

**Mendelova univerzita v Brně**  
**Agronomická fakulta**  
**Ústav technologie potravin**

---



**Výživa ve sportovní gymnastice**  
Bakalářská práce

*Vedoucí práce:*  
Ing. Veronika Rozíková, Ph.D.

*Vypracovala:*  
Tereza Tománková, DiS.

---

Brno 2017





## Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci: **Výživa ve sportovní gymnastice** vypracoval/a samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a v souladu s platnou *Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

Jsem si vědom/a, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne: .....

.....  
podpis

## **Poděkování**

Na tomto místě bych ráda poděkovala mé vedoucí Ing. Veronice Rozíkové, Ph.D. za odborné vedení, cenné rady a připomínky, které mi v průběhu psaní poskytla. Na závěr bych chtěla poděkovat svému příteli a rodině, kteří mi při psaní této práce byli oporou.

## **Abstrakt**

Bakalářská práce „Výživa ve sportovní gymnastice“ obsahuje obecné informace o sportovní gymnastice a její fyziologii. Blíže popisuje výživu s jejími složkami a bilancí tekutin v oblasti tohoto sportu.

Pomocí kazuistiky, která je zaměřená na zkušenosti bývalé elitní gymnastky se stravováním napříč kariérou a její stravování dnes na pozici trenéra, jsou shrnuta jednotlivá výživová doporučení. Pozornost je také věnována kloubní výživě, především na dodržení deklarace glukosaminu a chondroitin-sulfátu a porovnání jejich kvality a ceny.

## **Abstract**

The bachelor thesis „Nutrition in sports gymnastics“ contains general informations about sports gymnastics and their physiology. It closer describes nutrition with their substances and water balance which is necessary in this area of sport.

Using casuistic which is focused on experiences of former elite gymnast with eating habits across her carrier from beginnings to this day as a coach and it is summarizing individual nutritional recommendations for her. Focus is also given to joint nutrition, especially to maintain declarations of glucosamine and chondroitin-sulfate and comparison of their quality and price.

## **Klíčová slova**

Gymnastika, výživová doporučení, energetická potřeba, sacharidy, bílkoviny, bilance tekutin, kloubní výživa

## **Keywords**

Gymnastics, nutritional recommendations, energy intake, carbohydrates, proteins, water balance, joint nutrition

## **OBSAH**

<b>1 Úvod .....</b>	<b>9</b>
<b>2 Cíl práce.....</b>	<b>10</b>
<b>3 Gymnastika a její hodnocení .....</b>	<b>11</b>
3.1 Gymnastické disciplíny .....	12
3.2 Hodnocení gymnastiky.....	13
3.3 Charakteristika somatotypu gymnastů .....	15
3.4 Fyziologie gymnastického výkonu.....	17
<b>4 Výživa ve sportovní gymnastice.....</b>	<b>19</b>
4.1 Energetický metabolismus .....	19
4.2 Energetická potřeba pro svalovou práci.....	23
<b>5 Složky výživy .....</b>	<b>26</b>
5.1 Sacharidy.....	26
5.2 Lipidy .....	29
5.3 Bílkoviny.....	33
5.3.1 Kloubní výživa .....	36
5.4 Vitaminy.....	40
5.5 Minerální látky .....	43
<b>6 Pitný režim.....</b>	<b>47</b>
<b>7 Kazuistika .....</b>	<b>51</b>
7.1 Strava v amatérském období. ....	53
7.1.1 Výpočet energetické potřeby pro vybraný věk v amatérském období .....	53
7.1.2 Příklad stravy v amatérském období .....	54
7.1.3 Zhodnocení stravování v amatérském období.....	55
7.2 Strava ve vrcholovém období.....	56
7.2.1 Výpočet energetické potřeby pro vybraný věk ve vrcholovém období.....	56
7.2.2 Příklad stravy ve vrcholovém období.....	57
7.2.3 Zhodnocení stravování ve vrcholovém období .....	58
7.3 Strava v trenérském období.....	59
7.3.1 Příklad stravy v trenérském období.....	60
7.3.2 Zhodnocení stravování ve vrcholovém období .....	61

<b>8 Závěr .....</b>	<b>62</b>
<b>9 Použité zdroje.....</b>	<b>64</b>
<b>10 Seznam obrázků .....</b>	<b>70</b>
<b>11 Seznam tabulek .....</b>	<b>70</b>
<b>12 Seznam příloh.....</b>	<b>70</b>



# 1 Úvod

Pojmenování gymnastiky pochází ze starořeckého slova „gymnasein“ (cvičit nahý), označujícího jak bojovníka, tak i člověka zabývajícího se vědou o tělesných cvičeních, navazující na ideály antické harmonie tělesné a duševní složky – kalokagathie. Gymnastika se vyvíjela a prošla mnoha proměnami související s úrovní poznání, které bývá ovlivněno ekonomickým, historickým, politickým a kulturním prostředím v jednotlivých vývojových obdobích společnosti (Skopáková et al., 2013).

