidace tuků byla snížena. Konkrétně se jednalo o malé, ale významné zvýšení absorpce glukózy, glukózy v plazmě a koncentrace inzulínu, avšak snížení neesterifikovaných mastných kyselina glycerol. Rozdíly permeabilit nebyly významné. Studie se účastnilo 7 mužů, aktivních cyklistů, kteří po dobu 4 týdnů podstoupili suplementaci probiotiky (*Lactobacillus acidophilus* (CUL60), *Lactobacillus acidophilus* (CUL21), *Bifidobacterium bifidum* (CUL20) a *Bifidobacterium animalis subsp. lactis* (CUL34)), během meziobdobí proběhlo 14 denní vymývání a následně placebo (nebo v opačném pořadí). Všichni účastníci konzumovali 10% roztok maltodextrinu při cvičení po dobu 2 hodin na 55% maximum aerobního výkonu. (Pugh et al. 2020)

## 9.3 Vhodné potraviny při požití probiotik

Aby došlo ke správnému efektu probiotických kultur, je nutné přihlédnout k jejich životaschopnosti během trávení, které je ovlivněné přijímanou potravou. Zkoumanými monokulturami byly *Lactobacillus acidophilus* a *Bifidobacterium breve* a komerční probiotická směs během modelového trávení. *L. acidophilus* prosperoval nejvíce u potravin obsahujících protein, naopak *B. breve* u potravin obsahující sacharidy. U probiotické směsi byl zaznamenán nejvyšší nárůst ve vodovodní vodě při neutrálním pH a v kyselém prostředí u potravin s vyšším obsahem proteinu. Po aplikaci na reálné potraviny se stalo nejlepším prostředím pro zvýšení životaschopnosti komplexní jídla s masem a vlákninou, mléčné výrobky (kaše a jogurt), čokoládová pomazánka a míchané ovoce. Nejlepším vyhodnoceným nápojem bylo mléko, ale Coca-Cola, káva, pivo a černý čaj se staly přijatelnými. Celková životaschopnost byla vyšší ve směsi než v monokulturách a při přidávání prebiotik. Vhodné načasování je 30 minut před jídlem nebo současně s jídlem, kdy přežívají vysoká čísla mikroorganismů, naopak při požití probiotik 30 minut po jídle přežívá velmi nízké číslo mikroorganismů. (Matoušková et al. 2021)

## 9.4 Zdraví sportovce a probiotika

Harnett et al. (2021) vysledovali během dvojitě slepé randomizované studie na 19 elitních hráčů ragby po dobu 17 týdenní suplementace probiotiky snížení bolesti svalů a těžkosti nohou oproti placebo. Pokud při subjektivních reportech došlo ke zvýšení bolesti svalů a slinného CRP (C-reaktivní protein), došlo ke se snížení kvality a kvantity spánku a motivace. Naopak subjektivní snížení bolesti svalů korelovalo se snížením slinného CRP a zvýšením kvality a kvantity spánku a motivace.

Dalším zdravotním pozitivem suplementace probiotik (konkrétně *Lactobacillus gasseri*  $2,6 \times 10^{12}$  CFU, *Bifidobacterium bifidum*  $0,2 \times 10^{12}$  CFU a *Bifidobacterium longum*  $0,2 \times 10^{12}$  CFU), je zkrácení trvání symptomů onemocnění horních cest dýchacích a gastrointestinálního traktu (GIT) ve srovnání s placebo. Průměrný počet dnů nemoci u placebo byl 5,8, naopak u probiotik 3,4, ale nedošlo významnému rozdílu v závažnosti symptomů. (Haywood et al. 2014)

Tuto skutečnost potvrzuje i nověji datové review (2019), kde je nejen vyzdvižen efekt probiotik na horní cesty dýchací a GIT, ale i na permeabilitu střev a potréninkové zotavení. Pro zlepšení permeability jsou efektivnější synbiotika (probiotika + prebiotika). (Leite et al. 2019)

Samozřejmě je nutno posoudit i další aspekty života zápasníka jako level stresu, životní styl a výživa. (Jäger et al. 2019)

## 10 Pitný režim

Voda je zásadní ergogenní prostředek, a adekvátní hodnota hydratace je nutná k udržení fyzické aktivity. (Januszko & Lange 2021) Je prokázáno, že při 2% dehydrataci se snižuje silový, vytrvalostní, obratnostní či rychlostní sportovní výkon, během 4-5% dehydrataci mohou nastávat zdravotní obtíže jako přehřátí, třes, křeče, relativní tachykardie a výkon klesá o 20-30%. (Vilikus 2020) Navíc vyšší hodnoty dehydratace ovlivňují morfologii mozku a zvyšuje se riziko úrazů mozku související s údery. (Januszko & Lange 2021) Ke ztrátám tekutin dochází především během sportovního výkonu ve formě potu, což negativně ovlivňuje hladinu sodíku (obsah v potu 20-80 mmol/l, obsah v plazmě 130-155 mmol/l), draslíku (v potu 1-2 mmol/l, v plazmě 3,2-5,5 mmol/l), vápníku (zanedbatelné množství) a hořčíku (v potu <0,2 mmol/l, v plazmě 0,7-1,1 mmol/l), další ztráty jsou způsobeny močením, dýcháním a vyprazdňováním. (Vilikus 2020)

Právě při předzápasové redukci hmotnosti dochází k vyšší ztrátě tělních tekutin (viz. kapitola o předzápasové redukci hmotnosti). Především vápník a hořčík hrají zásadní roli (v kontextu se sportovním výkonem) v regulaci svalové práce, stabilizaci enzymatických reakcí, regulaci produkce energie a umožnění transportu některých nutrientů. Míra pocení je ovlivněna tepelnou aklimatizací, podnebím, genetickou predispozicí nebo typem tréninku. Někteří autoři uvádí, že v tropickém podnebí dochází k nižším ztrátám potem během přerušovaného tréninku v porovnání s tréninkem kontinuálním. Optimální hydratace před, během a po tréninkové jednotce zvyšuje sportovní výkonnost. V případě bojových sportů bylo několika studiemi potvrzeno, že až 89% sportovců bylo hypohydratováno ráno v den závodů. (Januszko & Lange 2021)

Tekutiny můžeme dělit dle osmolality na hypertonické, izotonické a hypotonické.

- Hypertonický roztok má vyšší osmolaritu než vnitřní prostředí, tudíž dochází ke ztrátě tekutin.
- Izotonické tekutiny mají přibližně stejnou osmolaritu jako vnitřní prostředí, např. fyziologický roztok má stejnou koncentraci iontů jako 0,9 g soli (NaCl) v 1 litru vody. Izotonickou tekutinou je např. již zmíněný pot.
- Hypotonickou tekutinou je roztok s nižší osmolaritou než vnitřní prostředí, tudíž dochází k příjmu tekutin. Ovšem je třeba si dát pozor na hyperhydrataci ("otravu vodou") nebo hyponatremii, ke kterým dochází při požívání hypotonických nápojů, jejichž množství je k výkonu a ztrátám minerálů potem neúměrné. (Vilikus 2020)

### 10.1 Předtréninková hydratace

Vhodná předtréninková hydratace je nutná pro bezpečný a efektivní trénink nebo závod. Před sportovním výkonem je vhodná dostatečná hydratace spolu s dostatečnou zásobou svalového glykogenu. Vzhledem k časté předzápasové redukci hmotnosti, která z velké části probíhá formou dehydratace, je vhodné doporučit předzápasový hydratační režim. Voda by měla být vhodnou tekutinou v době před fyzickým zatížením, za podmínky vyváženého jídelníčku (s dostatečným obsahem sacharidů). Ideálně by měl sportovec přijmout 500-600 ml

tekutiny cca 2-3 hodiny před zatížením. K dalšímu příjmu tekutin by mělo dojít 10-20 minut před zatížením v množství 200-300ml. (Hoffman & Maresh 2011)

## 10.2 Hydratace během tréninku

Správně nastavená během tréninku je sportovcům silně doporučena, jelikož redukuje kardiovaskulární zúžení, optimalizuje rozptýlení tepla, udržuje objem krevní plazmy a srdeční výdej, tudíž udržuje intenzitu cvičení. Tekutiny by měly být v průběhu cvičení dostupné a doplňovány pravidelně dle potřeby. Příjem by měl být optimalizovaný, ne maximalizovaný, tudíž příjem tekutin by měl být přímo úměrný výdeji (pocení). Pro optimalizaci můžeme hydrataci sledovat změnou váhy, barvou moči a dalšími ukazateli v moči. Pro správné žaludeční vyprázdnění je vhodné mít stálý žaludeční objem 400-600 ml. Pokud tekutina obsahuje sacharidy, které asistují výměně tekutin a zároveň jsou energetickým substrátem, pak by se jejich obsah měl pohybovat v rozmezí 4-8 %. (Hoffman & Maresh 2011)

## 10.3 Potréninková hydratace

Vhodné využití času po zatížení je formou adekvátního odpočinku, pravidelného kvalitního spánku a doplnění nutrientů – tekutin včetně. Množství potréninkových tekutin je závislé na přijatém množství před a během tréninkové jednotky. Samotná voda není úplně vhodná k rehydrataci, protože zvyšuje osmolalitu a může zvýšit výdej moči. Sůl (chlorid sodný nebo chlorid draselný) v nápojích nebo potravě bude lépe hospodařit s tekutinou a zároveň zvýší chuť k pití. Objem tekutin přijímaných po tréninku by měl převyšovat výdej během tréninku. Pokud se jedná o sportovce s vyšším počtem tréninkových jednotek během dne nebo během závodního dne, měly by připadnout v úvahu i iontové nápoje (hypotonické nápoje). Jak již bylo zmíněno pro doplnění glykogenu jsou vhodné nápoje s obsahem sacharidů, které zlepšují absorpci sodíku a vody. Na druhou stranu je nutné si dát pozor na celkový denní příjem sacharidů. (Hoffman & Maresh 2011)

*“Čím delší doba od konce výkonu, tím více cukrů a minerálů mohou nápoje obsahovat.”*

Vhodná minerální voda je i Magnesia, v lepším případě nesycená (sycené nápoje zhoršují absorpci, způsobují hyperaciditu žaludku a dráždí močové cesty), která se může stát prevencí křečí během dalšího sportovního výkonu díky obsahu hořčíku. (Vilikus 2020)

## 11 Spánek

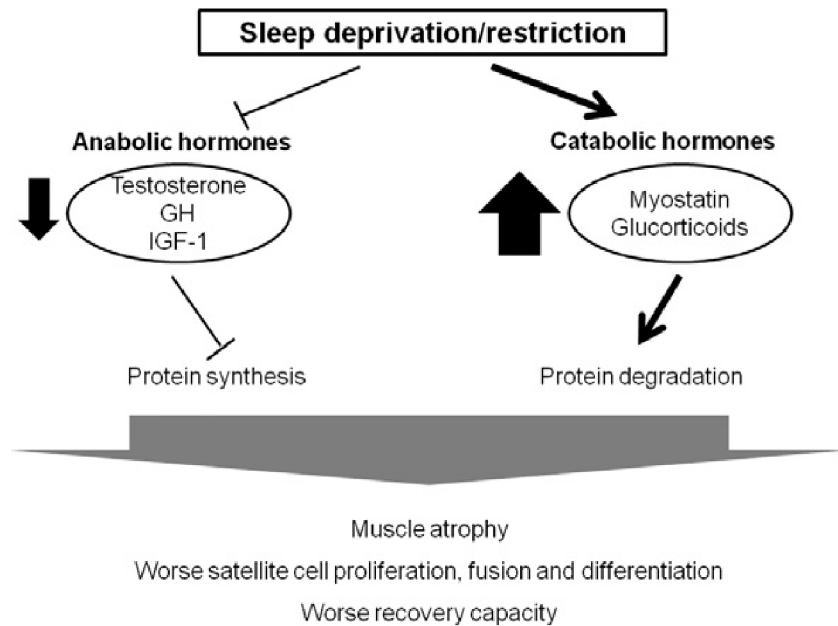
Správně nastavený spánkový rytmus má mnoho pozitivních vlivů na lidské tělo – zdravotní, regenerující, mentální, fyzický, hormonální... Spánek může být definován jako psychologický proces, kde tělo prochází metabolickými procesy a dalšími regulacemi funkcí, aby se tělo zotavilo a připravilo na další den. Známe dvě základní fáze spánku REM (Rapid Eye Movement) a non-REM (non Rapid Eye Movement), které mají 2-3 fáze v závislosti na alfa, beta, teta a delta vlnových frekvencích. Tyto dvě fáze se několikrát za noc vystřídají během různých časových intervalů. Cirkadiánní rytmus je příčinou cyklů spánku, bdění, udržení homeostázi a fyziologických funkcí. (Chandrasekaran et al. 2020)

### 11.1 Tělesná hmotnost a spánek

Vzhledem k váhovým kategoriím v bojových sportech je tělesná kompozice velmi podstatná. Vliv spánku na změnu tělesné kompozice sledovala recentní studie, ve které bylo do finální analýzy zahrnuto 23 netrénovaných mužů. Sledovaní jedinci byli rozděleni do dvou skupin, které podstoupily celotělový silový trénink dvakrát týdně po dobu 10 týdnů. Ovšem jen jedna skupina získala vzdělání v oblasti spánkové hygieny, jak zlepšit kvalitu i kvantitu spánku. Ve výsledném měření obě skupiny zvýšily svalovou hmotu. Skupina, která prošla edukací, zaznamenala nárůst o  $1,7 \pm 1,1$  kg a snížila tukovou hmotu o  $(-1,8 \pm 0,8)$  kg). Zatímco needukovaná skupina zvýšila svalovou hmotu i tukovou hmotu, svalová hmota se zvýšila o  $1,3 \pm 0,8$  kg a hmota tuková  $0,8 \pm 1,0$  kg. Studie tedy naznačuje, že kombinace pravidelného tréninku se silovým cvičením a optimalizací spánkové hygieny poskytuje zásadní a pozitivní změny na kompozici tělních tkání. (Jåbekk et al. 2020)

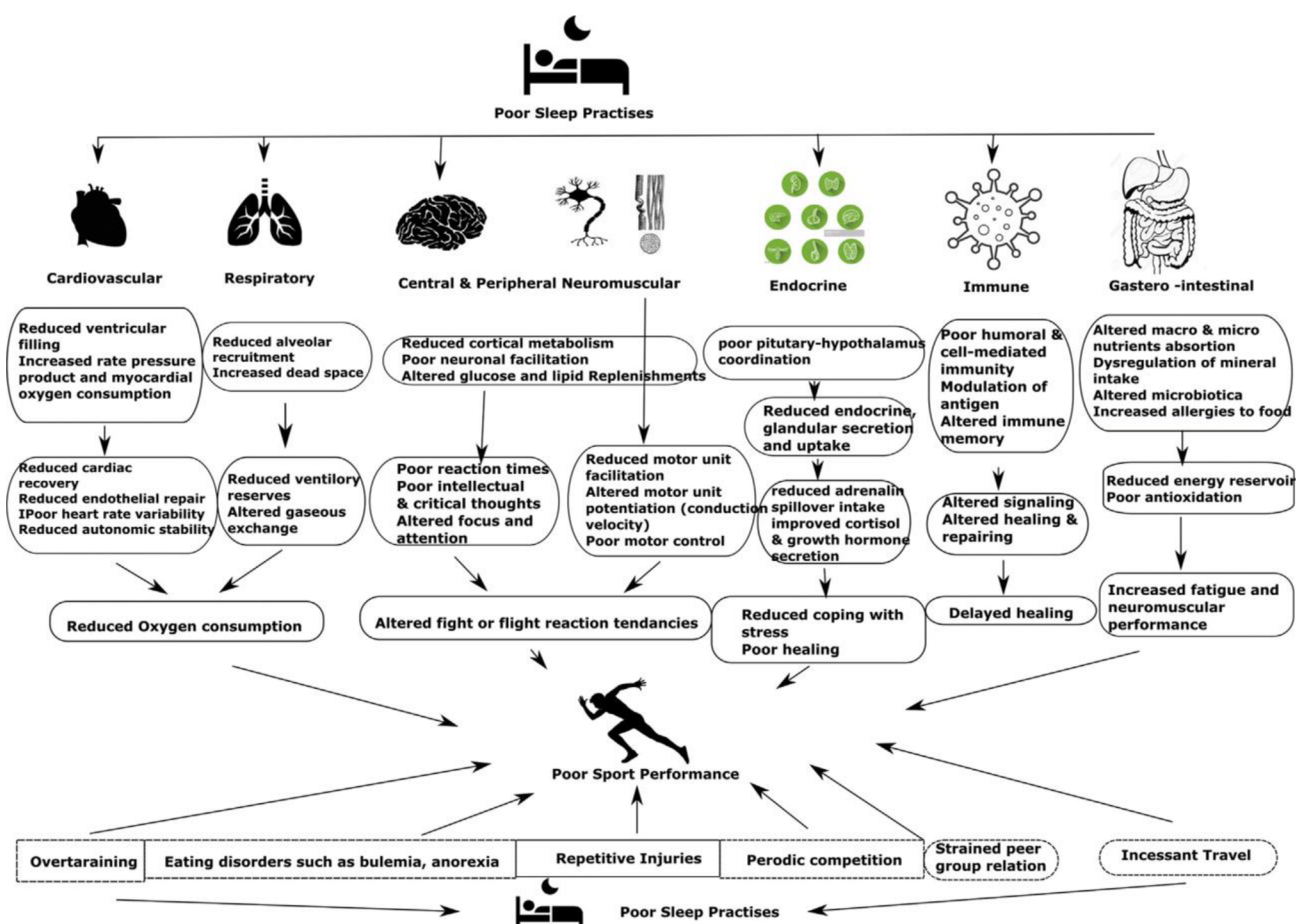
### 11.2 Hormonální hladiny a spánek

Spánek je nezbytnou součástí pro různé funkce organismu a jeho nepřítomnost má negativní účinky na zdraví, změny stravování, glukózovou regulaci, krevní tlak, kognitivní procesy a hormonální změny. Mezi hormonální změny patří zvýšení kortizolu (glukokortikoidní hormon, který moduluje metabolismus proteinů – nárůst katabolismu) a myostatinu (protein inhibující růst kosterního svalstva), naopak snížením testosteronu (anabolický hormon), růstového hormonu a IGF-1, tedy hormon s anabolickými vlastnostmi sekretovaný v závislosti na růstovém hormonu (Obr. 48). V důsledku tedy můžeme říct, že spánkový dluh snižuje anabolismus proteinů a zvyšuje jejich katabolismus, což se projevuje jako ztráta svalové hmoty a brání procesu regenerace svalů po určitém narušení svalové tkáně, způsobené např. cvičením nebo zraněním. (Dattilo et al. 2011)



**Obr. 48:** Schematické znázornění účinků spánkové deprivace na metabolismus kosterního svalstva (Dattilo et al. 2011)

Tuto skutečnost potvrzuje a prohlubuje indická studie, která tvrdí, že přetrénování koreluje s nedostatkem adrenalinu. Hormony nadledvinek, jako adrenalin, noradrenalin, aldosteron (zásadní k regulaci vody a rovnováze kyselosti v populaci sportovců), kortizol (reguluje energetické a metabolické dráhy) a kortizon, jsou kritické v zajišťování vnitřní homeostázy a zvládnání stresu. Spánková deprivace působí na snížení účinnosti aldosteronu, dysbalance kortizolu, který narušuje metabolismus sacharidů, tuků a proteinů řetězově působící na energetický metabolismus, tedy celkově zvyšuje hladiny stresových hormonů. Vysoká spánková deprivace může vyústit v již zmiňované zdravotní problémy, zvýšení rezistence únavy, narušení homeostázy, koncentrace a paměti (Obr. 49). (Chandrasekaran et al. 2020)



**Obr. 49:** Diagram znázorňující fyziologické důsledky poruchy spánku na sportovní výkon (Chandrasekaran et al. 2020)

### 11.3 Kvalita spánku u zápasníků v brazilském Jiu-jitsu

Jedna ze studií zkoumala kvalitu spánku u brazilských BJJ zápasníků. Závěrem byly všichni zápasníci, nehlédě na technický stupeň (bílý až černý pásek) nebo váhovou kategorii, charakterizováni ubohou kvalitou spánku, která měla průměrnou hodnotu PSQI = 5. Což je pittsburský index kvality spánku, je-li jeho hodnota pod 5, jedná se o kvalitní spánek, přesahuje-li hodnotu 5, pak se jedná o ubohý spánek. Tento charakter spánku může mít dopad na nárůst tělesné hmotnosti, zdraví, ztrátu výkonnosti (silové, výbušné), pozornost a koncentraci. Všechny tyto faktory mají negativní dopad na technické zlepšení nebo provedení úkonů. (Vieira et al 2021)

### 11.4 Spánek po otřesu mozku

Další zkoumanou záležitostí byla v roce 2009 spojitost spánku a otřesu mozku způsobený sportovní aktivitou (můžeme uvažovat např. údery do hlavy). Sportovci, u kterých došlo k otřesu mozku, hlásili horší kvalitu spánku než kontrolní skupina. Přesto nebyly nalezeny žádné rozdíly REM a non-REM spánku mezi skupinami, nicméně otřesení sportovci vykazovali významně větší delta aktivitu a méně alfa aktivitu během bdělosti než kontrolní sportovci.