Sportovní gymnastika je sice esteticko-koordinační sport, ale v posledních letech zcela vymizel jeho původní charakter, který měl za cíl všestrannost, tedy spojit baletní a taneční prvky s akrobatickými. V dnešní době je kladen důraz čistě na akrobatické prvky a to má za následek narůstání požadavků na obtížnost ve světě i u nás. Proto většina mladých sportovců nevydrží fyzický a psychický nátlak a nedosáhnou elitní úrovně.

Gymnastika si žádá maximální koncentraci, odhodlání a vůli překonávat sám sebe. Pro dosažení vysokého výkonnostního stupně musí gymnasti trávit nepřeborné množství času v tělocvičně. Nedostatek času může ovlivňovat správnou životosprávu a tím i výkon sportovce. Z tohoto důvodu je nutné určitým způsobem přizpůsobit svůj životní styl pro dosažení cíle.

V teoretickém úvodě se nachází charakteristika gymnastiky a živin, od kterých se odvíjí druhá část práce, která obsahuje i příklad z praxe. Pomocí kazuistiky, která je zaměřená na zkušenosti bývalé elitní gymnastky se stravováním napříč kariérou a její stravování dnes na pozici trenéra, jsou shrnuta jednotlivá výživová doporučení. Pozornost je také věnována kloubní výživě, především na dodržení deklarace glukosaminu a chondroitin-sulfátu a porovnání jejich kvality a ceny.

K tématu bakalářské práce se váže rodinná tradice, jelikož v naší rodině je slavná dvojice sportovních gymnastů. Taktéž jsem se věnovala gymnastice, sice ne sportovní, ale moderní a právě blízký vztah s gymnastikou a snaha o pochopení sportovní výživy byly klíčové pro výběr tematiky.

## **2 Cíl práce**

Cílem této bakalářské práce bylo prostudovat dostupnou literaturu zabývající se zásadami racionální výživy a zaměřit se na požadavky ve výživě u sportovců se specifikací na sportovní gymnastiku. Zhodnocení uvedené problematiky je uvedeno v kazuistice sportovní gymnastky od amatérské, vrcholové až po trenérské období.

### 3 Gymnastika a její hodnocení

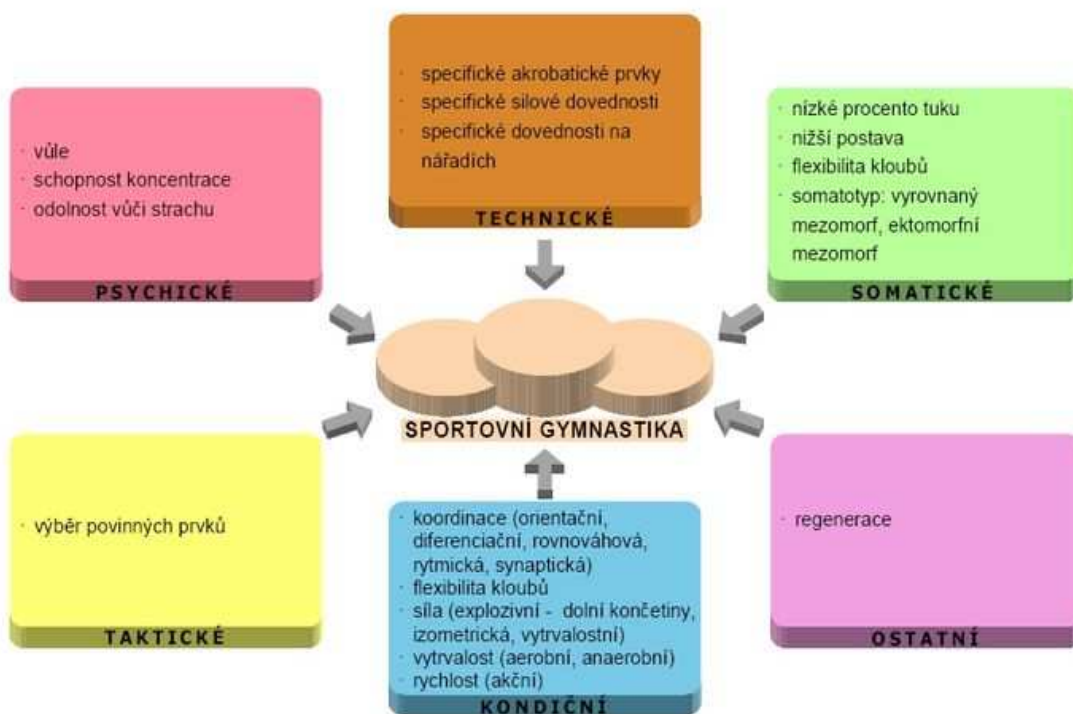
Podle Skopákové et al. (2013):