Závěrem tedy můžeme říct, že přes subjektivní potíže v kvalitě spánku u otřesených sportovců nebyla pozorována žádná změna v objektivních charakteristikách spánku. (Gosselin et al. 2009)

## 11.5 Ovlivnění spánku makronutrienty

Nedávná review nezaznamenala impakt manipulace makronutrientů v 24 hodinovém oknu na kvalitu a délku spánku. Ovšem během dlouhodobé manipulace došlo ke změnám viz Tab. 12. Některé studie naznačují pozitivní efekt aminokyseliny tryptofanu na zlepšení spánku. Některé vysokoproteinové potraviny jsou bohaté na tryptofan, který je esenciální aminokyselinou konvertující na serotonin a poté melatonin, tedy “hormon spánku“. Nicméně se jedná o nejméně zastoupenou aminokyselinu v jídelníčku a další dlouhé řetězce aminokyselin jsou vstřebány a transportovány rychleji. Pro zlepšení vstřebatelnosti tryptofanu je nutný příjem sacharidů, které zvýší hladinu inzulínu, ten přenesení dlouhé řetězce aminokyselin do svalové tkáně a zůstane prostor pro vstřebání tryptofanu. (Du et al. 2021)

**Tab. 12:** Shrnutí celkových výsledků studií – převzato z (Du et al. 2021)

Délka manipulace s makronutrienty	Sacharidy	Protein	Lipidy
Intenzivní <24 hodin	Nepravděpodobné ovlivnění spánku	Neprokázané	Neprokázané
Dlouhodobá ≥24 hodin	Diety s vyšším obsahem sacharidů mají pozitivní vliv na REM spánek, ale negativní efekt non-REM spánek	Diety s vyšším obsahem překračující přípustné hodnoty distribuce makronutrientů mají škodlivý účinek na spánek	neprokázané
Manipulace s energetickou restrikcí	Neprokázané	Diety s vyšším obsahem bílkovin s energetickou restrikcí s účelem hubnutí má pozitivní vliv na spánek u jedinců s nadváhou a obezitou	Neprokázané

Bohužel vědecká obec není připravena na předání výživových doporučení ke zlepšení spánku pro širokou veřejnost, jelikož dostupné zdroje nevykazují významnou korelaci mezi změnou stravy a zlepšení kvality a délky spánku. (Du et al. 2021, Sutanto et al. 2020)

## 11.6 Doporučení pro kvalitní spánkovou hygienu

Průřezová analýza výkonu a projekce sportovce UFC (Ultimate Fighting Competition) vol. 2 rozděluje spánkovou hygienu na tři základní sekce: sportovní věda, mentální a behaviorální zdraví a výživu.

### 1. Sportovní věda

Je nutné udržovat balanc mezi prací (např. trénink v případě profesionálních sportovců, podnikání, životní styl) a zotavením (u sportovců hydroterapie, aromaterapie, masáže). Další důležitou složkou je zvládání stresu ve prospěch mentální pohody jedince. Moderním

problémem je elektronika, která ovlivňuje cirkadiánní rytmy, proto by neměla být používaná zhruba jednu hodinu před spaním (můžeme zvážit noční nastavení nebo prostředky k zastavení modrého světla, jako jsou speciální brýle).

Zdřímnutí (angl. “nap“) je vhodné praktikovat mezi 13. až 15. hodinou v délce 20-60 minut především mezi tréninkovými jednotkami. Nicméně je vhodné se vyhnout delším časům a pozdním večerním tréninkům, které by mohly spánkový rytmus narušit.

## 2. Mentální a behaviorální zdraví

V této sekci se budeme zabývat především rutinou, která by měla obsahovat stejné časové nastavení pro spánkový cyklus, přípravu na spánek jako čtení, sprchování, protahování, duchovní bdělost a relaxace (vhodné je praktikování různých metod – meditace, vizualizace, vědomá svalová relaxace, vědomé dýchání). Pozor na nadměrný příjem tekutin, který může negativně ovlivnit spánkový rytmus nočním močením. Posledním bodem této sekce je vhodné prostředí – tmavá místnost, teplota mezi 17-20 °C.

## 3. Výživa

Tato sekce souvisí i s předchozí kapitolou o hydrataci, která by měla být vyvážená během dne a během tréninků, vhodná tekutina před spaním by měla obsahovat 250-500 mg sodíku, který zabrání narušení spánku močením. Naopak velmi nevhodnou látkou kofein, který působí 3-10 hodin od příjmu v závislosti na jedinci, proto je vhodné se vyvarovat jakémukoliv příjmu kofeinu po 16. hodině (v lepším případě po 12. hodině, pokud má jedinec sklon k nepravidelnému spánku). Vhodnými nutrienty pro zlepšení spánku může být: vitamín B, výše zmíněný tryptofan (prekurzor serotoninu a melatoninu) a hořčík (který má lehce sedativní účinky – Vilikus Z. 2020). K optimalizaci spánku může přispět suplementace parasympatických aktivátorů: GABA (100 mg 30 minut před spánkem), melatonin (3-12 mg před spánkem) nebo Vitánie snodárná, lat. *Withania somnifera*, (500-600 mg dvakrát denně). (UFC Performance Institute 2021)

Všechny výše zmíněné studie dokazují, že je spánek důležitým faktorem pro zápasníka. Při správném nastavení spánku lze optimalizovat váhu, výkonnost, soustředěnost atd., naopak při spánkové deprivaci dochází ke zhoršení. (Chandrasekaran et al. 2020, Dattilo et al. 2011)

## 12 Předzápasová redukce hmotnosti

Ve chvíli, kdy sportovec přijme zápas nebo se rozhodne účastnit soutěže, začíná celková příprava. Součástí přípravy je i úprava hmotnosti. (UFC Performance Institute 2021)

Předzápasová redukce hmotnosti, častěji slangově “dělání váhy” je součástí většiny bojových sportů.

Většina bojových sportů v závodním prostředí klasifikuje sportovce do váhových kategorií dle tělesné hmotnosti. Kvůli hmotnostní výhodě nad soupeřem je záměrem závodníků klasifikace do nižší váhové kategorie. Této redukce je možné dosáhnout několika strategiemi, které mohou ovlivnit sportovní výkon a vyústit ve zdravotní následky (imunitní funkce, rychlost metabolismu, kostní hmota, hormonální procesy, svalová hmota), pokud nejsou vhodně aplikovány. (Januszko & Lange 2021)

Často dochází ke snižování váhy na základě neoficiálních informací poskytnutých bývalými sportovci nebo neprofesionály, což v minulosti vedlo k několika nežádoucím událostem až úmrtím. (Cannataro et al. 2020)

### 12.1 Ukazatele

Úprava hmotnosti je sledována nezávisle proměnnými – hmotnost bez tuku (FFM – Fat Free Mass), skóre hmotnostní připravenosti (WMPS – Weight-Making Preparedness Score). Doporučená odchylka v rozmezí týdnu před zápasem je 7-8 % tělesné hmoty nad hmotnostním limitem kategorie. WMRS bere v úvahu procento hmotnosti, o které sportovec překročí hmotnostní limit, a procentuální úbytek hmotnosti za týden potřebný k tomu, aby se dostal na cílovou váhu (Obr. 50). (UFC Performance Institute 2021)

#### WEIGHT MAKING RISK SCORE (WMRS) BREAKDOWN



**Obr. 50:** Skóre hmotnostní připravenosti – WMPS (UFC Performance Institute 2021)

#### Kategorie rizika dle WMRS (Tab. 13):

Pokud je WMRS <1 jedná se o velmi nízké riziko. Čili by sportovec měl být schopen snadno snížit svou hmotnost s minimálním omezením kalorií.

Pokud se WMRS nachází mezi hodnotami 1-2 jedná se o zvládnutelné riziko. Je zapotřebí cíleného kalorického deficitu, aby se dosáhlo potřebného úbytku hmotnosti během fáze přípravy.

Je-li WMRS mezi 2-3, jedná se o rostoucí riziko. A znamená to, že je vyžadováno vyššího kalorického deficitu. A následně je namístě metabolická rehabilitace.

Poslední kategorií je vysoké riziko, kde je WMRS >3. Je zapotřebí velmi agresivní nutriční strategie a omezení kalorického příjmu, což zásadně omezí dostupnou energii během tréninku a regenerace. (UFC Performance Institute 2021)

**Tab. 13:** Rozdílné hmotnostní cíle a jejich WSMR ve 4-týdenní a 8-týdenní přípravě (UFC Performance Institute 2021)

Celková nadváha (%)	Týdenní redukce (%)	Počet týdnů do cílové hmotnosti (T-1 týden)	WMRS	WMRS hodnocení
<b>4-týdenní soustředění</b>				
11 %	0,8 %	3	0,88	Nízké
13 %	1,3 %	3	1,63	Zvládnutelné riziko
15 %	1,8 %	3	2,63	Rostoucí riziko
18 %	2,5 %	3	4,50	Vysoké riziko
<b>8-týdenní soustředění</b>				
13 %	0,6 %	7	0,81	Nízké
15 %	1,0 %	7	1,31	Zvládnutelné riziko
18 %	1,3 %	7	2,25	Rostoucí riziko
20 %	1,5 %	7	3,00	Vysoké riziko

V případě snižování procenta tuku, by jeho hodnoty neměly klesnout pod 5 % u mužů a 12 % u žen. (Colak et al. 2020)

## 12.2 Strategie

Redukci hmotnosti můžeme rozdělit na dlouhodobou (chronickou) a krátkodobou (akutní). V případě chronické redukce se zaměřujeme na tukovou a svalovou tkáň. Naopak akutní úbytek hmotnosti je důsledkem momentálních změn tělesné hmotnosti v oblasti střev, uloženého glykogenu ve svalech a játrech a celkové tělesné vody (Tab. 14). (UFC Performance Institute 2021)

**Tab. 14:** chronická a akutní ztráta hmotnosti (UFC Performance Institute 2021)

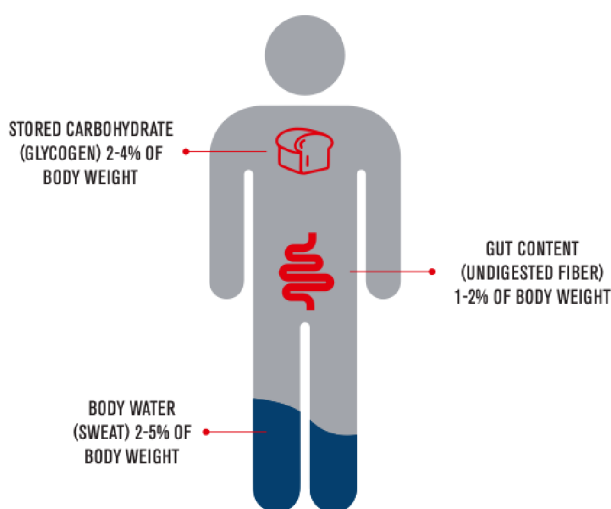
Dlouhodobá (chronická)	Krátkodobá (akutní)
Tuková tkáň	Tělesná tekutina
Svalová tkáň	Střevní obsah
	Svalový glykogen

Krátkodobá redukce hmotnosti se skládá z rychlé ztráty hmotnosti (RWL – Rapid Weight Loss) a následného rychlého nárůstu hmotnosti (RWG – Rapid Weight Gain). (Cannataro et al. 2020)

Během krátkodobé redukce hmotnosti je možné se zaměřit na, již výše zmíněné, tři kompartmenty: tělesnou vodu, zásobní glykogen a obsah střev (Obr. 51). Pokud ke snižování přistupuje sportovec obezřetně a s dohledem odborníka, nebude mít redukce významný dopad

na zdraví a výkon. Krátkodobou akutní metodou je bezpečné snížit váhu o cca 10 %, z toho: 1-2 % obsah střev, 2-4 % glykogen, 4-6 % ztráta vody, v případě, že je sportovec hydratovaný, denní příjem vlákniny je  $\geq 25$  g a denní příjem sacharidů (v tréninkovém období) je  $\geq 5$  g/kg hmotnosti. Pokud tyto požadavky sportovec nesplňuje, snížení váhy o 10 % bude velmi obtížné a bude se redukce uchylovat směrem k dehydrataci, která je potenciálním rizikem a ovlivňuje sportovní výkon. (UFC Performance Institute 2021)

#### THE THREE COMPARTMENTS OF "NON-ESSENTIAL BODY MASS"



**Obr. 51:** Kompozice kompartmentů pro krátkodobou redukci váhy (UFC Performance Institute 2021)

### 12.2.1 Glykogen

Glykogen je uložen ve dvou hlavních tělesných oddílech: v játrech jako jaterní glykogen (100-120 g), který zajišťuje hladinu krevní glykémie a svalech jako svalový glykogen (až 1000 g), který slouží jako zdroj energie pro svaly. Klíčovým aspektem je vaznost vody na glykogen, v poměru 1:3 (glykogen:voda). Pro snížení uloženého glykogenu je vhodné snížení příjmu sacharidů při konstantním objemu tréninku nebo konstantní příjem sacharidů při zvýšení objemu tréninků. Vzhledem k fyzické přípravě je vhodnější pro sportovní výkon snižování denního příjmu sacharidů, průměrně  $<50$  g na den po dobu 3-7 dnů (záleží na tréninkovém plánu) (Tab. 15). (UFC Performance Institute 2021)

**Tab. 15:** Příklady diet v redukčním období podle UFC Performance Institute 2021

	Dieta s nízkým obsahem sacharidů a vlákniny	Dieta s nízkým obsahem sacharidů
<b>Snídaně</b>	vejce	Vejce, zelenina
<b>Svačina</b>	Řecký jogurt	Řecký jogurt
<b>Oběd</b>	Kuře s avokádem, smetanová omáčka	Kuře se salátem
<b>Svačina</b>	Proteinové kuličky s burákovým máslem, proteinový prášek	Proteinový shake, voda
<b>Večeře</b>	Maso s burákovou omáčkou	Maso se zeleninou

### 12.2.2 Střevní obsah

Vzhledem ke skutečnosti, že vláknina váže vodu pro tvorbu stolice, a tím zvyšuje hmotnost střevního obsahu, je vhodné snížit příjem vlákniny a obsah projde střevem za kratší dobu (standardní doba 24-72 hodin). Celkové vyprázdnění obsahu střev vede k úbytku 1-2% celkové hmotnosti. Dieta se sníženým příjmem vlákniny je vhodná 2 maximálně 4 dny před vážením (Tab. 15). Často bývá zvykem, že zápasníci nejedí v období před vážením červené maso, ovšem neexistuje žádný vědecký důkaz, který by potvrdil, že červené maso prochází trávicím traktem pomaleji. (UFC Performance Institute 2021)

### 12.2.3 Tělní tekutina

Voda tvoří zhruba 60 % hmotnosti lidského těla, u sportovců může tvořit i více. Díky tomuto faktu řada zápasníků používá právě dehydrataci jako metodu krátkodobého snižování hmotnosti, která přináší riziko snížení výkonu se zvyšující se dehydratací a následně i zdravotní riziko. Během jednoho tréninku lze ztratit 2-3 % hmotnosti potem, tento úbytek je možné zvýšit na 4-5 % bez zdravotních rizik, ale nad rámec se dehydratace stává obtížnou a nebezpečnou, 10% dehydratace je život ohrožující. Výsledků lze dosáhnout buď manipulací s příjmem tekutin nebo jejich výdejem. (UFC Performance Institute 2021)

### 12.2.4 Manipulace s příjmem a výdejem tekutin

Při snížení příjmu tekutin se následně snižuje i výdej tekutin, proto není vhodné omezit příjem tekutin příliš brzy. Nejvhodnější doba snížení je 24 hodin před vážením na <300 ml, to obvykle vede k úbytku 1-2 % hmotnosti. (UFC Performance Institute 2021) Výdej tekutin probíhá ve třech podobách: dýchání (zanedbatelné), moč a pot. (Januszko & Lange 2021)

Pocení lze dosáhnout dvěma způsoby: aktivně a pasivně.

Aktivního pocení je dosaženo zvýšením tělesné teploty cvičením, tedy donucením těla, aby snižovalo tělesnou teplotu. Tato metoda se aktivně zapojuje v rámci tréninkové přípravy v den před vážením, kdy neprobíhá kompenzace ztrát tekutin. Podmínkou funkčnosti této metody je správná předchozí hydratace v průběhu přípravy. Nevýhodou může být několika fázový trénink, kdy v opakovaných aplikacích této metody nedochází k významnému ponížení hmotnosti. Pasivního pocení lze dosáhnout zvýšením tělesné teploty okolní teplotou, tedy bez použití cvičení, např. sauna, horké koupele, vrstvy oblečení, vytápěné místnosti. Výhodou této metody je menší bolestivost svalů, menší únava a napětí a může být časově méně náročná než metoda aktivního pocení. Naopak nevýhodou může být nepohodlí ve srovnání s aktivním, nepříznivé fyziologické reakce (poruchy homeostázy elektrolytů a ztráty tekutin z plazmy, snižuje kardiovaskulární zdatnost). Samozřejmě lze obě metody spojit. (UFC Performance Institute 2021)

Močení jako primární způsob regulace vodní bilance je řízeno ledvinovým systémem. Hlavními hormony ovlivňujícími regulaci tekutin jsou aldosteron a antidiuretický hormon vazopresin. Na tuto skutečnost navazuje další metoda, pro zvýšení produkce moči a potu, zatížení vodou neboli water-loading. (Januszko & Lange 2021) Jedná se o zvýšení příjmu



tekutin před omezením, které vede ke zvýšenému močení a pocení. Vzhledem ke skutečnosti, že sodík odchází z těla potem a jeho příjem v potravě zadržuje vodu, se doporučuje snížení příjmu v době 48-72 hodin před vážením. Zde nastává riziko hyponatremie, hladina sodíku v krvi, která může vyústit v hospitalizaci až smrt. Tudíž celý proces musí být správně řízen. UFC Performance institute vytvořilo vědecky podložený protokol pro zatížení vodou viz Tab. 16. (UFC Performance Institute 2021)

**Tab. 16:** Protokol zatížení vodou – Water-loading protokol (UFC Performance Institute 2021)

<b>-4 dny</b>	Celkový objem tekutin 100 ml/kg tělesné hmotnosti
<b>-3 dny</b>	
<b>-2 dny</b>	
<b>-1 den</b>	Příjem tekutin se mění v závislosti na hmotnosti a preferencích sportovce. Někteří mohou raději přestat pít tekutiny 24 hodin před vážením. Jiní mohou chtít pokračovat v popíjení tekutin po celý den a trochu více se potit.
<b>Den vážení (10.00)</b>	Žádné tekutiny až do vážení.

## 12.2.5 Doplnky stravy během předzápasové redukce váhy

**Tab. 17:** Běžné doplňky, které se často uvádějí jako podpora hubnutí (Langan-Evans et al. 2011)

Doplňek stravy	Tvrzení/aktivní složky	Shrnutí výsledků
<b>Kofein, zelený čaj</b>	Uvádí se, že kofein má termogenní účinky a uvádí se, že urychluje energetický výdej. Zelený čaj má také vysoký obsah kofeinu. Zelený čaj obsahuje katechiny, které jsou polyfenolové sloučeniny s významným antioxidačním efektem.	Přibývá důkazů, že zelený čaj může podpořit $\beta$ -oxidaci mastných kyselin během středně intenzivního cvičení. Přínosy se zdají být obzvláště účinné u osob s nadváhou.
<b>Konjugovaná linolová kyselina (CLA)</b>	CLA je přirozeně se vyskytující mastná kyselina. O níž se tvrdí, že zvyšuje citlivost na inzulín, snižuje hladinu glukózy v plazmě a snižuje hmotnost tuku.	Většina pádných důkazů pochází ze studií na zvířatech, které je třeba brát s rezervou. Existují určité důkazy, že dlouhodobé používání 3,5 g/den může snížit množství tělesného tuku a významně břišní tělesný tuk u osob s mírnou nadváhou.
<b>Karnitin</b>	Karnitin tělo získává stravou a endogenní syntézou. Ukládá se ve svalcích a hraje důležitou roli v přenosu mastných kyselin do mitochondrií, kde dochází k $\beta$ -oxidaci.	Samotná suplementace karnitinem nezvyšuje obsah karnitinu ve svalcích. Studie ukázaly, že kombinace karnitinu s inzulínem nebo se 188 g potravin, s vysokým glykemickým indexem, zvyšuje svalový obsah karnosinu. Není však jasné, zda přidané sacharidy s vysokým GI negativně ovlivňují celkovou oxidaci tuků.
<b>Kyselina <math>\alpha</math>-lipoová (ALA)</b>	ALA je silný antioxidant, u kterého se tvrdí, že snižuje tukovou hmotnost. Bylo navrženo mnoho mechanismů účinku ALA, včetně aktivace PPAR-gama, který reguluje hladinu tuku v těle a metabolismus glukózy. Je také kofaktorem mnoha mitochondriálních enzymů a bylo uvedeno, že snižuje dobrovolné přijímání potravy a zvyšuje výdej energie.	Většina tohoto výzkumu proběhla na hlodavcích. Některé studie prokázaly mírnou redukci hmotnosti u obézních lidí, kterým bylo podáno 1 800 mg/den ALA, ačkoli důkazy o funkčnosti u sportující populace chybí.

## 12.2.6 Rehydratace a výživa po vážení

Po redukci je nutný návrat do bodu euhydratace (optimální hydratace). Pro vhodnou rehydrataci je nutné vědět k jakým ztrátám tekutin došlo během redukce. Pro optimalizaci rehydratace, je nutné zaznamenat objem redukované tekutiny (resp. hmotnost). Budeme-li předpokládat, že k fázi dehydratace dojde v den před vážením, tak je nutné zaznamenat váhu sportovce ráno těsně před počátkem dehydratace (i v případě užití dalších redukčních strategií). Pokud sportovci chybí "X" kg do správné váhové kategorie, lze předpokládat, že "X" kg odpovídá stupni dehydratace. V tomto případě je nutné rehydratovat 150-200 % hmotnosti "X". Pokud bude příjem nižší, sportovec spočine dehydratován, naopak konzumace vyšší než 200 % není doporučena. Během rehydratace je nutný příjem sodíku, jehož hodnoty by se měly pohybovat mezi 0,5-1,75 g/l tekutiny. Obecně lze říci, čím vyšší příjem sodíku v tekutinách a

potravě, tím vyšší výdej sodíku v moči, popř. potu. Další nutností je obnova glykogenových zásob skrze příjem sacharidů. Vhodný příjem sacharidů je 8-12 g/kg, v tomto případě se jedná o hmotnost před redukcí. Samozřejmě konkrétní množství sacharidů v regeneraci je závislé na razantnosti redukce a kalorickém omezení. Během poredukční regenerace je vhodné se vyhnout zažívacím problémům. Tedy pokud došlo ke snížení příjmu vlákniny, není vhodné okamžitě nastolit původní příjem. Následkem by mohlo dojít ke zpomalené a snížené absorpci nutrientů a zažívacím problémům. Mělo by docházet zejména k příjmu sacharidů s vyšším glykemickým indexem, naopak k nižšímu příjmu lipidů a proteinů (20-30 g proteinů až do zápasu). Počátkem rehydratace by měla být konzumace 500 ml tekutin během 10-15 minut po vážení. V navazujících 2 hodinách je vhodný příjem tekutin s vysokým obsahem elektrolytů (Na, K, Cl) a potravin s jednoduše stravitelnými sacharidy. Nadále dle Tab. 18. (UFC Performance Institute 2021)

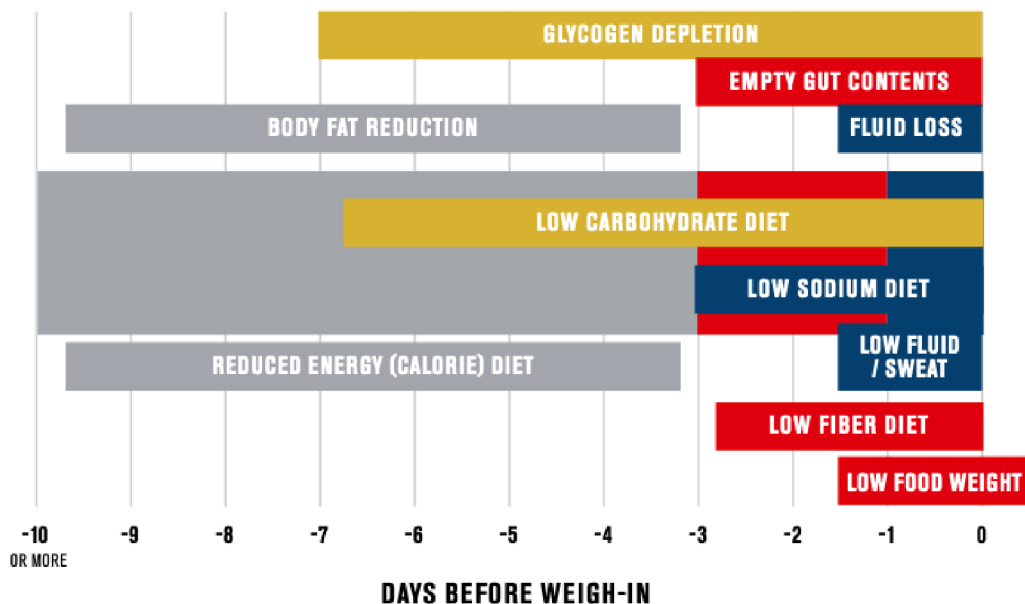
**Tab.18:** Regenerační fáze po vážení (UFC Performance Institute 2021)

Časový úsek po vážení	Klíčové úvahy	Taktika
<b>Akutní rehydratační fáze</b>		
1-2 hodiny	Tolerance tekutin GIT Osmolarita elektrolytů a sacharidů Znovuzařazení pevné stravy (pokud tolerovatelné)	Příjem rehydratačního roztoku (1-1,5 l/hod) Příjem rychle vstřebatelných sacharidů ( $\leq 60$ g/hod) Znovuzařazení jednoduše stravitelných škrobů – dle tolerance (slané tyčinky, bagely, rýžové sušenky atd.)
<b>Neakutní rehydratační fáze</b>		
3-6 hodin	Přednostní příjem tekutin Nutný obsah elektrolytů v tekutinách Opětovné zařazení více komplexních sacharidů	Stálý příjem tekutin s elektrolyty (Na, K, Cl) Příjem jednoduše stravitelných škrobů (bílá rýže, brambory, sladké brambory, těstoviny atd.)
<b>Fáze obnovení svalového glykogenu</b>		
6+ hodin	Maximalizace svalového glykogenu Minimalizace nadýmání a GIT nekomfortu	Upřednostnění příjmu sacharidů Nízká až střední konzumace bílkovin Příjem potravin s nízkým obsahem tuků (vysoký obsah tuků zpomalí vyprazdňování) Menší porce častěji

I v období před zápasem je vhodné přijímat vysokosacharidové pokrmy a tekutiny s obsahem elektrolytů. 2-4 hodiny před zápasem je vhodné požívat minimálně 1 g/kg sacharidů a 30-60 minut před zápasem je vhodná sacharidová svačina (pokud je sportovcem tolerovatelná). (UFC Performance Institute 2021)

### 12.2.7 Zhodnocení

Přestože je dlouhodobé postupné snižování hmotnosti výhodnější, je více než dvakrát méně časté než krátkodobé rychlé hubnutí. Zároveň by krátkodobé hubnutí mělo být aplikováno pouze v případě, že je čas pro rehydrataci a znovuvyživení delší než 3 hodiny. (Januszko & Lange 2021) Samozřejmě je možné všechny výše zmíněné techniky spojit viz Obr. 52.



**Obr. 52:** Kombinace strategií v průběhu přípravy na vážení (UFC Performance Institute 2021)

### 12.3 Dopad na psychiku

Studie, které se účastnilo 166 zápasníků (75,3 % mužů), vyhodnocovala psychologický dopad a souvislost se stravovacími návyky předzápasové redukce hmotnosti skrze osobní hodnocení zvládnání, emocí, stravovacích návyků atd. 57,3 % dotázaných pociťuje vysokou úroveň stresu, obavy z příjmu potravy, úzkost, sklíčenost, vztek, to vše podmíněno nechťnou změnou hmotnosti. Tato část sportovců vnímala redukci hmotnosti jako hrozbu. Někteří naopak redukci hmotnosti přijali jako výzvu, díky čemuž zažívali více vzrušení a štěstí. Závěrem této studie je doporučení pro správně zvolenou strategii s pozitivním přístupem a se záměrem omezení nevhodného stravovacího chování. (Gonçalves et al. 2021)

### 12.4 Dopad na zdravotní stav

Redukce hmotnosti ovlivňuje hormonální hladinu testosteronu, kortizolu, růstového hormonu, globulinu vázajícího pohlavní hormony a inzulinu. Tyto hormonální změny mohou vyústit ve snížení kostní hustoty, narušení vývoje adolescentů, narušení regulace krevní glukózy atd. (Januszko & Lange 2021)

Jedna ze studií sledovala zdravotní ukazatele během redukce. Zúčastnilo se jí 16 mužů a 8 žen zápasících ve stylu Muay Thai. Průměrně se hmotnost po RWL snížila o 4,1 %, zatímco

dostupnost glukózy se po RWL a RWG zvýšila. Hodnoty urey v krvi, lipidového profilu a kreatininu bylo v normálním rozmezí. Hladiny testosteronu a štítnou žlázu stimulujícího hormonu u mužů se významně snížily po RWL i RWG. U žen nebyla zjištěna žádná signifikantní změna. (Cannataro et al. 2020)

Vzhledem k nevyvážené stravě během procesu rychlého snižování váhy dochází k nižšímu energetickému příjmu, než je doporučeno, nižšímu příjmu minerálů (zejména jódu, draslíku, vápníku) a vitaminů (zejména D, folátů, C, E). (Anyżewska et al. 2018)

## **12.5 Dopad na sportovní výkon**

Vliv snižování hmotnosti na výkon není úplně jasný, ovšem studie naznačují neutrální nebo negativní efekt. Hranicí se ukazuje snižování hmotnosti větší než ~5 % celkové tělesné hmotnosti za méně než 24 hodin. Tudíž je velmi sporné, zda je snížení váhy (pro získání lehčího soupeře) výhodné vzhledem ke snížení výkonu (snížením dostupnosti glykogenu nebo zvýšenou únavou). (Barley et al. 2019)

## **12.6 Postupy předcházející rychlému snižování váhy**

Ve většině akademických wrestlingových soutěžích ve Spojených státech jsou dodržovány postupy, které předcházejí rychlému snižování hmotnosti. Proto by tato doporučení měla být realizována i jiným bojovými sporty. (Franchini et al. 2012)

Jednotlivá pravidla dle Franchini et al. 2012:

- zápasy by měly začít za méně než 1 hodinu po vážení
- každý sportovec se smí vážit pouze jednou
- metody RWL a metody umělé rehydratace jsou ve dnech soutěže zakázány
- sportovci musí projít hydratačním testem, aby bylo vážení platné
- individuální minimální soutěžní hmotnost je stanovena na začátku každé sezóny
- žádný sportovec nesmí soutěžit ve váhové kategorii, pro kterou by bylo nutné úbytku hmotnosti většího než 1,5 % tělesné hmotnosti za týden

## **12.7 Metabolická rehabilitace**

K období nízké energetické dostupnosti (LEA – Low Energy Availability) dochází právě během předzápasové úpravy hmotnosti, což může být doprovázeno metabolickými problémy (v literatuře někdy jako relativní energetický deficit ve sportu: RED-s – Relative Energy Deficit in Sport). Tato nevyváženost může vést k systematickým problémům zahrnující více orgánových systémů, z tohoto důvodu by měly být všechny problémy včasné adresovány. (UFC Performance Institute 2021)

## 13 Případové studie

### 13.1 Dělení sportovců na soutěžích

Dle ČSK 2022 jsou sportovci dělení nejdříve dle pohlaví: mužské, ženské, následně dle věku (viz Tab. 19, Tab. 20). A v poslední řadě dle hmotnosti do váhových kategorií (viz Tab. 21), kde např. -53 kg znamená, že sportovec musí vážit  $\leq 53$  kg a spodní hranicí je předchozí kategorie. Toto rozřazení je nutné z hlediska bezpečnosti a vyrovnanosti sportovců, kteří soupeří proti sobě.

**Tab. 19:** Rozdělení sportovců do věkových kategorií: polokontaktní disciplíny (ČSK 2022)

Název kategorie	Věk (roky)
Děti (point fighting a kalaki)	6-9
Mladší žáci/žákyně	10-12
Starší žáci/žákyně	13-15
Junioři/juniorky	16-18
Muži/ženy	19 a více (horní hranice není omezena)
Veteráni muži/ženy	35 a více (horní hranice není omezena)

**Tab. 20:** Rozdělení sportovců do věkových kategorií: plnokontaktní disciplíny (ČSK 2022)

Název kategorie	Věk (roky)
Junioři/juniorky	15-18
Muži/ženy	19-40

**Tab. 21:** Rozdělení sportovců do váhových kategorií (ČSK 2022)

Věková kategorie	Váhové kategorie
Děti – point fighting a kalaki	-24 kg, -27 kg, -30 kg, -33 kg, -36 kg, +36 kg
Mladší žáci	-28 kg, -32 kg, -42 kg, -47 kg, +47 kg
Mladší žákyně	-28 kg, -32 kg, -42 kg, -47 kg, +47 kg
Starší žáci	-32 kg, -37 kg, -42 kg, -47 kg, -52 kg, -57 kg, -63 kg, -69 kg, +69 kg
Starší žákyně	-32 kg, -37 kg, -42 kg, -46 kg, -50 kg, -55 kg, -60 kg, -65 kg, +65 kg
Junioři – PF, LC, KL	-57 kg, -63 kg, -69 kg, -74 kg, -79 kg, -84 kg, -89 kg, -94 kg, +94 kg
Junioři – FC, LK, K1	-51 kg, -54 kg, -57 kg, -60 kg, -63,5 kg, -67 kg, -71 kg, -75 kg, -81 kg, -86 kg, -91 kg, +91 kg
Juniorky – PF, LC, KL	-50 kg, -55 kg, -60 kg, -65 kg, -70 kg, +70 kg
Juniorky – FC, LK, K1	-48 kg, -52 kg, -56 kg, -60 kg, -65 kg, -70 kg, +70 kg
Muži – PF, LC, KL	-57 kg, -63 kg, -69 kg, -74 kg, -79 kg, -84 kg, -89 kg, -94 kg, +94 kg
Muži – FC, LK, K1	-51 kg, -54 kg, -57 kg, -60 kg, -63,5 kg, -67 kg, -71 kg, -75 kg, -81 kg, -86 kg, -91 kg, +91 kg
Ženy – PF, LC, KL	-50 kg, -55 kg, -60 kg, -65 kg, -70 kg, +70 kg
Ženy – FC, LK, K1	-48 kg, -52 kg, -56 kg, -60 kg, -65 kg, -70 kg, +70 kg



## 13.2 Rozbor případových studií

Případových studií se účastnili čtyři sportovci, kteří se věnují bojovým sportům na amatérské, reprezentační nebo trenérské úrovni, popř. jejich kombinaci. Zastoupenými styly bojových sportů a umění jsou: kickbox (případně klasický box), BJJ – no gi (bez kimona), MMA, thaibox a klasický box. Sportovci jsou hodnoceni na základě dotazníku, záznamového jídelníčku (7 dnů) a výpočtů. U všech sportovců byl trojpoměr živin přizpůsoben záznamovému jídelníčku. Na základě výpočtů a záznamů byl vytvořen třídní jídelníček pro každého sportovce, který obsahuje den se dvěma tréninkovými jednotkami, den s jednou tréninkovou jednotkou a odpočinkový den.

Sportovec 1 (viz Příloha I) má vhodně nastavenou délku a načasování spánkového cyklu, což se odráží na jeho subjektivním psychickém stavu a pocitu energie při stávání, případně v rámci celého dne. Subjektivní zhodnocení stolice napovídá nedostatečnému příjmu tekutin a nízkému obsahu vlákniny v potravě, což se dle záznamu jídelníčku opravdu potvrzuje, příjem vlákniny je poloviční oproti doporučenému. Naopak pitný režim se zdá být adekvátní. Frekvence vyprazdňování je velmi pravidelná. Sportovec 1 suplementuje adekvátně ke svému zdravotnímu stavu a tréninkovému plánu. Doporučila bych podstoupit laboratorní vyšetření krve a na jeho základě vyhodnotila potřebu dalších doplňků, jako např. vitamín D, který je celkově přijímán v malém množství. Zároveň díky spokojenosti s aktuální hmotností a bez nutnosti velké redukce do váhové kategorie (1,5 kg), není třeba strategie předzápasové redukce hmotnosti. Celkově bych sportovci 1 doporučila zpravidelnění jídelníčku a snížení časového rozmezí příjmu – příjem posledního velkého pokrmu cca 2 hodiny před spánkem. Také by byly vhodné obměny některých potravin: bílé pečivo, rýže a těstoviny za celozrnné produkty (pro navýšení příjmu vlákniny, který je nízký), průmyslově zpracované potraviny za čerstvé a doma připravené pokrmy (snížení příjmu přídatných látek), uzenin za čerstvé maso atp. Díky velkému rozdílu ve vypočítaném denním příjmu a průměrném zaznamenaném příjmu, by bylo vhodné přeměření bazálního metabolismu nepřímou kalorimetrií a znovu propočítání denního příjmu.

Sportovec 2 (viz Příloha II) má relativně vhodně nastavenou délku a načasování spánkového cyklu s přihlédnutím na velmi malé děti. Spánek je ovlivněn, mimo vstávání k dětem, i občasným příjmem stravy a alkoholu ve večerních hodinách. S přihlédnutím na záznam a vyplnění dotazníku by bylo vhodné snížit příjem červeného masa, které se stalo téměř každodenním pokrmem, a červeného vína, především v pozdních večerních hodinách. Stolice je pravidelná a konzistence naznačuje sníženému příjmu vlákniny, který se potvrdil i v záznamovém jídelníčku. Naopak pitný režim se zdá být objemem adekvátní, vzhledem k nízkému příjmu hořčíku bych doporučila vodu Magnesii (cca 150 ml/den), případně doplňovat hořčík suplementy. Strategie předzápasové redukce hmotnosti je nastavená obstojně, ale díky posunu ve věkové a váhové kategorii ji nadále nevyužívá. Celkový denní příjem je adekvátní vůči propočítaným údajům a cíli redukce hmotnosti o 5-8 kg. Pro sportovce 2 by bylo vhodné zvýšit příjem ovoce, vlákniny, stejným způsobem jako u sportovce 1, snížit příjem masa za navýšení příjmu luštěnin, a snížit objem červeného vína na polovinu (namísto 400 ml, je vhodné 200 ml). Vhodné je celkově zpravidelnit časový harmonogram příjmu stravy.

Sportovec 3 (viz Příloha III) má nevhodně nastavený spánkový cyklus i s přihlédnutím na občasně noční směny, což se projevuje problémy při vstávání a pocitově sníženou energií. Pro zlepšení pocitu energie, regenerace a zvýšení obranyschopnosti organismu je na místě

zvýšit průměrnou délku spánku na alespoň 7-8 hodin a zpravidelnit načasování. Stolica je pravidelná a s vhodnou konzistencí, což vzhledem k nízkému příjmu vlákniny (cca 7 g), může být ovlivněno zvýšeným příjmem tekutin (3-4 l). Suplementace se zdá být relativně vhodně nastavena, ovšem bych přesto doporučila laboratorní vyšetření krve s cílem, co nejvhodnějšího nastavení suplementace. Dalším vhodným doplňkem stravy s přihlédnutím na nedávné infekce, které se projevíly v krevních testech snížením neutrofilů a zvýšením monocytů, by mohla být probiotika, nebo lepší variantou synbiotika. Zároveň jako jediný z účastníků doplňuje kreatin, kde dle mého názoru dochází k vyššímu příjmu, než je třeba. V případě dvoufázového tréninku doplňuje po každé tréninkové jednotce 5 g kreatin monohydrátu (tedy 10 g/den). Vhodnější dávkování je 5 g/den po tréninkové jednotce (první či druhé, dle výběru) se syrovátkovým proteinem a maltodextrinem pro lepší vstřebatelnost. Další důležitou skutečností je načasování příjmu v rámci přípravy na soutěže, jelikož při suplementaci kreatinem dochází k zadržování vody, je nutné suplementaci přerušit 4 týdny před soutěží, v případě nutnosti podstoupení předzápasové redukce hmotnosti. Strategie předzápasové redukce hmotnosti je nastavena s dobrými cíli, ale pro zlepšení celkového nastavení je vhodné přeměření bazálního metabolismu nepřímou kalorimetrií, jelikož průměrný denní energetický příjem záznamového jídelníčku, který probíhal právě v období redukce, byl pod hodnotou vypočteného bazálního metabolismu. Tudíž vzhledem k vypočteným hodnotám je i při redukci hmotnosti nutné zvýšit denní energetický příjem. Také je namístě zvýšit příjem mléčných produktů, vlákniny (obměnou bílého pečiva, těstovin a rýže za celozrnné), červeného masa a v neposlední řadě ovoce. Zaznamenaný jídelníček byl velmi strohý a monotónní, proto je třeba zlepšit jeho pestrost, ale i přes noční směny relativně časově pravidelný. Ovšem výše zmíněné výtky jsou z části zapříčiněny zaznamenáním jídelníčku během redukční fáze, a tedy pro objektivnější zhodnocení by byl vhodný záznam i z přípravné fáze.

Sportovec 4 (viz Příloha IV) má pravidelný, vhodně nastavený spánkový cyklus, přesto se každou noc budí (kolem 1.00 hodiny), kvůli nutnosti vzít si žvýkací tabák, na který si vyvinul závislost. Stolica je pravidelná s dobrou konzistencí i přes nižší příjem vlákniny. Jako jediný pracoval s výživovým poradcem v rámci přípravy na soutěž fitness men's physique, kvůli které podstoupil až absurdní objemovou a redukční fázi přípravy. Jak sám zhodnotil, tak tato příprava měla velmi negativní dopad na jeho gastrointestinální trakt. Naopak pozitivním přínosem je výborně propracovaná strategie předzápasové redukce hmotnosti. Sportovec 4 užívá jen základní doplňky stravy, ovšem by bylo vhodné snížit příjem syrovátkového proteinu ve prospěch zpestření jídelníčku. Další vhodnou úpravou je snížení příjmu energetického nápoje Monster, který konzumuje 1-2x denně. Celkový denní energetický příjem je nastaven vhodně v porovnání s výpočty, přesto je vhodné zpestřit jídelníček, zvýšit příjem vlákniny, ovoce, zeleniny a luštěnin a pokusit se postupně zbavovat závislosti na nikotinu, případně suplementovat vitamín D (doporučila bych laboratorní vyšetření krve).

Celá skupina spíše naznačuje pravidelný spánek, pocity vysoké energie během dne, pravidelné stolici a vhodnému pitnému režimu (vyjma nadužívání energetických nápojů sportovcem 3 a 4). V celkovém zhodnocení výživových trendů této skupiny sportovců je nutné zmínit velmi nízký příjem vlákniny, ovoce, v některých případech i mléčných výrobků, naopak relativně vysoký příjem masa, loupané rýže a brambor. Naopak pozitivem je nízký příjem vysoce průmyslově zpracovaných potravin. U všech sportovců je nutné zpestřit jídelníček. Možnou alternativou pro pokrytí denního příjmu vlákniny je její doplňování suplementy.

Nejčastěji užívaný suplement je syrovátkový protein, který je v jistých případech až nadužíván. Naopak jen jeden sportovec, sportovec 3, užívá kreatin. Žádný jiný, v předchozích kapitolách zmíněný, suplement není užíván, proto je vhodné navrhnout jejich užívání či alespoň prodiskutování jejich existence a možností s tím spojených. Vzhledem k velkým rozdílům mezi zaznamenanými energetickými příjmy a vypočtenými energetickými příjmy je namístě přeměření bazálního metabolismu nepřímou kalorimetrií, případně postoupení dalších měření pro zhodnocení např. energetického výdeje během tréninků. Další zásadní, několikrát zmíněnou, zhodnocovací metodou je pravidelné laboratorní vyšetření krve pro správné nastavení suplementace vitamínů a minerálních látek. U sportovců 1, 2 a 4 došlo k nízkému příjmu vitamínu D, sportovec 3 jej aktivně doplňuje. Somatické typy se nestaly zásadními ukazateli v posudku výživových návyků sportovců. Tato skupina má dobré povědomí o předzápasové redukci váhy, případně její strategii a aplikaci. Vzhledem ke krátkým časovým úsekům od vážení k zápasu není vhodné nadměrně sportovce dehydratovat, jelikož čas pro rehydrataci není dostatečný. Přesto je individuální postupná rehydratace a výživa namístě. Výživa v den soutěže není dostatečně vyvážená díky vážení, psychickému a fyzickému náporu, což může mít dopad i na sportovní výkon.