*„Gymnastiku chápeme jako otevřený systém metodicky uspořádaných pohybových činností esteticko-koordinačního charakteru se zaměřením na tělesný a pohybový rozvoj člověka, na udržení a zlepšování zdraví.“*

I když se všechny směry a druhy gymnastiky navzájem prolínají a ovlivňují, vymezuje se gymnastika do dvou základních skupin podle obsahu a účelu cvičení na gymnastické sporty a druhy gymnastiky (Skopáková et al., 2013).

Sportovní gymnastika je individuálním sportem, na kterém závodníci předvádějí silové a švihové gymnastické prvky na koberci (prostná) nebo na náradích. Sportovní výkon vyžaduje vysokou míru kloubní pohyblivosti, obratnosti a síly (Burke, 2007).

Sportovní výkon ovlivňuje celá řada faktorů, které jsou zobrazeny na obrázku č. 1.



**Obr. 1** Faktory sportovního výkonu pro sportovní gymnastiku (web 4)

### 3.1 Gymnastické disciplíny

Do programu letních olympijských her je Sportovní gymnastika zařazena již od roku 1896. Program žen vznikl o pár let později, a to v roce 1928. Závodníci předvádějí sestavy v délce okolo jedné minuty. Soutěže, jak pro muže, tak i pro ženy, jsou rozděleny do třech základních typů: jednotlivé náradí, víceboj družstev a víceboj jednotlivců (Burke 2007; web 1).

Závod se u mužů člení podle náradí do šesti disciplín (prostná, kůň našíř, kruhy, přeskok, bradla a hrazda) a u žen pak do čtyř (prostná, kladina, přeskok, bradla); (Caine et al., 2013).

*Společné disciplíny pro muže a ženy:*

*Prostná* - cvičí se na odpružené podlaze, kterou pokrývá gymnastický koberec o rozloze 12x12 metrů. Sestavy představují kombinace dynamických (např. přemety, salta, salta s několika násobnými obraty) a silových (např. stojka, kola, rovnováha) akrobatických prvků, které jsou předváděny jednotlivě či intenzivně za sebou.

U prostných, které cvičí ženy, jsou sestavy doprovázeny hudbou a hodnotí se i estetický projev.

*Přeskok* – jedná se o přeskokový stůl, odrazový můstek a žíněnka. Přeskokový stůl je široký 95 cm a dlouhý 120 cm a je připevněn na stojanu, který měří 135 cm. Sestava začíná rozběhem, nepřekročující délku 25 metrů, a pokračuje odrazem z můstku oběma nohama. Poté se závodník odráží rukama od těla stolu a předvádí různé akrobatické prvky, než dopadne na žíněnku za stolem. Hodnotí se především rychlost, výška skoku a celková dynamičnost, stejně tak dopad, vychýlení těla od osy atd.

*Bradla* – u mužů představují dvě rovnoběžné dřevěné tyče ve vodorovné poloze asi 50 cm od sebe. Tyče, dlouhé 350 cm, jsou upevněné na kovovou konstrukci ve výšce 175 cm nad žíněnkou. Sestavy obsahují hlavně švihové prvky pod tyčemi, nad nimi a také kolem nich, často se zde objevují i silové prvky například v podobě stojky.

U žen jsou to také dvě tyče, ale jsou spojené ve výšce 155 cm a 235 cm a jejich vzdálenost lze regulovat dle výšky gymnastky. Gymnastky začínají náskokem z můstku a předvádějí toče a veletoe, letové prvky střídající vyšší a nižší žerd'. Povinnou součástí je závěrečný seskok, v podobě salta. (Burke, 2007; Caine et al., 2013; web 1)

### *Disciplíny pro ženy:*

*Kladina* – patří mezi vyloženě ženskou disciplínu. Tvoří jej břevno dlouhé 500 cm a široké 10 cm, umístěné ve výšce 125 cm nad zemí. Sestavy obsahují skoky, obraty, přemety, kotoule, salta. Udržení rovnováhy je kvůli úzké ploše náčiní velmi náročné.

### *Disciplíny mužské:*

*Kruhy* – jsou doménou gymnastů. Náčiní tvoří dva dřevěné kruhy o průměru 18 cm připojené na lanech dlouhých 3 m, které jsou pevně přichyceny na železné konstrukci. Kruhy visí asi 2,75 m nad zemí. Sestavy obsahují jak švihové prvky (např. výmyky, veletoce, stojka), tak silové výdrže (např. rozpory). Hlavním úkolem závodníka je, že prokazuje kontrolu nad kruhy a snaží se co nejméně houpat.

*Kůň našír* - náradí je vysoké 105 cm a dlouhé 160 cm a má dvě 12 cm vysoká držadla, která jsou od sebe téměř 45 cm vzdálena. Sestava je charakteristická kyvadlovými a točivými pohyby (např. kola, kola s obraty, stříže, stojky), přičemž se využívá všech částí koně. Všechny prvky musí být provedeny švihem a bez přerušení sestavy.

*Hrazda* - ocelová tyč, tlustá 2,5 cm a dlouhá 240 cm, umístěna 255 cm nad zíněnkou. Sestava se skládá ze švihových prvků, z veletočů (vpřed, vzad), z veletočů s obraty, různých letových prvků (salto). (Burke, 2007; Caine et al., 2013; web 1, web 3)

## **3.2 Hodnocení gymnastiky**

Mezi základní sportovní odvětví gymnastiky zařazujeme podle mezinárodního řídícího orgánu pro sportovní gymnastiku (FIG): sportovní gymnastiku, moderní gymnastiku, skoky na trampolíně, sportovní akrobacie, sportovní aerobik, TeamGym (dříve také Euroteam), aerobik fitness družstev, akrobatický rokenrol, fitness jednotlivců, estetická skupinová gymnastika (Křištofič et al., 2009).

Druhy gymnastiky, které nemají soutěžní charakter, dělíme do tří skupin a to: základní gymnastika (účelové aplikace základní gymnastiky), rytmická gymnastika (hudebně-pohybová výchova, tanec atd.) a aerobik, což zobrazuje tabulka č. 1 (Skopáková et al., 2013).

**Tab. 1** Základní sportovní odvětví gymnastiky (Skopáková et al., 2013)

Gymnastika				
Gymnastické druhy			Gymnastické sporty	
Základní gymnastika	Rytmická gymnastika	Aerobik	Olympijské	Neolympijské
prostná	hudebně-pohybová výchova	kondiční (bez náčiní, s náčiním)	Sportovní gymnastika	Sportovní aerobik
pořadová	cvičení bez náčiní	taneční (choreografie)	Moderní gymnastika	Sportovní akrobacie
s náčiním	cvičení s náčiním		Skoky na trampolíně	TeamGym
na nářadí	tanec			Fitness jednotlivců
užitá				Estetická skupinová gymnastika
				Akrobatický rokenrol

Mezinárodní řídicí orgán pro sportovní gymnastiku FIG (Federation Internationale de Gymnastique) spolupracuje s IOC (International Olympic Committee) a v Evropě s organizací UEG (Union Européenne de Gymnastique). Úkolem (FIG, UEG) a národních organizací (ČGF – Česká gymnastická federace, ČSMG – Český svaz moderní gymnastiky, ČOS – Česká obec sokolská, ČASPV – Česká asociace Sport pro všechny) je zabezpečovat, řídit a organizovat gymnastické aktivity, podílet se na vzdělávání trenérů, cvičitelů a rozhodčích a v neposlední řadě propagovat a popularizovat gymnastické sporty a nesoutěžní formy gymnastiky pro veřejnost (Křištofič et al., 2009).

Mezi hlavní závody patří Olympijské hry, Světový šampionát a Světový pohár. V estetických sportech, do kterých gymnastiku zařazujeme, je rozhodování založené na subjektivním hodnocení poroty (Burke, 2007).