## 14 Závěr

Cílem práce bylo vytvořit základní přehled o výživě a suplementaci při bojových sportech. I přes takto konkrétně aplikovanou oblast se jedná o velmi rozsáhlé téma, ze kterého byla diskutována pouze nejdůležitější, případně aktuálnější témata. Úvodem byly konkretizovány vybrané bojové sporty, jelikož se i jejich fyzická příprava může lišit, více či méně. Popsání makronutrientů, jejich struktury, trávení, vstřebávání a metabolismu, bylo naprostým základem pro pochopení fungování těla a jeho potřeb. Naopak somatotyp se nestal zásadním a z tohoto důvodu byl využit pouze v případových studiích.

Ke konkrétnějším a aplikovatelnějším informacím o makronutrientech bylo přistupováno s ohledem na fázi přípravnou či redukční a v závislosti na fyzické aktivitě byly popsány druhy energetického krytí, které se v bojových sportech velmi mění díky jejich intermitentnímu charakteru. A v návaznosti na fyzickém zatížení byla vytvořena doporučení pro výživu před zatížením, po zatížení, případně i během zatížení. Průběžné doplňování glukózy během fyzického zatížení nebylo shledáno zásadním, především na amatérské úrovni v těchto sportech. Mnohem vyšší váha byla přisuzována výživě před a po zatížení. Také se potvrdila vhodnost komplexního složení jídelníčku, tudíž byly přísné dietární styly, s omezením důležitých skupin potravin, shledány jako nevhodné. A v případě rozhodnutí sportovců se podobným výživovým směrem ubírat, byla vyzdvižena nutnost precizně nastavit dostatečný příjem všech nutrientů, případně je aktivně suplementovat.

V oblasti suplementace byly probrány doplňky s pozitivním vlivem na sportovní výkon, ať už přímým působením, např. nabuzení, které přímo ovlivňuje sportovní výkon, či nepřímým působením, např. podpora svalového růstu, kde vyšší obsah svalové tkáně působí ergogenně. Celkově nejvíce užívaným doplňkem, který byl v rešerši diskutován, je syrovátkový protein, což potvrzují i případové studie. Kofein se zdá být další užívanou látkou, především ve formě energetických nápojů, které ovšem neobsahují adekvátní množství kofeinu pro pozitivní vliv na sportovní výkon. Kreatin či  $\beta$ -alanin se jevily jako velmi přínosné doplňky i v rámci amatérské závodní úrovně, přesto je nutné klást důraz na jejich protokoly užívání. Primárně v případě kreatinu, který zvyšuje zadržování vody, což může mít negativní vliv v závodní sezóně, pokud sportovec potřebuje redukovat svou hmotnost do váhové kategorie. HMB byl shledán vhodnější pro netrénované jedince, či jedince po tréninkové pauze. S bikarbonátem sodným bylo naznačeno postupné odzkoušení konkrétním sportovcem vzhledem k vedlejším účinkům, které by v případě důležitého zápasu mohly negativně ovlivnit sportovní výkon. Posledním vybraným doplňkem stravy se stal *Tribulus terrestris*, který nedostal svým primárně vyzdvižených pozitiv, přesto byl shledán suplementem s jiným pozitivním účinkem v bojových sportech.

Pro zasazení práce do aktuálních diskusí byla vytyčena důležitost spánku, mikrobiomu a pitného režimu. Spánek byl velmi zásadním bodem ve zdravém životním stylu. Ovlivňuje řadu procesů v těle, jako regeneraci, tělesnou hmotnost, imunitu nebo hormonální hladinu. Všechny zmíněné procesy ovlivňují sportovní výkon, tím se spánek stal pro sportovce zásadním. Jeho kvalita může být ovlivněna i stravou. Mikrobiom je jedním z nejaktuálnějších témat ve vědecké obci, a přestože je jeho výzkum v začátcích, byl prokázán jeho vliv na nejednu oblast lidského těla. Ze sportovního hlediska měl mikrobiom zásadní podíl na vstřebávání živin, vlivu svou endokrinní funkcí, imunitě, vyprazdňování a celkovém zdraví.

Správně nastavený pitný režim je důležitý nejen při sportu, ale celkovém denním režimu. Z hlediska bojových sportů byl právě pitný režim velkou součástí předzápasové redukce hmotnosti, která se často stala pouze krátkodobou záležitostí. Právě v krátkodobé redukci byl vyvážený jídelníček a pitný režim podmínkou, a v redukci docházelo k jejich přenastavení pro krátkodobé snížení váhy, aby sportovec navázil potřebnou hmotnost do váhové kategorie.

Pro uzavření celého tématu byly vytvořeny případové studie čtyř sportovců, kteří se pohybují ve světě bojových sportů. Všichni vybraní sportovci měli povědomí o zdravém životním stylu, výživě a některých suplementech, přesto se nejčastěji objevoval nízký příjem vlákniny a vitamínu D, případně některých dalších mikronutrientů. Denní energetický příjem se často lišil v porovnání s vypočítanými hodnotami, a právě z toho důvodu bylo doporučeno přeměření bazálního metabolismu, případně dalších zhodnocovacích metod. Zaznamenaným jídelníčkům často chyběla pestrost a dostatečný příjem ovoce a luštěnin.

## 15 Literatura

1. Agostoni C., Bresson JL. et al. 2010. Scientific Opinion on Dietary Reference Values for carbohydrates and dietary fibre. *EFSA Journal* **8**(3):(1462). ISSN 18314732 DOI:10.2903/j.efsa.2010.1462
2. Anyżewska A., Dzierżanowski I. et al. 2018. Rapid Weight Loss and Dietary Inadequacies among Martial Arts Practitioners from Poland. *International Journal of Environmental Research and Public Health* **15**(11):(2476). ISSN 1660-4601 DOI:10.3390/ijerph15112476
3. Aragon A. A., Schoenfeld B. J. 2013. Nutrient timing revisited: is there a post-exercise anabolic window?. *Journal of the International Society of Sports Nutrition* **10**(1):(5). ISSN 1550-2783 DOI:10.1186/1550-2783-10-5
4. Barley O., Chapman D. et al. 2019. The Current State of Weight-Cutting in Combat Sports. *Sports* **7**(5):(123). DOI:10.3390/sports7050123
5. Bernaciková M., Cacek J. et al. 2020. Regenerace a výživa ve sportu. 3. doplněné vydání. Masarykova univerzita, Brno. ISBN 978-80-210-9725-4.
6. Bhaumik P., Koski M. K. et al. 2005. Structural biology of the thioester-dependent degradation and synthesis of fatty acids. *Current Opinion in Structural Biology* **15**(6):621-628. ISSN 0959440X DOI:10.1016/j.sbi.2005.10.010
7. Boland M. 2016. Human digestion - a processing perspective. *Journal of the Science of Food and Agriculture* **96**(7):2275-2283. ISSN 00225142 DOI:10.1002/jsfa.7601
8. Campbell B. I., La Bounty P. M. et al. 2011. Dietary Supplements Used in Combat Sports. *Strength & Conditioning Journal* **33**(6):50-59. ISSN: 1524-1602 DOI:10.1519/SSC.0b013e31823a4e9033:50-59
9. Campbell B. I., Wilborn C. D. et al. 2012. Nutrient Timing for Resistance Exercise. *Strength and Conditioning Journal* **34**(4):2-10. ISSN 1524-1602 DOI:10.1519/SSC.0b013e3182558e16
10. Cannataro R., Cione E. et al. 2020. Acute Effects of Supervised Making Weight on Health Markers, Hormones and Body Composition in Muay Thai Fighters. *Sports* **8**(10):(137). ISSN 2075-4663 DOI:10.3390/sports8100137
11. Carbuhn A., Reynolds S. et al. 2018. Effects of Probiotic (*Bifidobacterium longum* 35624) Supplementation on Exercise Performance, Immune Modulation, and Cognitive Outlook in Division I Female Swimmers. *Sports* **6**(4):(116). ISSN 2075-4663 DOI:10.3390/sports6040116

12. Chandrasekaran B., Fernandes S. et al. 2020. Science of sleep and sports performance – a scoping review. *Science & Sports* **35**(1):3-11. ISSN 07651597 DOI: doi:10.1016/j.scispo.2019.03.006
13. Clark N. 2020. Sportovní výživa: stravovací plán, potravinové doplňky, strava před výkonem i po něm, specifické výživové potřeby, hubnutí bez hladovění, recepty. 4. vydání. Grada Publishing, Praha. ISBN 978-80-271-1030-8.
14. Close G.L., Hamilton D.L. et al. 2016. New strategies in sport nutrition to increase exercise performance. *Free Radical Biology and Medicine* **98**:144-158. ISSN 08915849 DOI:10.1016/j.freeradbiomed.2016.01.016
15. Colak A., Sahin I. et al. 2020. Weight loss methods and effects on the different combat sports athletes. *Progress in Nutrition* **22**:119-124. DOI: 10.23751/pn.v22i1-S.9803
16. Cribb P. J., Williams A. D. et al. 2006. The Effect of Whey Isolate and Resistance Training on Strength, Body Composition, and Plasma Glutamine. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism* **16**(5):494-509. ISSN 1526-484X DOI:10.1123/ijsnem.16.5.494
17. Dattilo M., Antunes H.K.M. et al. 2011. Sleep and muscle recovery: Endocrinological and molecular basis for a new and promising hypothesis. *Medical Hypotheses* **77**(2):220-222. ISSN 03069877 DOI:10.1016/j.mehy.2011.04.017
18. Du Ch., Almotawa J. et al. 2021. Effects of macronutrient intake on sleep duration and quality: A systematic review. *Nutrition & Dietetics* **79**(1):59-75. ISSN 1446-6368 DOI:10.1111/1747-0080.12671
19. Dylevský I. 2019. Somatologie: pro předmět Základy anatomie a fyziologie člověka. 3. přepracované a doplněné vydání. Grada Publishing, Praha. ISBN 978-80-271-2111-3.
20. Franchini E., Brito C. J. et al. 2012. Weight loss in combat sports: physiological, psychological and performance effects. *Journal of the International Society of Sports Nutrition* **9**(1):(52). ISSN 1550-2783 DOI:10.1186/1550-2783-9-52
21. Francialda M. M. V., Joao P. L. M. et al. 2021. Characterization of sleep quality in Brazilian Jiu-Jitsu fighters. *Sleep Medicine* **14**(1):69-71. DOI:10.5935/1984-0063.20200001
22. Fuhrman J. & Ferreri D. M. 2010. Fueling the Vegetarian (Vegan) Athlete. *Current Sports Medicine Reports* **9**(4):233-241 ISSN 1537-890X. DOI: 10.1249/JSR.0b013e3181e93a6f



23. Gonçalves S., Ribeiro A. et al. 2021. Does weight change relate to psychological variables and eating behaviours in combat sports?. *Eating and Weight Disorders - Studies on Anorexia, Bulimia and Obesity* **26**(3):921-930. ISSN 1590-1262 DOI:10.1007/s40519-020-00933-4
24. Gosselin N., Lasseonde M. et al. 2009. Sleep following sport-related concussions. *Sleep Medicine* **10**(1):35-46. ISSN 13899457 DOI: doi:10.1016/j.sleep.2007.11.023
25. Grgic J., Pedisic Z. et al. 2021. International Society of Sports Nutrition position stand: sodium bicarbonate and exercise performance. *Journal of the International Society of Sports Nutrition* **18**(1):61. ISSN 1550-2783 DOI:10.1186/s12970-021-00458-w
26. Guest N. S., Van Dusseldorp T. A. et al. 2021. International society of sports nutrition position stand: caffeine and exercise performance. *Journal of the International Society of Sports Nutrition* **18**(1):(1). ISSN 1550-2783 DOI:10.1186/s12970-020-00383-4
27. Harnett J. E., Pyne D. B. et al. 2021. Probiotic supplementation elicits favourable changes in muscle soreness and sleep quality in rugby players. *Journal of Science and Medicine in Sport* **24**(2):195-199. ISSN 14402440 DOI:10.1016/j.jsams.2020.08.005
28. Haywood B. A., Black K. E. et al. 2014. Probiotic supplementation reduces the duration and incidence of infections but not severity in elite rugby union players. *Journal of Science and Medicine in Sport* **17**(4):356-360. ISSN 14402440. DOI:10.1016/j.jsams.2013.08.004
29. Hoffman J. R., Maresh C. M. 2011. Nutrition and Hydration Issues for Combat Sport Athletes. *Strength & Conditioning Journal* **33**(6):10-17. ISSN 1524-1602 DOI:10.1519/SSC.0b013e318237247e
30. Hulmi J. J., Lockwood Ch. M. et al. 2010. Effect of protein/essential amino acids and resistance training on skeletal muscle hypertrophy: A case for whey protein. *Nutrition & Metabolism* **7**(1). ISSN 1743-7075 DOI:10.1186/1743-7075-7-51
31. Jåbekk P., Jensen R. M. et al. 2020. A randomized controlled pilot trial of sleep health education on body composition changes following 10 weeks' resistance exercise. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* **60**(5):743-748. ISSN 00224707 DOI:10.23736/S0022-4707.20.10136-1
32. Jäger R., Kerksick Ch. M. et al. 2017. International Society of Sports Nutrition Position Stand: protein and exercise. *Journal of the International Society of Sports Nutrition* **14**(33). ISSN 1550-2783 DOI:10.1186/s12970-017-0177-8

33. Jäger R., Mohr A. E. et al. 2019. International Society of Sports Nutrition Position Stand: Probiotics. *Journal of the International Society of Sports Nutrition* **16**(1):(62). ISSN 1550-2783 DOI:10.1186/s12970-019-0329-0
34. Januszko P., Lange E. 2021. Nutrition, supplementation and weight reduction in combat sports: a review. *AIMS Public Health* **8**(3):485-498. ISSN 2327-8994. DOI:10.3934/publichealth.2021038
35. Judge A., Dodd M. S. 2020. Metabolism. *Essays in Biochemistry* **64**(4):607-647. ISSN 0071-1365 DOI:10.1042/EBC20190041
36. Kaczka P., Michalczyk M. M. et al. 2019. Mechanism of Action and the Effect of Beta-Hydroxy-Beta-Methylbutyrate (HMB) Supplementation on Different Types of Physical Performance - A Systematic Review. *Journal of Human Kinetics* **68**(1):211-222. ISSN 1899-7562 DOI:10.2478/hukin-2019-0070
37. Kårlund A., Gómez-Gallego C. et al. 2019. Protein Supplements and Their Relation with Nutrition, Microbiota Composition and Health: Is More Protein Always Better for Sports people?. *Nutrients* **11**(4):(829). ISSN 2072-6643 DOI:10.3390/nu11040829
38. Kerksick Ch. M., Arent S. et al. 2017. International society of sports nutrition position stand: nutrient timing. *Journal of the International Society of Sports Nutrition* **14**(1):(33). ISSN 1550-2783 DOI:10.1186/s12970-017-0189-4
39. Kerksick Ch. M., Wilborn C. D. et al. 2018. ISSN exercise & sports nutrition review update: research & recommendations. *Journal of the International Society of Sports Nutrition* **15**(38). ISSN 1550-2783 DOI:10.1186/s12970-018-0242-y
40. Kittnar O., Mlček M. 2009. Atlas fyziologických regulací: 329 schémat. Grada, Praha. ISBN 978-80-247-2722-6.
41. Kodíček M., Valentová O. et al. 2018. Biochemie: chemický pohled na biologický svět. 2. přepracované vydání. Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Praha. ISBN 978-80-7592-013-3.
42. Kohout P., Havel E., Matějovič M., Šenkyřík M. 2021. *Klinická výživa*, Galén, Praha. ISBN 978-80-7492-555-9.
- 43.
44. Kreider R. B., Kalman D. S. et al. 2017. International Society of Sports Nutrition position stand: safety and efficacy of creatine supplementation in exercise, sport, and medicine. *Journal of the International Society of Sports Nutrition* **14**(18). ISSN 1550-2783 DOI:10.1186/s12970-017-0173-z

45. Langan-Evans C., Close G. L. et al. 2011. Making Weight in Combat Sports. *Strength and Conditioning Journal* **33**(6):25-39. DOI: 10.1519/SSC.0b013e318231bb64
46. Leite G. S.F., Resende A. S. et al. 2019. Probiotics and sports: A new magic bullet?. *Nutrition* **60**:152-160. ISSN 08999007 DOI:10.1016/j.nut.2018.09.023
47. Lopes-Silva J. P., Rocha da S. A. L. et al. 2021. Caffeine ingestion increases the upper-body intermittent dynamic strength endurance performance of combat sports athletes. *European Journal of Sport Science* **22**(2):227-236. ISSN 1746-1391 DOI:10.1080/17461391.2021.1874058
48. López-González L. M., Sánchez-Oliver A. J. et al. 2018. Acute caffeine supplementation in combat sports: a systematic review. *Journal of the International Society of Sports Nutrition* **15**(1):(60). ISSN 1550-2783 DOI:10.1186/s12970-018-0267-2
49. Marcus A., Rossi A. et al. 2019 The effects of a novel bicarbonate loading protocol on serum bicarbonate concentration: a randomized controlled trial. *Journal of the International Society of Sports Nutrition* **16**(41). ISSN 1550-2783 DOI:10.1186/s12970-019-0309-4
50. McLain T. A., Escobar K. A. et al. 2015. Protein Applications in Sports Nutrition—Part I. *Strength & Conditioning Journal* **37**(2):61-71. ISSN 1524-1602 DOI:10.1519/SSC.0000000000000128
51. Mehra R., Kumar H. et al. 2021. Whey proteins processing and emergent derivatives: An insight perspective from constituents, bioactivities, functionalities to therapeutic applications. *Journal of Functional Foods* **87**:(104760). ISSN 17564646 DOI:10.1016/j.jff.2021.104760
52. Meyer N. L., Manore M. M. et al. 2012. Fueling for fitness. *ACSM'S Health & Fitness Journal* **16**(3):7-12. ISSN 1091-5397 DOI:10.1249/01.FIT.0000414750.69007.fc
53. Minj S., Anand S. 2020. Whey Proteins and Its Derivatives: Bioactivity, Functionality, and Current Applications. *Dairy* **1**(3):233-258. ISSN 2624-862X DOI:10.3390/dairy1030016
54. Murray R. K. 2012. Harperova ilustrovaná biochemie. 5. české vydání. Nakladatelství Galén, Praha. ISBN 978-80-7262-907-7.
55. Pennings B., Boirie Y. et al. 2011. Whey protein stimulates postprandial muscle protein accretion more effectively than do casein and casein hydrolysate in older men. *The American Journal of Clinical Nutrition* **93**(5):997-1005. ISSN 0002-9165 DOI:10.3945/ajcn.110.008102

56. Pugh J. N., Wagenmakers A. J. M. et al. 2020. Probiotic supplementation increases carbohydrate metabolism in trained male cyclists: a randomized, double-blind, placebo-controlled crossover trial. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism* **318**(4):E504-E513. ISSN 0193-1849 DOI:10.1152/ajpendo.00452.2019
57. Referenční hodnoty pro příjem živin (DACH). 2019. V ČR 2. vyd., Praha: Společnost pro výživu. ISBN 978-80-906659-3-4
58. Reis C. E.G., Loureiro L. M. R. et al. 2021. Effects of pre-sleep protein consumption on muscle-related outcomes — A systematic review. *Journal of Science and Medicine in Sport* **24**(2):177-182. ISSN 14402440 DOI: 10.1016/j.jsams.2020.07.016
59. Rogerson D. 2017. Vegan diets: practical advice for athletes and exercisers. *Journal of the International Society of Sports Nutrition* **14**(36) ISSN 1550-2783 DOI: 10.1186/s12970-017-0192-9
60. Rokyta R. 2015. Fyziologie a patologická fyziologie: pro klinickou praxi. Grada Publishing, Praha. ISBN 978-80-247-4867-2.
61. Roubík L. 2018. Moderní výživa ve fitness a silových sportech. Erasport, Praha. ISBN 978-80-905685-5-6.
62. Rowlands D. S., David S. et al. 2015. Protein–Leucine Fed Dose Effects on Muscle Protein Synthesis after Endurance Exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise* **47**(3):547-555. ISSN 0195-9131 DOI:10.1249/MSS.0000000000000447
63. Schoeler M., Caesar R. 2019. Dietary lipids, gut microbiota and lipid metabolism. *Reviews in Endocrine and Metabolic Disorders* **20**(4):461-472. ISSN 1389-9155. DOI:10.1007/s11154-019-09512-0
64. Silbernagl S., Despopoulos A. 2016. Atlas fyziologie člověka: překlad 8. německého vydání. 4. české vydání. Grada Publishing, Praha. ISBN 978-80-247-4271-7.
65. Šindelář M., Roubík L. 2020. Suplementuj efektivně, 1. elektronické vydání. Institut Moderní Výživy s.r.o., Praha. ISBN 978-80-270-7581-2
66. Slavin J., Carlson J. 2014. Carbohydrates. *Advances in Nutrition* **5**(6):760-761. ISSN 2161-8313 DOI:10.3945/an.114.006163
67. Stellingwerff T., Decombaz J. et al. 2012. Optimizing human in vivo dosing and delivery of  $\beta$ -alanine supplements for muscle carnosine synthesis. *Amino Acids* **43**(1):57-65. ISSN 0939-4451 DOI:10.1007/s00726-012-1245-7

68. Sutanto C. N., Wang M. X. et al. 2020. Association of Sleep Quality and Macronutrient Distribution: A Systematic Review and Meta-Regression. *Nutrients* **12**(1):(126). ISSN 2072-6643 DOI:10.3390/nu12010126
69. Svoboda S. 2012. Encyklopedie bojových umění a sportů. Česká unie bojových umění, Praha. ISBN 978-80-204-2852-3.
70. Tang J. E., Moore D. R. et al. 2009. Ingestion of whey hydrolysate, casein, or soy protein isolate: effects on mixed muscle protein synthesis at rest and following resistance exercise in young men. *Journal of Applied Physiology* **107**(3):987-992. ISSN 8750-7587 DOI:10.1152/jappphysiol.00076.2009
71. Tipton K. D., Elliott T. A. et al. 2004. Ingestion of Casein and Whey Proteins Result in Muscle Anabolism after Resistance Exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise* **36**(12):2073-2081. ISSN 0195-9131 DOI:10.1249/01.MSS.0000147582.99810.C5
72. UFC Performance Institute. 2021. A cross-sectional performance analysis and projection of the UFC athlete, volume two. UFC Performance Institute Las Vegas, Nevada & Shanghai, China. Dostupné na: <https://www.ufc.com/news/ufc-performance-institute-publishes-pivotal-follow-groundbreaking-mma-study-read>
73. Valenta R., Dorofeeva Y. 2018. Sport nutrition: the role of macronutrients and minerals in endurance exercises. *Foods and Raw Materials*. **6**(2):403-412. ISSN 2308-4057 DOI:10.21603/2308-4057-2018-2-403-412
74. Venn B. J. 2020. Macronutrients and Human Health for the 21st Century. *Nutrients* **12**(8):(2363). ISSN 2072-6643 DOI:10.3390/nu12082363
75. Vilikus Z. 2020. Výživa sportovců a sportovní výkon. Třetí, přepracované vydání. Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum, Praha. ISBN 978-80-246-4455-4.
76. Wilson J. M., Fitschen P. J. et al. 2013. International Society of Sports Nutrition Position Stand: beta-hydroxy-beta-methylbutyrate (HMB). *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. **10**(1). ISSN 1550-2783 DOI:10.1186/1550-2783-10-6

### **Internetové zdroje:**

1. Bmedic.  
Available from <https://bmedic-online.cz/lekce/transkripce/>
2. Botham K. M., Mayes P. A. 2017. Basicmedical Key.  
Available from <https://basicmedicalkey.com/oxidation-of-fatty-acids-ketogenesis/>
3. Botham K. M., Mayes P. A. 2017. Basicmedical Key.

Available from <https://basicmedicalkey.com/oxidation-of-fatty-acids-ketogenesis/>

4. Cidade M. 2015. Wikiskripta.

Available from <https://www.wikiskripta.eu/w/Soubor:Glycogenesis.png>

5. ČSK. 2022. Český Svaz Kickboxu.

Available from <https://www.svazkickboxu.cz/materialy-csk-ke-stazeni/>

6. Draw it to know it.

Available

from

<https://www.drawittoknowit.com/course/biochemistry/glossary/biochemical-pathway/transamination-oxidative-deamination>

7. Draw it to know it.

Available

from

<https://www.drawittoknowit.com/course/biochemistry/glossary/biochemical-pathway/urea-cycle>

8. EFSA. 2015. Bezpečnost potravin.

Available from <https://www.bezpecnostpotravin.cz/UserFiles/EFSA/Kofein.pdf>

9. Eufic. 2019. Eufic.

Available from <https://www.eufic.org/en/whats-in-food/article/what-are-proteins-and-what-is-their-function-in-the-body>

10. Evan Meehan. 2020. The True History of Brazilian Jiu Jitsu. BJJ Success.

Available from <https://www.bjjsuccess.com/history-of-brazilian-jiu-jitsu/>

11. Glycemic Index Foudation. 2017. Australia.

Available from <https://www.gisymbol.com/low-gi-explained/>

12. Hayes P. 2020. Connect to perform.

13. Available from <https://www.connecttoperform.ie/post/what-is-the-aerobic-threshold>

14. Hayes P. 2020. Connect to perform.

Available from <https://www.connecttoperform.ie/post/what-is-the-aerobic-threshold>

15. IBJJF. 2021. Rules book: General Competition Guidelines, Competition Format Manual. IBJJF.

Available from <https://ibjff.com/books-videos>

16. IMMAF. 2021. IMMAF.

Available from <https://immaf.org/events/rules-and-policies/#policies>

17. LadyofHats. 2008. Wikimedia.  
Available from [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ribosome\\_mRNA\\_translation\\_en.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ribosome_mRNA_translation_en.svg)
18. Margulies E. 2009. National Human Genome Research Institute.  
Available from <https://www.genome.gov/genetics-glossary/Transcription>
19. Medbullets team. 2019. Medbullets.  
Available from <https://step1.medbullets.com/biochemistry/102029/post-translational-modification>
20. Medbullets team. 2019. Medbullets.  
Available from <https://step1.medbullets.com/biochemistry/102090/amino-acid-absorption>
21. Medbullets team. 2021. Medbullets.  
Available from <https://step1.medbullets.com/biochemistry/102052/gluconeogenesis>
22. Meredith C. L. 2018. Medbullets.  
Available from <https://step1.medbullets.com/biochemistry/102095/protein-structure>
23. Rachita P. 2014. Difference between.  
Available from <http://www.differencebetween.net/science/health/difference-between-glycaemic-index-and-glycaemic-load/>
24. Science Facts. 2021. Science Facts.  
Available from <https://www.sciencefacts.net/active-and-passive-transport.html>
25. Šípek A. Genetika – Biologie.  
Available from <http://www.genetika-biologie.cz/translace>
26. Toppr.  
Available from <https://www.toppr.com/ask/question/what-is-central-dogma/>
27. Vickers T. 2007. Wikimedia.  
Available from [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Catabolism\\_schematic.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Catabolism_schematic.svg)
28. Whole30. 2022.  
Available from <https://whole30.com/rules-recommendations/>
29. Wikipedia. 2022. Wikipedia.  
Available from [https://cs.wikipedia.org/wiki/Brazilské\\_jiu-jitsu](https://cs.wikipedia.org/wiki/Brazilské_jiu-jitsu)



## 16 Samostatné přílohy

### 16.1 Příloha I

**Tab. 1:** Dotazník Sportovce 1

<b>Dotazník I</b>	
<b>Jméno</b>	Sportovec 1
<b>Povolání</b>	Trenér, herec, kaskadér
<b>Věk</b>	39 (1983)
<b>Výška</b>	186 cm
<b>Hmotnost</b>	92,95 kg
<b>Váhová kategorie</b>	-91 kg (klasický box)
<b>Somatotyp (odhadovaný)</b>	Ektomorf
<b>Laboratorní vyšetření</b>	Ne
<b>Zdravotní historie: prodělaná zranění, prodělaná onemocnění, operace, rodinná anamnéza...</b>	Matka: únavový syndrom Otec: rakovina Operace: 2017 - levý meniskus kolene, 2015 - pravý meniskus kolene, natržený křížový kolenní vaz pravé koleno V mládí: astma, bronchitidy, záněty středního ucha, zánět nosohltanu, polymorfni světelná erupce
<b>Aktuální diagnóza: zranění, onemocnění, léky...</b>	Záněty loktů (tenisový loket)
<b>Alergie a intolerance</b>	Penicilín, prach, peří, roztoči
<b>Kvalita spánku</b>	Pravidelnost: denně 8 hodin (23.00-7.30) ráno plný energie, dostatečně odpočatý
<b>Subjektivní psychický stav: náladu, změny, stabilita, pocit energie...</b>	Přes den plný energie, stabilní náladu
<b>Stolice: pravidelnost, konzistence, barva</b>	Pravidelnost: každé ráno Konzistence: Typ 2 dle Bristolské škály stolice (viz Příloha V) Barva: tmavě hnědá Bez problémů s nadýmáním
<b>Moč: bez problémů, barva...</b>	Bez problémů, barva průměrná občas tmavě žlutá
<b>Pracoval jste někdy s výživovým poradcem/nutričním terapeutem?</b>	Ne
<b>Nutriční režim: záchvatové přejídání, vynechávání jidel, nepravidelnost jídel,</b>	Občas vynechává pokrmy (spíše obědy), jinak pravidelný režim jídel Snídaně 8.00

<b>závislost, případně jiné problémové oblasti ve výživě</b>	Oběd 13.00 Svačina 15.00 Večeře 19.00
<b>Stravovací zvyklosti a preference: sladké, slané, typický pokrm...</b>	Snídaně: vejce míchané, trochu pečiva, zelenina Obědy: rýže, asijské nebo indické pokrmy... Svačiny: ovoce (banán), občas sladké Večeře: sýry, pečivo Alkohol: 1x za měsíc (víno, slivovice, gin)
<b>Suplementace/doplňky stravy</b>	Každý den: Vitamin K <sub>2</sub> , D, C (1000mg), B komplex, Fe, beta-glukany MaxCell každé ráno, BCAA BCAA před a po tréninku (občas, záleží na tréninku) Protein po tréninku (1 dávka) Alavis (kúra 3 měsíce - pauza 3 měsíce) Zelený ječmen (1x denně) - kúra 3 měsíce - pauza 1-2 měsíce 2-3x do roka (1 měsíc): Nutra-bona (synbiotika) - dle pokynů na obalu Revitin 365 - dle pokynů na obalu
<b>Pitný režim</b>	Ráno: čaj zelený (300ml) Přes den: Magnesie neperlivé/Mattoni neperlivé/pitná vody (750ml), iontový nápoj - Dr. Witt - žlutý 750ml (občas), 2x čaj zelený (300ml) (doplňky stravy: 500ml + 300ml syrovátkového proteinu)
<b>Zápasy</b>	Karate 2002: 5 výher - 5 proher Box: v plánu přípravy na příští rok, trénuje se závodníky
<b>Cíle</b>	Udržení hmotnosti
<b>Tréninkový plán: intenzita, doba trvání</b>	Úterý: sparring + silový trénink 1,5 hodiny (17.30) Čtvrtek: trénink po vlastní ose (kruhový trénink, grappling, sparring) 1 hodina (7.00) + boxerská příprava - silový, kondiční, sparring 1,5 hodiny (odpolední) Neděle: sparring 1,5 hodiny (12.00)  1x týdně 2 hodiny - figurant ve výcviku psů 1x týdně - lezení silové (boulder/sportovní lezení) Jaro-podzim: pravidelně plavání (500 m) Intenzita vysoká - potí se
<b>Strategie rehydratace</b>	Nemá
<b>Strategie předzápasové redukce hmotnosti</b>	Otevřená váhová kategorie, tudíž žádná potřeba redukce. V případě nižší váhové kategorie, redukce maximálně 2-3 kg (lehká úprava jídelníčku)
<b>Typická výživa v den zápasu</b>	Nemá

### 16.1.1 Výpočty

#### Propočítané údaje ze zařízení iGet:

BMI: 26,9 (nadváha)

Tělesný tuk: 23,3 %

Viscerální tuk: 9 %

Tělesná voda: 55,4 %

Kosterní svalstvo: 43,7 %

Svalová hmota: 67,70 kg

Kostní hmota: 3,57 kg

Bazální metabolismus (BM): 1909 kcal

Metabolický věk: 40

#### Bazální metabolismus (BM) dle Harris-Benedictovi rovnice:

$BM = 66,437 + (13,7516 * 92,95) + (5,0033 * 186) - (6,755 * 39)$  kcal

**BM = 2 012 kcal = 8 418,2 kJ**

**Trojpoměr živin:** přizpůsoben záznamovému jídelníčku

Proteiny 20 % - Lipidy: 30 % - Sacharidy: 50 %

#### Energetická potřeba:

Spánek: průměrně 8 hodin, FA = 1,1

$2\ 012\ \text{kcal} / 24 * 1,1 = 92,2\ \text{kcal}$

Trénink: 1 hodina, FA = 2

$2\ 012\ \text{kcal} / 24 * 2 = 167,7\ \text{kcal}$

Běžný den: FA = 1,4

$2\ 012\ \text{kcal} / 24 * 1,4 = 117,4\ \text{kcal}$

#### 1) Dny s dvěma tréninky:

**EP = 2 716,6 kcal = 11 366,3 kJ**

**Tab. 2:** Výpočet energetické potřeby: 1. den, Sportovec 1

	Počet hodin	Energetická potřeba na 1 hodinu (kcal)	Celková energetická potřeba (kcal)
Spánek	8	92,2	737,6
Trénink	2	167,7	335,4
Běžný den	14	117,4	1643,6
<b>Celkem</b>	<b>24</b>		<b>2716,6</b>

**Tab. 3:** Výpočet příjmu jednotlivých makronutrientů: 1. den, Sportovec 1

Makronutrient	Energetická hodnota (kcal)	Hmotnost (g)	Příjem na kg hmotnosti (g/kg)
Proteiny 20 %	543,32	135,8	1,46
Lipidy 30 %	814,98	90,6	0,97
Sacharidy 50 %	1358,3	339,6	3,65

**2) Dny s jedním tréninkem:**

EP = 2 666,3 kcal = 11 155,8 kJ

**Tab. 4:** Výpočet energetické potřeby: 2. den, Sportovec 1

	Počet hodin	Energetická potřeba na 1 hodinu (kcal)	Celková energetická potřeba (kcal)
Spánek	8	92,2	737,6
Trénink	1	167,7	167,7
Běžný den	15	117,4	1761
<b>Celkem</b>	<b>24</b>		<b>2666,3</b>

**Tab. 5:** Výpočet příjmu jednotlivých makronutrientů: 2. den, Sportovec 1

Makronutrient	Energetická hodnota (kcal)	Hmotnost (g)	Příjem na kg hmotnosti (g/kg)
Proteiny 20 %	533,3	133,3	1,43
Lipidy 30 %	799,9	88,9	0,96
Sacharidy 50 %	1333,2	333,3	3,59

**3) Odpočinkové dny:**

EP = 2 616 kcal = 10 945,3 kJ

**Tab. 6:** Výpočet energetické potřeby: 3. den, Sportovec 1

	Počet hodin	Energetická potřeba na 1 hodinu (kcal)	Celková energetická potřeba (kcal)
Spánek	8	92,2	737,6
Trénink	0	167,7	0
Běžný den	16	117,4	1878,4
<b>Celkem</b>	<b>24</b>		<b>2616</b>

**Tab. 7:** Výpočet příjmu jednotlivých makronutrientů: 3. den, Sportovec 1

<b>Makronutrient</b>	<b>Energetická hodnota (kcal)</b>	<b>Hmotnost (g)</b>	<b>Příjem na kg hmotnosti (g/kg)</b>
<b>Proteiny 20 %</b>	523,2	130,8	1,41
<b>Lipidy 30 %</b>	784,9	87,2	0,94
<b>Sacharidy 50 %</b>	1308,2	327,0	3,52

**Vybrané mikronutrienty (dle DACH):**

Vláknina: pro muže (25-50 let): 13 g / 1000 kcal

Průměrně: 2666,3 kcal / 1000 kcal \* 13 g = **35 g / den**

Vápník: 1000 mg / den

Železo: 10 mg / den

Hořčík: 350 mg /den

Sodík: 550 mg / den

Draslík: 2000 mg /den

Vitamín D: 20 µg /den nebo 800 UI

Vitamín C: 110 mg / den

### 16.1.2 Jídelníček záznamový, vzorový

#### Ukázka dne ze záznamového jídelníčku:

Snídaně: (250 kcal)

Míchaná vejce (150 g), Petržel (20 g), Majoránka (3 g), Pepř (0,5 g)

Svačina: (571 kcal)

Happy day jablečný juice (1000 ml), Syrovátkový protein (30 g)

Oběd: (1074 kcal)

Rýže basmati (180 g), Boloňská omáčka Otma (350 g)

Svačina: (753 kcal)

Chléb pšeničný bílý (60 g), Vajíčková pomazánka (80 g), Hroznové víno (200 g), Ananas (150 g), Kaki (130 g)

Večeře: (447 kcal)

Krůtí prsa (150 g), Paprika červená (150 g), Brambory (250 g)

**Tab. 8:** Průměrný poměr makronutrientů a mikronutrientů za týden ze záznamového jídelníčku: Sportovec 1 (zdroj: Nutriservis)

Nutrient	Hodnota	Procento
Energie (kcal)	3 679,91	-
Energie (kJ)	15 502,52	-
Protein (g)	152,3	17 %
Tuky (g)	130,62	32 %
Sacharidy (g)	429,68	51 %
Vláknina (g)	17,87	53 %
Sodík (mg)	3 416,44	622 %
Draslík (mg)	3 692,3	187 %
Vápník (mg)	970,25	97 %
Železo (mg)	32,82	331 %
Hořčík (mg)	430,63	123 %
Vitamín C (mg)	219,87	200 %
Vitamín D (kalciferol) (µg)	3,64	18 %

#### Vytvořený jídelníček:

**Pitný režim:** stejný jako v záznamovém jídelníčku

##### 1) Den se dvěma tréninky

Snídaně: 714 kcal

Vejce míchaná: Vejce slepičí 3x (150 g), chléb žitný celozrnný (100 g), cherry rajčata (100 g), Lučina (40 g), okurka (150 g), avokádo (60 g)

## Trénink

Svačina: 326 kcal

CMF syrovátkový protein (30 g), maltodextrin (25 g), banán (120 g)

Oběd: 691 kcal

Rizoto – rýže celozrnná (60 g), cibule (50 g), čočka (30 g), fazole (30 g), mrkev (100 g), brokolice (100 g), halloumi (75 g)

## Trénink

Svačina: 636 kcal

Ovesné vločky (60 g), tvaroh měkký polotučný (250 g), med (10 g), maliny (125 g), banán (120 g)

Večeře: 363 kcal

Pečené brambory se zeleninovým salátem – ledový salát (150 g), rajčata (100 g), paprika zelená (100 g), olivový olej (5 ml), balsamico (5 ml), brambory (250 g), majonéza (10 g)

**Tab. 9:** Denní poměr makronutrientů a mikronutrientů: 1. den, Sportovec 1 (zdroj: Nutriservis)

<b>Nutrient</b>	<b>Cíl</b>	<b>Plnění</b>	<b>Procenta</b>
<b>Energie (kcal)</b>	2 716	2 730,1	101 %
<b>Energie (kJ)</b>	11 366,3	11 448,1	101 %
<b>Protein (g)</b>	135,8	144,19	106 %
<b>Tuky (g)</b>	90,6	93,77	103 %
<b>Sacharidy (g)</b>	339,6	341,35	101 %
<b>Vláknina (g)</b>	35	41,29	118 %
<b>Sodík (mg)</b>	550	927,39	169 %
<b>Draslík (mg)</b>	2 000	5 942,3	297 %
<b>Vápník (mg)</b>	1 000	1 283	128 %
<b>Železo (mg)</b>	10	25,11	251 %
<b>Hořčík (mg)</b>	350	534,89	153 %
<b>Vitamín C (mg)</b>	110	456,3	415 %
<b>Vitamín D (kalciferol) (µg)</b>	20	6,46	32 %

## **2) Den s jedním tréninkem**

Snídaně: 539 kcal

Míchaná vejce: vejce slepičí 3x (150 g), houby ve sladkokyselém nálevu (40 g), fazolky zelené (150 g), chléb žitný celozrnný (50 g), avokádo (60 g), Lučina (20 g)

## Trénink



Svačina: 492 kcal

Jogurt bílý 3 % (150 g), hořká čokoláda (40 g), ovesné vločky (50 g)

Oběd: 902 kcal

Kuřecí maso se smetanovou zeleninovou omáčkou a rýží: rýže natural (90 g), cibule (100 g), kuřecí prsa (150 g), zelenina mražená s kukuřicí (150 g), brokolice (150 g), pórek (150 g), smetana na vaření 10 % (150 ml)

Svačina: 122 kcal

Hroznové víno (150 g)

Večeře: 575 kcal

Těstoviny s rajčatovou omáčkou: těstoviny fusili (100 g), rajský protlak (100 g), parmezán (15 g), česnek (10 g), olivový olej (5 ml)

**Tab. 10:** Denní poměr makronutrientů a mikronutrientů: 2. den, Sportovec 1 (zdroj: Nutriservis)

Nutrient	Cíl	Plnění	Procenta
Energie (kcal)	2 666,3	2 630,27	99 %
Energie (kJ)	11 155,8	11 002,55	99 %
Protein (g)	133,3	136,42	102 %
Tuky (g)	88,9	85,3	96 %
Sacharidy (g)	333,3	353,99	106 %
Vláknina (g)	35	36,73	105 %
Sodík (mg)	550	926,96	169 %
Draslík (mg)	2 000	5 247,77	262 %
Vápník (mg)	1 000	1 101,74	110 %
Železo (mg)	10	26,34	263 %
Hořčík (mg)	350	574,86	164 %
Vitamín C (mg)	110	328,71	299 %
Vitamín D (kalciferol) (µg)	20	11,66	58 %

### 3) Odpočinkový den

Snídaně: 494 kcal

Jogurt bílý 3% (150 g), jahody (100 g), ovesné vločky (100 g)

Svačina: 499 kcal

Chléb celozrnný žitný (50 g), máslo (20 g), Parenica (40 g), banán (120 g)

Oběd: 922 kcal

Hovězí steak s rýží a zeleninovým salátem: libové hovězí maso (200 g), rýže celozrnná (120 g), zeleninový salát: okurka (100 g), cherry rajčata (100 g), salát ledový (100 g), sýr balkánského typu (50 g), olivový olej (10 ml), balsamico (10 ml)

Svačina: 186 kcal

Mrkvovo-jablečný salát: jablko (180 g), mrkev (300 g), cukr (5 g)

Večeře: 499 kcal

Pečený pstruh s brambory: pstruh (200 g), brambory (250 g), tymián čerstvý (5 g), máslo (10 g)

**Tab. 11:** Denní poměr makronutrientů a mikronutrientů: 3. den, Sportovec 1 (zdroj: Nutriservis)

<b>Nutrient</b>	<b>Cíl</b>	<b>Plnění</b>	<b>Procenta</b>
<b>Energie (kcal)</b>	2 616	2 598,75	99 %
<b>Energie (kJ)</b>	10 945,3	10 885,5	99 %
<b>Protein (g)</b>	130,8	140,89	108 %
<b>Tuky (g)</b>	87,2	93,42	107 %
<b>Sacharidy (g)</b>	327	311,41	95 %
<b>Vláknina (g)</b>	35	35,57	102 %
<b>Sodík (mg)</b>	550	868,36	158 %
<b>Draslík (mg)</b>	2 000	5 601,26	280 %
<b>Vápník (mg)</b>	1 000	1 101,74	110 %
<b>Železo (mg)</b>	10	25,38	254 %
<b>Hořčík (mg)</b>	350	416,73	119 %
<b>Vitamín C (mg)</b>	110	194,26	177 %
<b>Vitamín D (kalciferol) (µg)</b>	20	22,36	112 %

## 16.2 Příloha II

**Tab. 12:** Dotazník Sportovce 2

<b>Dotazník II</b>	
<b>Jméno</b>	Sportovec 2
<b>Zaměstnání</b>	Trenér, fotograf
<b>Věk</b>	41 (1981)
<b>Výška</b>	168 cm
<b>Hmotnost</b>	80,00 kg
<b>Váhová kategorie</b>	-80 kg (KL) - veteráni
<b>Somatotyp (odhadovaný)</b>	Endomorf
<b>Laboratorní vyšetření</b>	Nemá
<b>Zdravotní historie: prodělaná zranění, prodělaná onemocnění, operace, rodinná anamnéza...</b>	Matka: X Otec: X Střední škola: Operace oboustranné tříselné kýly (střední škola) 2010: 2x zlomená žebra
<b>Aktuální diagnóza: zranění, onemocnění, léky...</b>	X
<b>Alergie a intolerance</b>	X
<b>Kvalita spánku</b>	Pravidelnost: 7-8 hodin, 23.00-6.00 Při vstávání se občas cítí špatně (malé děti, horší pocity po večerním jídle a vínu)
<b>Subjektivní psychický stav: nálady, změny, stabilita, pocit energie...</b>	Otec od rodiny, tudíž unavený, ale normálně stabilní, pocit energie v pořádku
<b>Stolice: pravidelnost, konzistence, barva</b>	Pravidelnost: 2-3x každé ráno Konzistence: Typ 3 dle Bristolské škály stolice (viz Příloha V) Barva: tmavě hnědá
<b>Moč: bez problémů, barva...</b>	Bez problémů, barva závislá pitném režimu
<b>Pracoval jste někdy s výživovým poradcem/nutričním terapeutem?</b>	Ne
<b>Nutriční režim: záchvatové přejídání, vynechávání jídel, nepravidelnost jídel, závislost, případně jiné problémové oblasti ve výživě</b>	Každý den červené maso (hovězí)
<b>Stravovací zvyklosti a preference: sladké, slané, typický pokrm...</b>	Pravidelnost jídel: Snídaně - ne před tréninkem (max müsli tyčinka, banán), mimo ranní trénink snídá mezi 8.00-9.00 hodinou - ovoce s jogurtem (banán nebo kompotovaná broskev), oříšek, lněné

	semínko - mleté se skořicí (častější) nebo chléb s žervé, vajíčko, avokádo, sýr, rajče Oběd - 14.00-15.00 většinou maso s přílohou Svačina - občas něco sladkého nebo proteinové tvarohové tyčinky s čokoládou (Lidl) + káva Večeře - 20.00-22.00 - 3-4x týdně víno (červené) 400ml, obložené talířky (sýry, uzeniny, vajíčka, zelenina, pečivo - chleba, bílé pečivo)
<b>Suplementace/doplňky stravy</b>	vitamín C - sypací vitar - 1/4 čajové lžičky
<b>Pitný režim</b>	ráno káva (double espresso) - 100ml nebo čaj (zelený) 300-600ml, pramenitá voda Lidl neperlivá (1,5l) - špatná chuť vody ze studny + trénink (500ml), káva odpoledne (do 17.00) - 30ml
<b>Zápasy</b>	15 LC, 15 FC: 15 výher -15 proher
<b>Cíle</b>	Redukce: 5-8 kg
<b>Tréninkový plán: intenzita, doba trvání</b>	2x týdně kickbox - 1 hodina - vyšší zátěž, sparring, kondiční cvičení, kruhový trénink, lapy posilování kettleball - 20minut - 4x týdně dopoledne
<b>Strategie rehydratace</b>	X
<b>Strategie předzápasové redukce hmotnosti</b>	vynechání sacharidů, tuků (10 dnů, maximum 3 týdny) - navýšení masa a zeleniny
<b>Typická výživa v den zápasu</b>	müsli/proteinová tyčinka, kterou sní na 3x: ráno, po vážení, voda, hamburger po závodech (odměna)

## 16.2.1 Výpočty

### Propočítané údaje ze zařízení iGet:

BMI: 28,3 (nadváha)

Tělesný tuk: 29,3 %

Viscerální tuk: 11 %

Tělesná voda: 51,1 %

Kosterní svalstvo: 40,3 %

Svalová hmota: 53,70 kg

Kostní hmota: 2,83 kg

BMR (iGet): 1591 kcal

Metabolický věk: 45

### Bazální metabolismus (BM) dle Harris-Benedictovi rovnice:

$BM = 66,437 + (13,7516 * 80,00) + (5,0033 * 168) - (6,755 * 41)$  kcal

**BM = 1 730,2 kcal**

### Trojpoměr živin: přizpůsoben záznamovému jídelníčku

Proteiny: 20 % - Lipidy: 30 % - Sacharidy: 50 %

### Energetická potřeba: redukce o 10 % denního příjmu

Spánek: průměrně 7,5 hodin, FA = 1,1

$1\,730,2 \text{ kcal} / 24 * 1,1 = 79,3 \text{ kcal}$

Trénink: 1 hodina, FA = 2

$1\,730,2 \text{ kcal} / 24 * 2 = 144,2 \text{ kcal}$

Běžný den: FA = 1,4

$1\,730,2 \text{ kcal} / 24 * 1,4 = 99,4 \text{ kcal}$

#### 1) Dny s dvěma tréninky:

**EP = 2 092 kcal = 8 752,9 kJ**

Tab. 13: Výpočet energetické potřeby: 1. den, Sportovec 2

	Počet hodin	Energetická potřeba na 1 hodinu (kcal)	Celková energetická potřeba (kcal)
Spánek	7,5	79,3	594,8
Trénink	2	144,2	288,4
Běžný den	14,5	99,4	1441,3
<b>Celkem (-10 %)</b>	24		<b>2092,0</b>

**Tab. 14:** Výpočet příjmu jednotlivých makronutrientů: 1. den, Sportovec 2

Makronutrient	Energetická hodnota (kcal)	Hmotnost (g)	Příjem na kg hmotnosti (g/kg)
Proteiny 25 %	523,0	130,8	1,63
Lipidy 25 %	523,0	58,1	0,73
Sacharidy 50 %	1046,0	261,5	3,27

**2) Dny s jedním tréninkem:**

EP = 2 051,7 kcal = 8 584,3 kJ

**Tab. 15:** Výpočet energetické potřeby: 2. den, Sportovec 2

	Počet hodin	Energetická potřeba na 1 hodinu (kcal)	Celková energetická potřeba (kcal)
Spánek	7,5	79,3	594,8
Trénink	1	144,2	144,2
Běžný den	15,5	99,4	1540,7
<b>Celkem (-10 %)</b>	24		<b>2051,7</b>

**Tab. 16:** Výpočet příjmu jednotlivých makronutrientů: 2. den, Sportovec 2

Makronutrient	Energetická hodnota (kcal)	Hmotnost (g)	Příjem na kg hmotnosti (g/kg)
Proteiny 25 %	512,9	128,2	1,60
Lipidy 25 %	512,9	57	0,71
Sacharidy 50 %	1025,8	256,5	3,21

**3) Odpočinkové dny:**

EP = 2 011,4 kcal = 8 415,7 kJ

**Tab. 17:** Výpočet energetické potřeby: 3. den, Sportovec 2

	Počet hodin	Energetická potřeba na 1 hodinu (kcal)	Celková energetická potřeba (kcal)
Spánek	7,5	79,3	594,8
Trénink	0	144,2	0
Běžný den	16,5	99,4	1640,1
<b>Celkem (-10 %)</b>	24		<b>2011,4</b>

**Tab. 18:** Výpočet příjmu jednotlivých makronutrientů: 3. den, Sportovec 2

<b>Makronutrient</b>	<b>Energetická hodnota (kcal)</b>	<b>Hmotnost (g)</b>	<b>Příjem na kg hmotnosti (g/kg)</b>
<b>Proteiny 25 %</b>	502,8	125,7	1,57
<b>Lipidy 25 %</b>	502,8	55,9	0,70
<b>Sacharidy 50 %</b>	1005,7	251,4	3,14

**Vybrané mikronutrienty (dle DACH):**

Vláknina: pro muže (25-50 let): 13 g / 1000 kcal

Průměrně: 2279,7 kcal / 1000 kcal \* 13 g = **29,6 g / den**

Vápník: 1000 mg / den

Železo: 10 mg / den

Hořčík: 350 mg /den

Sodík: 550 mg / den

Draslík: 2000 mg /den

Vitamín D: 20 µg /den nebo 800 UI

Vitamín C: 110 mg / den



## 16.2.2 Jídelníček záznamový, vzorový

### Ukázka dne ze záznamového jídelníčku:

Snídaně: (768 kcal)

Carpaccio hovězí (100 g), Olivový olej (5 ml), Balsamico (5 ml), Kapary (50 g), Parmezán (20 g), Rukola (20 g), Bageta (90 g), Káva – espresso (100 ml), Kinder čokoláda (12 g)

Svačina: (473 kcal)

Bageta (77 g), Gervais (10 g), Rukola (23 g), Eidam sýr 45 % tuku v sušině (30 g), Prosciutto (40 g), Salsa dip (8 g), káva – espresso (100 ml)

Večeře: (1119 kcal)

Pšeničný chléb (50 g), Camembert (150 g), Kapary (100 g)

**Tab. 19:** Průměrný poměr makronutrientů a mikronutrientů za týden ze záznamového jídelníčku: Sportovec 2 (zdroj: Nutriservis)

Nutrient	Hodnota	Procento
Energie (kcal)	2 097,18	-
Energie (kJ)	8 756,39	-
Protein (g)	104,33	20 %
Tuky (g)	84,28	37 %
Sacharidy (g)	206,24	43 %
Vláknina (g)	4,73	16 %
Sodík (mg)	1 593,91	290 %
Draslík (mg)	2 269,7	113 %
Vápník (mg)	676,53	68 %
Železo (mg)	9,58	96 %
Hořčík (mg)	167,33	48 %
Vitamín C (mg)	84,26	77 %
Vitamín D (kalciferol) (µg)	0,35	2 %

### Vytvořený jídelníček:

**Pitný režim:** stejný jako v záznamovém jídelníčku, jen denně přidat 150 ml vody Magnesia

#### 1) Den se dvěma tréninky

##### Trénink

Snídaně: 301 kcal

Obložená houska: kaiserka cereální (55 g), Lučina linie (20 g), prosciutto (50 g), rukola (20 g), cherry rajčata (80 g)

Oběd: 836 kcal

Cizrna na kari s rýží: cibule (100 g), cizrna (120 g), kokosové mléko (50 ml), kari koření (3 g), rýže celozrnná (90 g)

## Trénink

Svačina: 344 kcal

Tvaroh měkký polotučný (250 g), banán (120 g)

Večeře: 581 kcal

Hovězí steak s batátovým pyré a zeleninou: hovězí maso (250 g), batáty (110 g), mléko polotučné (50 ml), máslo (10 g), rukola (40 g), cherry rajčata (80 g), okurka (50 g)

**Tab. 20:** Denní poměr makronutrientů a mikronutrientů: 1. den, Sportovec 2

<b>Nutrient</b>	<b>Cíl</b>	<b>Plnění</b>	<b>Procenta</b>
<b>Energie (kcal)</b>	2 092	2 061,45	99 %
<b>Energie (kJ)</b>	8 752,9	8 628,59	99 %
<b>Protein (g)</b>	130,8	139,96	107 %
<b>Tuky (g)</b>	58,1	63,36	109 %
<b>Sacharidy (g)</b>	261,5	245,59	94 %
<b>Vláknina (g)</b>	29,6	25,37	86 %
<b>Sodík (mg)</b>	550	1 105,31	201 %
<b>Draslík (mg)</b>	2 000	3 546,4	177 %
<b>Vápník (mg)</b>	1 000	1 085,81	109 %
<b>Železo (mg)</b>	10	27,17	272 %
<b>Hořčík (mg)</b>	350	345,19	99 %
<b>Vitamín C (mg)</b>	110	111,01	101 %
<b>Vitamín D (kalciferol) (µg)</b>	20	0,12	1 %

## **2) Den s jedním tréninkem**

Snídaně: 530 kcal

Míchaná vejce: vejce slepičí 3x (150 g), šunka dušená (20 g), eidam 45 % tuku v sušině (20 g), chléb žitný celozrnný (100 g)

## Trénink

Svačina: 490 kcal

Tvaroh měkký polotučný (250 g), banán (120 g), ovesné vločky (40 g)

Oběd: 718 kcal

Těstoviny s kuřecím masem a smetanovou omáčkou: česnek (10 g), olivový olej (5 ml), smetana na vaření 10 % (100 g), krůtí prsa (110 g), celozrnné těstoviny (110 g)

Svačina: 138 kcal

Hroznové víno (140 g), jahody (150 g)

Večeře: 265 kcal

Pečená zelenina a brambory: lilek (50 g), cuketa (50 g), paprika (50 g), celer řapíkatý (50 g), rajče (50 g), sýr balkánského typu (30 g), brambory (200 g)

**Tab. 21:** Denní poměr makronutrientů a mikronutrientů: 2. den, Sportovec 2

<b>Nutrient</b>	<b>Cíl</b>	<b>Plnění</b>	<b>Procenta</b>
<b>Energie (kcal)</b>	2 051,7	2 057,2	100 %
<b>Energie (kJ)</b>	8 584,3	8 622,5	100 %
<b>Protein (g)</b>	128,2	123,92	105 %
<b>Tuky (g)</b>	57	59,62	106 %
<b>Sacharidy (g)</b>	256,5	270,7	101 %
<b>Vláknina (g)</b>	29,6	31,91	108 %
<b>Sodík (mg)</b>	550	1 212,74	220 %
<b>Draslík (mg)</b>	2 000	3 158,58	158 %
<b>Vápník (mg)</b>	1 000	938,5	94 %
<b>Železo (mg)</b>	10	20,4	204 %
<b>Hořčík (mg)</b>	350	317,55	91 %
<b>Vitámín C (mg)</b>	110	120,99	110 %
<b>Vitámín D (kalciferol) (µg)</b>	20	4,71	24 %

### **3) Odpočinkový den**

Snídaně: 436 kcal

Vejce míchaná: vejce slepičí 4x (200 g), cherry rajčata (40 g), chléb žitný celozrnný (50 g), Lučina linie (20 g)

Svačina: 314 kcal

Jogurt bílý 3% (150 g), chia semínko (15 g), kakao neslazené (5 g), pomeranč (200 g)

Oběd: 712 kcal

Těstoviny s hovězím masem a rajčatovou omáčkou: fusili těstoviny (90 g), česnek (10 g), rajčatový protlak (100 g), hovězí maso mleté (200 g)

Večeře: 634 kcal

Rizoto: rýže celozrnná (90 g), cibule (50 g), mrkev (100 g), čočka (50 g), fazole (50 g)

**Tab. 22:** Denní poměr makronutrientů a mikronutrientů: 3. den, Sportovec 2

<b>Nutrient</b>	<b>Cíl</b>	<b>Plnění</b>	<b>Procenta</b>
<b>Energie (kcal)</b>	2 011,4	2 069,38	103 %
<b>Energie (kJ)</b>	8 415,7	8 669	103 %
<b>Protein (g)</b>	125,7	130,56	104 %
<b>Tuky (g)</b>	55,9	60,49	108 %
<b>Sacharidy (g)</b>	251,4	265,27	106 %
<b>Vláknina (g)</b>	29,6	31,91	108 %
<b>Sodík (mg)</b>	550	1 238,67	225 %
<b>Draslík (mg)</b>	2 000	3 347,91	167 %
<b>Vápník (mg)</b>	1 000	1 057,17	106 %
<b>Železo (mg)</b>	10	20,88	209 %
<b>Hořčík (mg)</b>	350	342,55	98 %
<b>Vitamín C (mg)</b>	110	151,99	138 %
<b>Vitamín D (kalciferol) (μg)</b>	20	4,71	24 %

### 16.3 Příloha III

Tab. 23: Dotazník Sportovce 3

Dotazník III	
<b>Jméno</b>	Sportovec 3
<b>Zaměstnání</b>	Manipulační dělník (fyzicky nenáročný), trenér
<b>Věk</b>	27 (1994)
<b>Výška</b>	190 cm
<b>Hmotnost</b>	91,1 kg
<b>Váhová kategorie</b>	MMA -84 kg Kickbox -81 kg (FC, LK, K1, popř. LC)
<b>Somatotyp (odhadovaný)</b>	Ektomorf
<b>Laboratorní vyšetření</b>	Ano, lékařská zpráva z Centra sportovní medicíny, laboratorní vyšetření krve
<b>Zdravotní historie: prodělaná zranění, prodělaná onemocnění, operace, rodinná anamnéza...</b>	Matka: X Otec: diabetes mellitus 2. typu Prarodiče: babička z matčiny strany - rakovina Zlomeniny - klíční kost, palec na ruce, prsty na nohou podvrtnuté kotníky
<b>Aktuální diagnóza: zranění, onemocnění, léky...</b>	Imunitní problémy - covid, chřipka, angína (antibiotikum 2x)
<b>Alergie a intolerance</b>	X
<b>Kvalita spánku</b>	Průměrně: 5,5 hodiny Pravidelnost: 23-24 - vstávání různě (práce 4.00, tréninky 7-8) <sup>SEP</sup> Energie při vstávání: odkládání budíku (cca 35 minut), pocitově ráno 40 % energie i méně
<b>Subjektivní psychický stav: nálady, změny, stabilita, pocit energie...</b>	Flegmatik, stabilní, psychicky v pohodě
<b>Stolice: pravidelnost, konzistence, barva</b>	Pravidelnost: denně 2x - ráno/dopoledne Konzistence: Typ 4 dle Bristolské škály stolice (viz Příloha V) Barva: tmavě hnědá
<b>Moč: bez problémů, barva...</b>	V pořádku, čirá
<b>Pracoval jste někdy s výživovým poradcem/nutričním terapeutem?</b>	Ne
<b>Nutriční režim: záchvatové přejídání, vynechávání jídel, nepravidelnost jídel, závislost, případně jiné problémové oblasti ve výživě</b>	Sladké - všechny lahůdky Monster: 0,5-1 l denně - nejčastěji bez cukru, především v přípravě na zápas, občas s cukrem na chuť

<b>Stravovací zvyklosti a preference: sladké, slané, typický pokrm...</b>	Pravidelnost: nejí před tréninkem, jídlo po tréninku (11.00) - protein, kofein před tréninkem (káva, energetický nápoj) snídaně 4.30-5.00: vejce, vločky, Oběd 15.00: rýže s masem, sushi, asijské pokrmy - nudle, rýže Večeře do 20.00-21.00 Druhá večeře: tvaroh s peanut butter a banánem, zelenina  Káva: občas doma, v práci 1x (malé rozpustné) - poslední 6 hodin před spánkem do 17.00 Ovoce - méně kvůli lenosti, ale především citrusy
<b>Suplementace/doplňky stravy</b>	Vitamin B <sub>1</sub> a B <sub>6</sub> - po covidu  Denně: Multivitamin - 3 tablety Omega 3 - 3 tablety Zinek - 1 tableta Hořčík - před spaním 30 minut, 3 tablety Vitamin D - 1 tableta Maltodextrin - po každém tréninku, 25g Protein - po každém tréninku 30g Kreatin - 5g po každém tréninku  Probiotika u antibiotické léčby Při rehydrataci - Kulíšek (složení: glukóza, chlorid sodný, citronan sodný, chlorid draselný)
<b>Pitný režim</b>	3-4 l především voda
<b>Zápasy</b>	Kickbox: FC 11 výher (2x KO) - 3 prohry (1x technické KO) MMA: 2 výhry (1x KO) - 3 prohry
<b>Cíle</b>	Váha 88 kg v plném tréninku - pravidelný trénink a jídlo
<b>Tréninkový plán: intenzita, doba trvání</b>	v přípravě 10 tréninků, mimo přípravu 5-6 tréninků týdně 2x silový trénink - intenzita upravována v rámci celého tréninkového plánu Postojový, kickboxový, wrestlingový trénink 1-2x sparring, v období přípravy 3-4x 1-2x technické tréninky v období přípravy (mimo přípravu méně)

	Po covidu při vysoké tréninkové intenzitě, došlo ke zvýšení tepové frekvence na 175 tepů/min
<b>Strategie rehydratace</b>	Kulíšek pro rehydrataci, pitný režim cca 1-1,5 l,
<b>Strategie předzápasové redukce hmotnosti</b>	Co nejvyšší redukce jídelníčkem (5 kg). Do týdne před zápasem normální vyvážený jídelníček. Ke konci přípravy výměna rýže za brambory, aplikace zatížení vodou, poté dehydratace (4-5 kg, sauna). 1 den před zápasem normální oběd, vážení v den zápasu, na vodě
<b>Typická výživa v den zápasu</b>	Hodinu po vážení jídlo: vložky (300-500 g) s oříšky, semínky, malinami (125 g), Graniny juice příchut' ovoce zelenina (cca 500 ml). Jí dokud může nebo dle času zápasu.



### 16.3.1 Výpočty

#### Propočítané údaje ze zařízení iGet:

BMI: 25,4 (nadváha)  
Tělesný tuk: 20,1 %  
Viscerální tuk: 8 %  
Tělesná voda: 57,7 %  
Kosterní svalstvo: 45,6 %  
Svalová hmota: 69,50 kg  
Kostní hmota: 3,66 kg  
BMR (iGet): 1950 kcal  
Metabolický věk: 28

#### Bazální metabolismus (BM) dle Harris-Benedictovi rovnice:

$BM = 66,437 + (13,7516 * 91,1) + (5,0033 * 190) - (6,755 * 27)$  kcal  
**BM = 2 089 kcal = 8 740,4 kJ**

#### Trojpoměr živin: přizpůsoben záznamovému jídelníčku

Proteiny: 30 % - Lipidy: 20 % - Sacharidy: 50 %

#### Energetická potřeba přes BM: redukce o 10 % denního příjmu

Spánek: průměrně: 5,5 hodin, FA = 1,1

$2\,089 \text{ kcal} / 24 * 1,1 = 95,7 \text{ kcal}$

Trénink: 1 hodina, FA = 2

$2\,089 \text{ kcal} / 24 * 2 = 174,1 \text{ kcal}$

Běžný den: FA = 1,3

$2\,089 \text{ kcal} / 24 * 1,3 = 113,2 \text{ kcal}$

#### 1) Dny s dvěma tréninky:

**EP = 2 468,1 kcal = 10 326,5 kJ**

Tab. 24: Výpočet energetické potřeby: 1. den, Sportovec 3

	Počet hodin	Energetická potřeba na 1 hodinu (kcal)	Celková energetická potřeba (kcal)
Spánek	5,5	95,7	526,4
Trénink	2	174,1	348,2
Běžný den	16,5	113,2	1867,8
<b>Celkem (-10 %)</b>	24		<b>2468,1</b>

**Tab. 25:** Výpočet příjmu jednotlivých makronutrientů: 1. den, Sportovec 3

Makronutrient	Energetická hodnota (kcal)	Hmotnost (g)	Příjem na kg hmotnosti (g/kg)
Proteiny 30 %	740,4	185,1	2,03
Lipidy 20 %	493,6	54,8	0,60
Sacharidy 50 %	1234,1	308,5	3,39

**2) Dny s jedním tréninkem:**

EP = 2 413,3 kcal = 10 098,1 kJ

**Tab. 26:** Výpočet energetické potřeby: 2. den, Sportovec 3

	Počet hodin	Energetická potřeba na 1 hodinu (kcal)	Celková energetická potřeba (kcal)
Spánek	5,5	95,7	526,4
Trénink	1	174,1	174,1
Běžný den	17,5	113,2	1981
<b>Celkem (-10 %)</b>	24		<b>2413,3</b>

**Tab. 27:** Výpočet příjmu jednotlivých makronutrientů: 2. den, Sportovec 3

Makronutrient	Energetická hodnota (kcal)	Hmotnost (g)	Příjem na kg hmotnosti (g/kg)
Proteiny 30 %	724	181	1,99
Lipidy 20 %	482,7	53,6	0,59
Sacharidy 50 %	1206,7	301,7	3,31

**3) Odpočinkové dny:**

EP = 2 358,5 kcal = 9 868 kJ

**Tab. 28:** Výpočet energetické potřeby: 3. den, Sportovec 3

	Počet hodin	Energetická potřeba na 1 hodinu (kcal)	Celková energetická potřeba (kcal)
Spánek	5,5	95,7	526,4
Trénink	0	174,1	0
Běžný den	18,5	113,2	2094,2
<b>Celkem (-10 %)</b>	24		<b>2358,5</b>

**Tab. 29:** Výpočet příjmu jednotlivých makronutrientů: 3. den, Sportovec 3

Makronutrient	Energetická hodnota (kcal)	Hmotnost (g)	Příjem na kg hmotnosti (g/kg)
<b>Proteiny 30 %</b>	707,5	176,9	1,94
<b>Lipidy 25 %</b>	472	52,4	0,58
<b>Sacharidy 50 %</b>	1179,2	294,8	3,24

**Energetická potřeba přes klidový metabolismus:** redukce o 10 % denního příjmu

**Klidový metabolismus (KM):**

$$VO_2 = 3,5 \text{ ml/min/kg}$$

$$3,5 \text{ ml} * 91,1 \text{ kg} = 0,31885 \text{ l/min}$$

$$1 \text{ l odpovídá } 20,9 \text{ kJ}$$

$$0,31885 \text{ l} * 20,9 \text{ kJ} = 6,66 \text{ kJ/min}$$

$$\text{KM} = 9 \text{ 590 kJ} = 2 \text{ 292 kcal}$$

**Další energetický výdej:**

$$+ 5 \% \text{ klidového příjmu (termický účinek potravy): } 115 \text{ kcal}$$

$$+ 817 \text{ kJ} = 196 \text{ kcal (denní činnosti)}$$

$$\Rightarrow 2 \text{ 603 kcal} = 10 \text{ 891 kJ}$$

**Energetický výdej tréninků 1 hodina:**

Kickbox:

$$\text{MET} = 10,0$$

$$\text{EV} = 10,0 * 91,1 \text{ kg} = 911 \text{ kJ} = 218 \text{ kcal}$$

Sparring:

$$\text{MET} = 9,0$$

$$\text{EV} = 9,0 * 91,1 \text{ kg} = 820 \text{ kJ} = 196 \text{ kcal}$$

Wrestling:

$$\text{MET} = 10,0$$

$$\text{EV} = 10,0 * 91,1 \text{ kg} = 911 \text{ kJ} = 218 \text{ kcal}$$

Silový trénink:

$$\text{MET} = 6,0$$

$$\text{EV} = 6,0 * 91,1 \text{ kg} = 447 \text{ kJ} = 131 \text{ kcal}$$

**1) Den se dvěma tréninky (silový trénink, sparring):**

$$2 \text{ 603 kcal} + 131 \text{ kcal} + 196 \text{ kcal} = 2 \text{ 930 kcal}$$

$$2 \text{ 930 kcal} * 0,9 = 2 \text{ 637 kcal} = 11 \text{ 033,2 kJ}$$

**Tab. 30:** Výpočet příjmu jednotlivých makronutrientů dle KM: 1. den, Sportovec 3

<b>Makronutrient</b>	<b>Energetická hodnota (kcal)</b>	<b>Hmotnost (g)</b>	<b>Příjem na kg hmotnosti (g/kg)</b>
<b>Proteiny 30 %</b>	791,1	197,8	2,17
<b>Lipidy 25 %</b>	527,4	58,6	0,64
<b>Sacharidy 50 %</b>	1318,5	329,6	3,62

**2) Den s jedním tréninkem (kickbox/wrestling):**

2 603 kcal + 218 kcal = 2 821 kcal

2 821 kcal \* 0,9 = **2 538,9 kcal = 10 622,8 kJ**

**Tab. 31:** Výpočet příjmu jednotlivých makronutrientů dle KM: 2. den, Sportovec 3

<b>Makronutrient</b>	<b>Energetická hodnota (kcal)</b>	<b>Hmotnost (g)</b>	<b>Příjem na kg hmotnosti (g/kg)</b>
<b>Proteiny 30 %</b>	761,7	190,4	2,09
<b>Lipidy 25 %</b>	507,8	56,4	0,62
<b>Sacharidy 50 %</b>	1269,5	317,4	3,48

**3) Odpočinkový den:**

2 603 kcal \* 0,9 = **2 342,7 kcal = 9 801,9 kJ**

**Tab. 32:** Výpočet příjmu jednotlivých makronutrientů dle KM: 3. den, Sportovec 3

<b>Makronutrient</b>	<b>Energetická hodnota (kcal)</b>	<b>Hmotnost (g)</b>	<b>Příjem na kg hmotnosti (g/kg)</b>
<b>Proteiny 30 %</b>	702,9	175,7	1,93
<b>Lipidy 25 %</b>	468,6	52,1	0,57
<b>Sacharidy 50 %</b>	1171,5	292,9	3,21

**Vybrané mikronutrienty (dle DACH):**

Vláknina: pro muže (25-50 let): 13 g / 1000 kcal

Průměrně: 2681,5 kcal / 1000 kcal \* 13 g = **34,9 g / den**

Vápník: 1000 mg / den

Železo: 10 mg / den

Hořčík: 350 mg /den

Sodík: 550 mg / den

Draslík: 2000 mg /den

Vitamín D: 20 µg /den nebo 800 UI

Vitamín C: 110 mg / den

### 16.3.2 Jídelníček záznamový, vzorový

#### Ukázka dne ze záznamového jídelníčku:

Snídaně: (305 kcal)

Míchaná vejce (150 g), Toustový chléb (20 g), Okurka (140 g), Cherry rajčata (50 g)

Svačina: (891 kcal)

Ovesné vločky (70 g), Směs oříšků a rozinek (40 g), Maliny (70 g), Graniny juice – ovoce a zelenina (170 ml)

Po tréninku:

Syrovátkový protein (30 g), Maltodextrin (25 g), Banán (120 g)

Po tréninku: (214 kcal)

Syrovátkový protein (30 g), Maltodextrin (25 g)

Večeře: (1119 kcal)

Kuřecí prsa (230 g), Rýže natural (120 g), Okurka (100 g), Excellent proteinová tyčinka (85 g)

Pitný režim

2,8 l vody

500 ml Monster Zero

**Tab. 33:** Průměrný poměr makronutrientů a mikronutrientů za týden ze záznamového jídelníčku: Sportovec 3 (zdroj: Nutriservis)

Nutrient	Hodnota	Procento
Energie (kcal)	1 872,09	-
Energie (kJ)	7 849,61	-
Protein (g)	131,02	28 %
Tuky (g)	54,16	26 %
Sacharidy (g)	216,53	46 %
Vláknina (g)	6,56	19 %
Sodík (mg)	913,01	166 %
Draslík (mg)	2 172,08	109 %
Vápník (mg)	478,76	48 %
Železo (mg)	17,74	177 %
Hořčík (mg)	448,34	128 %
Vitamín C (mg)	53,86	49 %
Vitamín D (kalciferol) (µg)	8,86	44 %*

\*Sportovec 3 pravidelně každý den doplňuje vitamín D: 2000 IU, tudíž DDD bude naplněna

#### Vytvořený jídelníček dle bazálního metabolismu:

##### 1) Den se dvěma tréninky

Snídaně: 483 kcal

Vejce míchaná: vejce slepičí 4x (200 g), okurka (160 g), cherry rajčata (130 g), chléb celozrnný žitný (50 g), káva instantní (3 g), giger shot – GymBeam (50 ml)

Trénink

Svačina: 580 kcal

Syrovátkový protein (30 g), maltodextrin (25 g)

S odstupem: Jogurt bílý 3% (150 g), jahody (150 g), ovesné vločky (60 g)

Oběd: 805 kcal

Pečený losos rýží a zeleninou: losos (150 g), zelenina mražená s kukuřicí (150 g), rýže celozrnná (120 g), brokolice (100 g), Monster zero (500 ml)

Trénink

Svačina: 214 kcal

Syrovátkový protein (30 g), maltodextrin (25 g)

Večeře: 370 kcal

Kuřecí steak přírodní s vařeným bramborem: kuřecí prsa (150 g), brambory (200 g), cherry rajčata (90 g), okurka (100 g)

**Tab. 34:** Denní poměr makronutrientů a mikronutrientů: 1. den, Sportovec 3

<b>Nutrient</b>	<b>Cíl</b>	<b>Plnění</b>	<b>Procenta</b>
<b>Energie (kcal)</b>	2 468,1	2 424,83	98 %
<b>Energie (kJ)</b>	10 326,5	10 193,07	99 %
<b>Protein (g)</b>	185,1	186,51	101 %
<b>Tuky (g)</b>	54,8	57,39	105 %
<b>Sacharidy (g)</b>	308,5	299,47	97 %
<b>Vláknina (g)</b>	34,9	25,27	72 %
<b>Sodík (mg)</b>	550	923,81	168 %
<b>Draslík (mg)</b>	2 000	4 644,48	232 %
<b>Vápník (mg)</b>	1 000	1 135,73	114 %
<b>Železo (mg)</b>	10	21,76	218 %
<b>Hořčík (mg)</b>	350	595,6	170 %
<b>Vitamín C (mg)</b>	110	330,51	300 %
<b>Vitamín D (kalciferol) (µg)</b>	20	26	130 %

## **2) Den s jedním tréninkem**

Snídaně: 424 kcal

Vejce slepičí 4x (200 g), okurka (140 g), cherry rajčata (50 g), chléb žitný celozrnný (50 g)

Svačina: 409 kcal

Ovesné vločky (60 g), mléko polotučné (150 ml), banán (120 g)

Oběd: 707 kcal

Krevetové rizoto: olivový olej (5 ml), česnek (10 g), krevety (200 g), rýže celozrnná (120 g), parmezán (15 g)

Trénink

Svačina: 372 kcal

Syrovátkový protein (30 g), maltodextrin (25 g), hruška (200 g)

Večeře: 486 kcal

Hovězí steak s bramborem, okurka: libové hovězí maso (250 g), brambory (200 g), okurka (100 g)

**Tab. 35:** Denní poměr makronutrientů a mikronutrientů: 2. den, Sportovec 3

<b>Nutrient</b>	<b>Cíl</b>	<b>Plnění</b>	<b>Procenta</b>
<b>Energie (kcal)</b>	2 413,3	2 396,95	99 %
<b>Energie (kJ)</b>	10 098,1	9 477,85	94 %
<b>Protein (g)</b>	181	176,81	97 %
<b>Tuky (g)</b>	53,6	58,01	108 %
<b>Sacharidy (g)</b>	301,7	303,99	101 %
<b>Vláknina (g)</b>	34,9	28,92	83 %
<b>Sodík (mg)</b>	550	1 499,85	273 %
<b>Draslík (mg)</b>	2 000	3 983,7	199 %
<b>Vápník (mg)</b>	1 000	1 021,1	102 %
<b>Železo (mg)</b>	10	26,51	265 %
<b>Hořčík (mg)</b>	350	395,4	113 %
<b>Vitamín C (mg)</b>	110	105,39	96 %
<b>Vitamín D (kalciferol) (µg)</b>	20	9,15	46 %*

\*Sportovec 3 pravidelně každý den doplňuje vitamín D: 2000 IU, tudíž DDD bude naplněna

### 3) Odpočinkový den

Snídaně: 339 kcal

Hummus (50 g), chléb celozrnný žitný (50 g), cherry rajčata (100 g), okurka (100 g), paprika červená (100 g)

Svačina: 513 kcal

High protein puding čokoládový – Ehrmann (200 g), banány sušené (100 g)



Oběd: 960 kcal

Luštěninové rizoto s halloumi: rýže celozrnná (100 g), čočka (100 g), mrkev (100 g), cibule (50 g), halloumi (75 g)

Svačina: 316 kcal

Tvaroh měkký polotučný (250 g), jahody (150 g), arašidové máslo (5 g)

Večeře: 306 kcal

Zeleninový salát s krůtím masem: krůtí prsa (200 g), ledový salát (100 g), cherry rajčata (100 g), okurka (100 g), balsamico (5 ml), olivový olej (5 ml)

**Tab. 36:** Denní poměr makronutrientů a mikronutrientů: 3. den, Sportovec 3

<b>Nutrient</b>	<b>Cíl</b>	<b>Plnění</b>	<b>Procenta</b>
<b>Energie (kcal)</b>	2 358,5	2 333,1	99 %
<b>Energie (kJ)</b>	9 868	9 800,95	99 %
<b>Protein (g)</b>	176,9	163,07	92 %
<b>Tuky (g)</b>	52,4	55,86	107 %
<b>Sacharidy (g)</b>	294,8	300,54	102 %
<b>Vláknina (g)</b>	34,9	34,65	99 %
<b>Sodík (mg)</b>	550	508,2	92 %
<b>Draslík (mg)</b>	2 000	4 997,45	250 %
<b>Vápník (mg)</b>	1 000	984,4	98 %
<b>Železo (mg)</b>	10	19,34	193 %
<b>Hořčík (mg)</b>	350	424,95	121 %
<b>Vitamín C (mg)</b>	110	313,35	285 %
<b>Vitamín D (kalciferol) (µg)</b>	20	0	0 %*

\*Sportovec 3 pravidelně každý den doplňuje vitamín D: 2000 IU, tudíž DDD bude naplněna

## Laboratorní výsledky (14.03.2022)

Urea	7,0 mmol/L	2,8 - 8,1	*
Kreatinin	92 umol/L	62 - 106	*
GF CKD-EPI	1,63 ml/s/1,73m2	1 - 3	*
Bilirubin celk.	16,0 umol/L	0 - 21	*
ALT*	0,54 ukat/L	0,1 - 0,68	*
AST*	0,65 ukat/L	0,1 - 0,67	*
GGT*	0,30 ukat/L	0,17 - 1,19	*
ALP*	1,19 ukat/L	0,67 - 2,17	*
WBC - leukocyty	4,3 [10 <sup>9</sup> /L]	4 - 10	*
RBC - erytrocyty	4,99 [10 <sup>12</sup> /L]	4 - 5,8	*
HB - hemoglobin	143 g/L	135 - 175	*
HCT - hematokrit	0,420 L/L	0,4 - 0,5	*
MCV-stř.obj.ery*	84,2 fL	82 - 98	*
MCHC - st.bar. k.*	340 g/L	320 - 360	*
MCH - bar.k.ery*	29 pg	28 - 34	*
PLT - trombocyty	216 [10 <sup>9</sup> /L]	150 - 400	*
RDW*	12,7 %	10 - 15,2	*
Neutrofilý	38,2 %	45 - 70	*
Lymfocyty	44,2 %	20 - 45	*
Monocyty	14,6 %	2 - 12	*
Eosinofily	2,5 %	0 - 5	*
Basofily	0,5 %	0 - 2	*
Neutrofilý abs.	1,65 [10 <sup>9</sup> /L]	2 - 7	*
Lymfocyty abs.	1,91 [10 <sup>9</sup> /L]	0,8 - 4	*
Monocyty abs.	0,63 [10 <sup>9</sup> /L]	0,08 - 1,2	*
Eozinofily abs.	0,11 [10 <sup>9</sup> /L]	0 - 0,5	*
Bazofily abs.	0,02 [10 <sup>9</sup> /L]	0 - 0,2	*
ESR sedimentace*	13 mm/h	2 - 28	*

\*ALT - Alaninaminotransferáza

AST - Aspartátaminotransferáza

GGT - Gama-glutamyltransferáza

ALP - Alkalická fosfatáza

MCV - Střední objem erytrocytů

MCHC - Střední koncentrace hemoglobinu v erytrocytech

MCH - Průměrné množství hemoglobinu v buňce

RDW - Objemová variabilita erytrocytů

ESR - Sedimentace erytrocytů

**Rodinná anamnéza:** otec: DM 2. typu, matka: zdravá, 2 bratři 1997, 2010, o.m.: na tu plíc, kuřák

**Osobní anamnéza:** běžné dětské nemoci, závažné infekce: covid-19 v 2/22, onemocnění srdce: v batolecím věku "cosi" v.s. šelest, který vymizel, onemocnění pohybového aparátu: horší stabilita kotníků, 1x do roka výrony, bez stranové dif., bylo to časté když hrál fotbal, nyní operace: 0, úrazy: fr. P palce 2021, bezvědomí: 0, presynkopu či synkopu neguje, fyzickou aktivitu zvládá bez obtíží. Zaměstnání: manuální, ne moc fyzicky náročné.

**Sportovní anamnéza:** fotbal 12-24 let, kick-box, MMA, tréninky: denně, 3x týdně dvojfázově, drží 1 den odpočinkový, kompenzuje: sauna, masáž.

**Alergická anamnéza:** 0

**Léková anamnéza:** vitamíny D, multivitamin

**Nynější onemocnění:** 2/22 pozit. test na covid-19, ale bez příznaků, poté po 3 týdnech příznaky respir. onemocnění, ale negat. test, následně po návratu do tréninku větší únava, vyšší tepové frekvence než obvykle, to postupně odeznělo, nyní již bez obtíží, vše v pořádku, nyní 2 týdny zpět v tréninku, jen jednofázově. Lab. odběry měl u praktického lékaře v pořádku. Asi 3 týdny bolesti pravého lokte v oblasti úponu tricepsu - po natažení do hyperextenze.

**Subjektivně:** bez obtíží, zátěž toleruje v obvyklých mezích

**Objektivně:** eupnoe, štítná žláza nehmátná, poslechově na karotidách bez šelestu, dýchání čisté sklípkové, ozvy 2, bez šelestu, břicho měkké, nebolestivé, bez rezistence, játra nezvětšena, periferní pulzace hmatné, DK bez otoků, výška: 189,5 cm, váha 91,1 kg, TK 120/80 mmHg

**Vyšetření pohybového systému:** Hlava v ose, ramena v rovině, v protrakci, lopatky zapojují symetricky do upažení i předpažení, přetížení horních fixátorů, páteř v ose, hyperkyfóza Thp, Adamsův test negativní, Thomayer na zem, břicho - 3 měsíční model- převaha m. rectus abd., pánev - v rovině, kyčle - volně do rotací, dobře protažená zadní strana stehen, kolenní vazy v normě, koleno - pata v ose. Stoj na 1 noze stabilní, stoj na špičkách rovnoměrný, dřep s patami na zemi plný, kolena v ose. Chůze i běh v normě.

**EKG v klidu:** pravidelný sinusový rytmus 60/min, el osa 91°, PQ 200 ms, QRS 100 ms, bez patologie ST úseku, QTc pod 430 ms  
**EKG při zátěži:** sinusový rytmus, bez arytmií, bez patologie ST úseku

**Spirometrie:**

Parametr	Hodnota	% normy
FVC (l)	6,53	112
FEV1 (l)	4,95	102
FEV1/FVC	75	91

**Zátěžové vyšetření - ergometrie s protokolem 50 W + 30 W/min**

Parametr	Maximum
Výkon (W)	332
Výkon (W/kg)	3,65
Tepová frekvence (/min)	173
Krevní tlak (mm Hg)	180/80
VO2 (ml/kg/min)	38,5
RER	1,25
Ventilace (l/min)	121,38
Dechová frekvence (/min)	39
Dechový objem (l)	3,15
Arteriální saturace SaO2 (%)	N/A
Svalová saturace - SmO2 (%)	25

**Závěr:** Provedeno sportovně zdravotní vyšetření. Závodní a výkonnostní sport je možné vykonávat bez omezení. Vyšetření splňuje požadavky dle vyhlášky 391/2013 Sb a zákona 373/2011 Sb. Doba platnosti prohlídky je 1 rok. Číslo vydané prohlídky 940818/002301.04.2022

Z důvodu prodělaného onemocnění covid-19 provedena spiroergometrie. Maximální spotřeba kyslíku byla 38,5 ml/kg/min, výkon dle Wmax stejný jako minule. Test končí pro celkovou únavu, po dobu testu bez obtíží. EKG v klidu i v zátěži bez patologických změn, reakce krevního tlaku bez obtíží. Spirometrie s podobnými hodnotami jako minule, technicky horší provedení testu. V zátěži není optimální dechový vzor, což nesouvisí s prodělaným covidem, ale s posturou a zapojením dechových a stabilizačních svalů.

**Doporučení:**

Fyzioterapie se zaměřením na záda, trupovou stabilizaci, dechový stereotyp a korekci sval. dysbalanci pravého lokte + lopatky a ramene a podívat se i na pravý palec po zlomenině.

**Návrat k tréninku:**

Návrat k tréninku je koncipován v jednotlivých krocích. Návrat ke tréninku by měl nastat nejdříve 7 dní od posledního dne obtíží. Při zhoršení výkonnosti či opětovném nástupu obtíží je nutné se v procesu vrátit o stupeň zpět či trénink zcela zastavit a stav konzultovat s lékařem.

Na co dávat pozor - když přetrvává vyšší TF po skočení zátěže, když je vyšší ranní TF po probuzení než normálně. Vyskytne-li se, snížit zátěž a počkat, když se nelepší, domluva s lékařem.

**Stupeň 1: 7-10 dní**

regenerační intenzita, TF do 125/min, časově cca 1/4 až 1/2 typické tréninkové jednotky s postupným prodloužením až na obvyklou úroveň do konce tohoto stupně. Silový trénink na úrovni 60-80 % maximální jednorázové zátěže (1RM) s počty opakování 4-8 a delšími pauzami - vhodné jako doplněk regeneračního tréninku v poměru silový 1x a 4x regenerační.

**Stupeň 2: 2-5 dní**

lehká intenzita, strukturální trénink - TF odpovídá zhruba aerobnímu prahu nebo VT1 - 135/min. Možno zařadit intervalový trénink na 15-20 sekund v nízké a střední intenzitě úsilí. Délka trvání tréninku celkově - desítky minut, optimálně 2-5 tréninkových jednotek vložených do stále probíhajícího tréninku v zóně stupně 1.

**Stupeň 3: 2-5 dní**

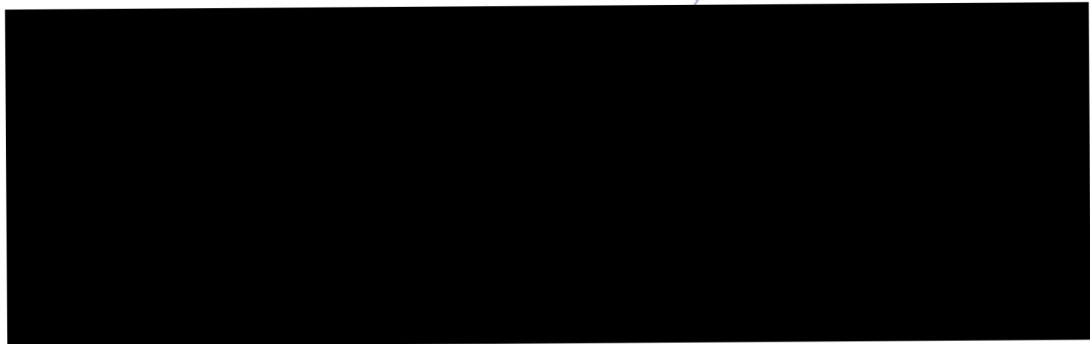
střední intenzita, tempový trénink - rozsah TF 135-158/min, trvá v rozsahu jednotek až desítek minut, optimálně 2-5 tréninkových jednotek vložených do stále probíhajícího tréninku v zóně stupně 1 - aby byl stále dostatečný rozsah regenerační intenzity.

**Stupeň 4: 1-3 dny**

vysoká intenzita - intervalová, nutné zachovávat dlouhé pauzy mezi intervaly, TF nad 158/min, trvá v rozsahu 20-30 sekund s pauzou do poklesu TF na intenzitu stupně 1 - do 125/min., optimálně 1-3 tréninkových jednotek vložených do stále probíhajícího tréninku v zóně stupně 1.

**Stupeň 5:**

závodní intenzity - poslední stupeň návratu do plného tréninku, závodník může trénovat zcela bez omezení.



*CENTRUM SPORTOVNÍ MEDICÍNY*

Centrum sportovní medicíny z.s., Adresa: Pod altánem 67/352, 100 00 Praha 10,  
Ambulance I.P. Pavlova: Sokolská 1662/35, 120 00 Praha 2, Ambulance Jeneč: Lidická 210, 252 61 Jeneč,  
tel: +420 722 050 450, email: info@centrumsportmed.cz, web: www.centrumsportmed.cz, IČ: 06040004, IČZ: 07244000,

## 16.4 Příloha IV

Tab. 37: Dotazník Sportovce 4

Dotazník IV	
<b>Jméno</b>	Sportovec 4
<b>Zaměstnání</b>	Trenér, kaskadér
<b>Věk</b>	35 (1987)
<b>Výška</b>	179 cm
<b>Hmotnost</b>	89,90 kg
<b>Váhová kategorie</b>	-85 kg KL, LC dříve -71 kg, -75 kg Thaibox
<b>Somatotyp (odhadovaný)</b>	Mezomorf
<b>Laboratorní vyšetření</b>	Ne
<b>Zdravotní historie: prodělaná zranění, prodělaná onemocnění, operace, rodinná anamnéza...</b>	Matka: X Matka matky: rakovina - pohlavní orgány Otec: hypertenze Rodiče otce: infarkt (60 let) 13 let - zlomenina bérce 12 let - zlomenina klíční kosti 15 let- přetržené vazy na pravém kotníku (nyní bez problémů), odstranění krčních mandlí (angíny) 17 let - varikokéla (rozšíření žilní pleteně jdoucí od varlete) 29 let (2016) - vyhřezlé ploténky L4 - L5, L5-S1 (do teď)
<b>Aktuální diagnóza: zranění, onemocnění, léky...</b>	2021 - zlomené žebro při tréninku
<b>Alergie a intolerance</b>	Špatně tráví játra
<b>Kvalita spánku</b>	Pravidelný: 22.00 (22.30) - 5.45 (průměrně 7,5 hodiny), tvrdý spánek, ráno odpočatý V noci se budí spontánně, aby si vzal žvýkací tabák (1.00).
<b>Subjektivní psychický stav: nálady, změny, stabilita, pocit energie...</b>	Klidný, stabilní, přes den dostatek energie
<b>Stolice: pravidelnost, konzistence, barva</b>	Pravidelnost: 1x denně dopoledne Konzistence: Typ 4 dle Bristolské škály stolice (viz Příloha V) Barva: tmavě hnědá
<b>Moč: bez problémů, barva...</b>	Bez problému, transparentní
<b>Pracoval jste někdy s výživovým poradcem/nutričním terapeutem?</b>	Ano, závodní dieta na fitness men's physique

<b>Nutriční režim: záchvatové přejídání, vynechávání jídel, nepravidelnost jídel, závislost, případně jiné problémové oblasti ve výživě</b>	Pravidelnost: Snídaně 6.00 - vločky s proteinem nebo vejce míchané Svačina - Kitkat, Mila Oběd 13.00 - maso, málo zeleniny, rýže těstoviny brambory Svačina - protein Večeře 19.00 občas 21.30 - stejné jako oběd, druhá večeře (tvaroh polotučný s nutellou - polévková lžíce)  Závislost: tabák, sladké lahůdky, monster 1-2x denně - všechny druhy
<b>Stravovací zvyklosti a preference: sladké, slané, typický pokrm...</b>	Kuřecí maso, krutí maso - na pánvi na kokosovém oleji Vejce (4-5 ks)
<b>Suplementace/doplňky stravy</b>	Protein (gymbeam) - izolát 1 dávka denně (300 ml + 30 g) Hlíva ústříčná (září-březen/duben) - 1 tableta denně Vitamín C - Celaskon (září-březen/duben) - 1x denně
<b>Pitný režim</b>	3,5 l (voda), 1-2x monster (ráno pravidelně, 16-17 hodin)
<b>Zápasy</b>	Polokontaktní disciplíny: 20 zápasů 13 výher - 7 proher Plnokontaktní disciplíny: 15 zápasů 8 výher (1x KO) - 7 proher
<b>Cíle</b>	Redukce 4 - 5 kg
<b>Tréninkový plán: intenzita, doba trvání</b>	Pondělí: ráno -5 km běh na lačno večer 45 minut - silové cvičení fullbody Úterý: Thaibox (10.00-11.00) - vyšší intenzita (průměrná SF 136 tepů/min, max 185, kal výdej: 812 kcal) Středa = pondělí Čtvrtek = úterý (Thaibox 11.00-12.00) Pátek: 18.00-19.00 sparringy Sobota: sparringy na soukromých hodinách 8.00-10.00 Neděle: volno
<b>Strategie rehydratace</b>	Postupné vypití iontového nápoje (500ml), monster (500ml), zhruba 500 ml/hod.



	Při soutěžích fitness je velmi odvodněný, proto postupně rozpíjí (500 ml na den), poté přidává.
<b>Strategie předzápasové redukce hmotnosti</b>	<p>Redukuje max 3-4 kg dehydratací - strategie water loadingu:</p> <p>Pokud je závod v sobotu, pak předchozí neděli, pondělí, úterý rozpíjí 7 l/den, středa 1/2 úterního objemu (3,5 l), čtvrtek 1 l, pátek 300-400 ml do 12.00 hodin. Čtvrtek, pátek případně sauna.</p> <p>Ve fitness 2,5 měsíční redukce, jeden týden superkompensace. Redukce z 96 kg na 76 kg během 3 měsíců, ukončil objemovou fází, při které každý den nabírá +1 kg, poté velká redukce. Využívá sacharidové vlny k superkompensaci. Při redukci 2-2,5 g/kg protein, 3,5 g/kg sacharidy na týden do vln (3,5 g * 90 kg * 7 dnů - na týden), 0,5g/kg tuk měsíc do soutěže.</p>
<b>Typická výživa v den zápasu</b>	Monster, snídaně vločky s proteinem, ovoce (kiwi, pomeranč, banán, jablko)



## 16.4.1 Výpočty

### Propočítané údaje ze zařízení iGet:

BMI: 28,0 (nadváha)

Tělesný tuk: 25,6 % (nepřesné)

Viscerální tuk: 10

Tělesná voda: 53,7 %

Kosterní svalstvo: 42,4 %

Svalová hmota: 63,50 kg

Kostní hmota: 3,34 kg

BMR (iGet): 1813 kcal

Metabolický věk: 38

### Bazální metabolismus (BM) dle Harris-Benedictovi rovnice:

$BM = 66,437 + (13,7516 * 89,9) + (5,0033 * 179) - (6,755 * 35)$  kcal

**BM = 1 961,9 kcal = 8 208,5 kJ**

### Trojpoměr živin: přizpůsoben záznamovému jídelníčku

Proteiny: 30 % - Lipidy: 30 % - Sacharidy: 40 %

### Energetická potřeba přes BM: redukce o 10 % denního příjmu

Spánek: průměrně: 7,5 hodin, FA = 1,1

$1961,9 \text{ kcal} / 24 * 1,1 = 89,9 \text{ kcal}$

Trénink: 1 hodina, FA = 2

$1961,9 \text{ kcal} / 24 * 2 = 163,5 \text{ kcal}$

Běžný den: FA = 1,4

$1961,9 \text{ kcal} / 24 * 1,4 = 114,4 \text{ kcal}$

#### 1) Dny s dvěma tréninky:

**EP = 2 394,1 kcal = 10 016,9 kJ**

Tab. 38: Výpočet energetické potřeby: 1. den, Sportovec 4

	Počet hodin	Energetická potřeba na 1 hodinu (kcal)	Celková energetická potřeba (kcal)
Spánek	7,5	89,9	674,3
Trénink	2	163,5	327
Běžný den	14,5	114,4	1658,8
<b>Celkem (-10 %)</b>	24		<b>2394,1</b>

**Tab. 39:** Výpočet příjmu jednotlivých makronutrientů: 1. den, Sportovec 4

Makronutrient	Energetická hodnota (kcal)	Hmotnost (g)	Příjem na kg hmotnosti (g/kg)
Proteiny 30 %	718,2	179,6	1,97
Lipidy 30 %	718,2	79,8	0,88
Sacharidy 40 %	957,6	239,4	2,63

2) Dny s jedním tréninkem:

EP = 2 349,9 kcal = 9 832 kJ

**Tab. 40:** Výpočet energetické potřeby: 2. den, Sportovec 4

	Počet hodin	Energetická potřeba na 1 hodinu (kcal)	Celková energetická potřeba (kcal)
Spánek	7,5	89,9	674,3
Trénink	1	163,5	163,5
Běžný den	15,5	114,4	1773,2
<b>Celkem (-10 %)</b>	24		<b>2349,9</b>

**Tab. 41:** Výpočet příjmu jednotlivých makronutrientů: 2. den, Sportovec 4

Makronutrient	Energetická hodnota (kcal)	Hmotnost (g)	Příjem na kg hmotnosti (g/kg)
Proteiny 30 %	705	176,2	1,93
Lipidy 30 %	705	78,3	0,86
Sacharidy 40 %	940	235	2,58

3) Odpočinkové dny:

EP = 2 305,7 kcal = 9 647,1 kJ

**Tab. 42:** Výpočet energetické potřeby: 3. den, Sportovec 4

	Počet hodin	Energetická potřeba na 1 hodinu (kcal)	Celková energetická potřeba (kcal)
Spánek	7,5	89,9	674,3
Trénink	0	163,5	0
Běžný den	16,5	114,4	1887,6
<b>Celkem (-10 %)</b>	24		<b>2305,7</b>

**Tab. 43:** Výpočet příjmu jednotlivých makronutrientů: 3. den, Sportovec 4

<b>Makronutrient</b>	<b>Energetická hodnota (kcal)</b>	<b>Hmotnost (g)</b>	<b>Příjem na kg hmotnosti (g/kg)</b>
<b>Proteiny 30 %</b>	691,7	172,9	1,90
<b>Lipidy 30 %</b>	691,7	76,9	0,84
<b>Sacharidy 40 %</b>	922,3	230,6	2,53

**Vybrané mikronutrienty (dle DACH):**

Vláknina: pro muže (25-50 let): 13 g / 1000 kcal

Průměrně: 2611 kcal / 1000 kcal \* 13 g = **33,9 g / den**

Vápník: 1000 mg / den

Železo: 10 mg / den

Hořčík: 350 mg /den

Sodík: 550 mg / den

Draslík: 2000 mg /den

Vitamín D: 20 µg /den nebo 800 UI

Vitamín C: 110 mg / den

## 16.4.2 Jídelníček záznamový, vzorový

### Ukázka dne ze záznamového jídelníčku:

Snídaně: (533 kcal)

Kokosový olej (5 ml), Míchaná vejce (200 g), Kaiserka cereální (1 ks)

Oběd: (573 kcal)

Kokosový olej (5 ml), Kuřecí prsa (150 g), Basmati rýže (100 g), Cherry rajčata (50 g)

Svačina: (322 kcal)

Protein GymBeam (30 g), Kit Kat Chunky (40 g)

Večeře: (610 kcal)

Hovězí maso mleté (150 g), Fusilli WholeWheat (80g)

Druhá večeře: (226 kcal)

Tvaroh polotučný 3,8% (250 g)

Pitný režim

2,5 l vody

500 ml Monster Zero

**Tab. 44:** Průměrný poměr makronutrientů a mikronutrientů za týden ze záznamového jídelníčku: Sportovec 4 (zdroj: Nutriservis)

Nutrient	Hodnota	Procento
Energie (kcal)	2 134,75	-
Energie (kJ)	8 962,58	-
Protein (g)	164,66	31 %
Tuky (g)	70,66	30 %
Sacharidy (g)	217,92	39 %
Vláknina (g)	12,66	37 %
Sodík (mg)	1 424,77	259 %
Draslík (mg)	2 093,54	105 %
Vápník (mg)	946,04	95 %
Železo (mg)	14,18	142 %
Hořčík (mg)	301,27	86 %
Vitamín C (mg)	56,92	52 %
Vitamín D (kalciferol) (µg)	8,68	43 %

### Vytvořený jídelníček:

#### 1) Den se dvěma tréninky

Snídaně: 481 kcal

Vejce míchaná: kokosový olej (5 g), vejce slepičí 4x (200 g), chléb celozrnný žitný (50 g), cherry rajčata (100 g), mrkev (100 g)

## Trénink

Svačina: 268 kcal

Tvaroh měkký polotučný (250 g), jahody (100 g)

Oběd: 620 kcal

Rizoto s kuřecím masem a zeleninou: kokosový olej (5 g), kuřecí prsa (150 g), rýže celozrnná (100 g), cherry rajčata (50 g), okurka (100 g), mrkev (100 g)

Svačina: 381 kcal

Hroznové víno (150 g), syrovátkový protein (30 g), Kitkat (40 g)

Večeře: 643 kcal

Těstoviny s mletým masem: hovězí maso mleté (150 g), těstoviny celozrnné (80 g)

**Tab. 45:** Denní poměr makronutrientů a mikronutrientů: 1. den, Sportovec 4

<b>Nutrient</b>	<b>Cíl</b>	<b>Plnění</b>	<b>Procenta</b>
<b>Energie (kcal)</b>	2 394,1	2 391,7	100 %
<b>Energie (kJ)</b>	10 016,9	10 043,24	100 %
<b>Protein (g)</b>	179,6	180,79	101 %
<b>Tuky (g)</b>	79,8	85,28	107 %
<b>Sacharidy (g)</b>	239,4	247,55	103 %
<b>Vláknina (g)</b>	33,9	30,27	89 %
<b>Sodík (mg)</b>	550	902,6	164 %
<b>Draslík (mg)</b>	2 000	3 169,6	158 %
<b>Vápník (mg)</b>	1 000	1 250,2	125 %
<b>Železo (mg)</b>	10	20,58	206 %
<b>Hořčík (mg)</b>	350	453,3	130 %
<b>Vitamín C (mg)</b>	110	119,15	108 %
<b>Vitamín D (kalciferol) (µg)</b>	20	9,5	48 %

## **2) Den s jedním tréninkem**

Snídaně: 365 kcal

Ovesné vločky (60 g), syrovátkový protein (30 g), borůvky (100 g)

## Trénink

Svačina: 268 kcal

Tvaroh měkký polotučný (250 g), jahody (100 g)

Oběd: 972 kcal

Těstoviny s mletým masem, rajčatovou omáčkou a okurkovým salátem: česnek (10 g), hovězí maso mleté (200 g), rajský protlak (100 g), těstoviny celozrnné (100 g), okurka (150 g), cukr (3 g), ocet jablečný (10 ml)

Svačina: 146 kcal

Jogurt ovocný – Jogobella (150 g)

Večeře: 533 kcal

Losos pečený s bramborem: losos (200 g), brambory (250 g)

**Tab. 46:** Denní poměr makro- a mikronutrientů: 2. den, Sportovec 4

Nutrient	Cíl	Plnění	Procenta
<b>Energie (kcal)</b>	2 349,9	2 282,07	97 %
<b>Energie (kJ)</b>	9 832	9 580,41	97 %
<b>Protein (g)</b>	176,2	168,06	95 %
<b>Tuky (g)</b>	78,3	76,43	98 %
<b>Sacharidy (g)</b>	235	245,34	104 %
<b>Vláknina (g)</b>	33,9	20,82	61 %
<b>Sodík (mg)</b>	550	1 196,61	218 %
<b>Draslík (mg)</b>	2 000	3 720,25	186 %
<b>Vápník (mg)</b>	1 000	1 288,32	129 %
<b>Železo (mg)</b>	10	15,99	160 %
<b>Hořčík (mg)</b>	350	326,61	93 %
<b>Vitamín C (mg)</b>	110	205,37	187 %
<b>Vitamín D (kalciferol) (µg)</b>	20	26	130 %

### 3) Odpočinkový den

Snídaně: 594 kcal

Chléb celozrnný žitný (100 g), máslo (20 g), šunka kuřecí prsní (50 g), mrkev (100 g), paprika (100 g), avokádo (60 g)

Svačina: 285 kcal

Jogurt bílý 3% (150 g), chia semínka (15 g), banán (120 g)

Oběd: 754 kcal

Kuřecí steak s quinou a brokolicí: kokosový olej (5 g), kuřecí prsa (200 g), brokolice (100 g), quinoa (100 g), Monster zero (500 ml)

Svačina: 164 kcal

Mrkvovo-jablečný salát: mrkev (150 g), jablko (150 g), cukr (3 g)

Večeře: 515 kcal

Chléb celozrnný žitný (50 g), tuňák ve slunečnicovém oleji (195 g), kukuřice bonduelle (50 g), cibule červená (10 g)








**Tab. 47:** Denní poměr makronutrientů a mikronutrientů: 3. den, Sportovec 4

<b>Nutrient</b>	<b>Cíl</b>	<b>Plnění</b>	<b>Procenta</b>
<b>Energie (kcal)</b>	2 305,7	2 311,52	100 %
<b>Energie (kJ)</b>	9 647,1	9 663,41	100 %
<b>Protein (g)</b>	172,9	170,56	99 %
<b>Tuky (g)</b>	76,9	76,25	99 %
<b>Sacharidy (g)</b>	230,6	239,53	104 %
<b>Vláknina (g)</b>	33,9	33,73	99 %
<b>Sodík (mg)</b>	550	3 446,16	627 %
<b>Draslík (mg)</b>	2 000	5 483,97	274 %
<b>Vápník (mg)</b>	1 000	780,31	78 %
<b>Železo (mg)</b>	10	27,46	275 %
<b>Hořčík (mg)</b>	350	575,88	165 %
<b>Vitamín C (mg)</b>	110	310,43	282 %
<b>Vitamín D (kalciferol) (µg)</b>	20	6,09	30 %



# The Bristol Stool Chart

Adapted from the Bristol Stool Scale (Heaton et al 1992)

Type 1		Separate hard lumps, like nuts (hard to pass)
Type 2		Sausage-shaped but lumpy
Type 3		Like a sausage but with cracks on its surface
Type 4		Like a sausage or snake, smooth and soft
Type 5		Soft blobs with clear cut edges (passed easily)
Type 6		Fluffy pieces with ragged edges, mushy stool
Type 7		Watery, no solid pieces. ENTIRELY LIQUID

**Obr.:** Bristolská škála stolice

**Zdroj:** Mlýnek R. 2021. Dostupné z: <https://www.radekmlynek.com/stolice/>