Podle platných pravidel je maximum dosažených bodů za výkon ve sportovní gymnastice 20. Na většině nářadí se známka uděluje na základě pozorování 2 skupin rozhodčí. První skupina rozhodčí (D) hodnotí obsah sestavy a výsledná známka je daná součtem hodnot obtížností jednotlivých prvků. Druhá skupina rozhodčí (E) vychází z maximálního počtu 10 bodů a uděluje srážky za technické chyby, které se odečítají. Výsledná známka je součtem známek obou skupin rozhodčích. Pro získání vysokého skóre musí gymnasta předvést náročné sestavy s vysokou přesností a správnou technikou (web 2).

### 3.3 Charakteristika somatotypu gymnastů

Optimální tělesná stavba je důležitým faktorem ovlivňujícím výkonnost ve sportovní gymnastice. Značná podobnost somatotypů gymnastů vrcholové výkonnosti ukazuje hypoteticky na skutečnost, že dlouhodobý trénink utváří určitou morfologickou strukturu (Pavlík, 2003).

Stavbu těla charakterizují jeho rozměry: délka, šířka, obvod atd. Sportem se ovlivňují některé šířkové a obvodové rozměry těla a tím se rozvíjí svalová hmota a redukuje tuková složka. Dále stavbu těla určuje somatotyp, který podle metodiky Sheldona vysvětluje somatotyp jako výsledek vývoje orgánů z jednotlivých zárodečných listů. Jednotlivé komponenty charakterizující somatotyp jsou tak označovány jako endomorfní, mezomorfní a ektomorfní. Nejpoužívanější postup podle Sheldona dále rozšířili Heathová a Carter. Jejich metoda umožňuje určit somatotyp mužů i žen, dospělých i dětí. Jejich škála pak není limitována 7 stupni jako u Sheldona, ale je otevřena pro extrémní somatotypy do vyšších stupňů (v endomorfii až do 14 stupňů), takže počet možných somatotypů je teoreticky neomezený.

Jednotlivé komponenty neboli tělesné typy, se definují přibližně takto:

- první komponenta (endomorfie – "fat") vyjadřuje relativní tloušťku osoby, tedy stupeň tloušťky podkožního tuku (množství depotního – zásobního tuku),
- druhá komponenta (mezomorfie – "muscularity") znázorňuje svalově kosterní rozvoj, množství beztukové hmoty těla vzhledem k tělesné výšce,
- třetí komponenta (ektomorfie – "linearity") charakterizuje relativní línalitu – štíhlost, stupeň podélného rozložení tělesné hmoty (svalové nebo tukové). Stanoví se z výško-hmotnostního indexu dotyčného jedince.

Všechny tři komponenty pak mají spojitost od minimálního do maximálního zastoupení. (Bernaciková et al., 2014; Lehnert et al., 2014; Pavlík, 2003; Vilikus et al., 2012)

V knize *Gymnastika* (Křištofič et al., 2009), je uvedeno, že somatotyp je až z 90 % dědičný, přičemž nejpohyblivější složkou je endomorfní typ. Ve vztahu k motorické výkonnosti mužů lze předpokládat, že čím vyšší je mezomorfní typ, tím lepší jsou somatické předpoklady pro silové projevy. Vysoké hodnoty ektomorfního typu odrážejí výhodné somatické předpoklady k rychlostním a obratnostním výkonům. U žen lze konstatovat, že mají nejvýhodnější somatické předpoklady k pohybové činnosti. V jejich somatotypu je hodnota endomorfního komponenta nižší než hodnota mezomorfní složky.

Na vrchol výkonnosti dosahují elitní gymnasti v časně adolescenci a začátkem dvacátého roku života. Průměrná výška dosahuje 168 cm a váha 66,5 kg, což jsou hodnoty nižší než u jiných špičkových sportovců i oproti průměrné populaci. Gymnasté mají vysoce rozvinuté především svalstvo hrudníku a paží. Z důvodu zatěžování horní části těla se gymnasté vyznačují štíhlými dolními končetinami a užší dolní částí trupu (Pavlík, 2003).

V morfologii gymnastů specializující na jednotlivé náradí najdeme i výrazné odchylky. Například specialisti na prostných jsou nejnižší a zavalití, tudíž inklinují k endomorfnímu mezomorfovi. Oproti nim specialisté na koně jsou spíše ektomorfní mezomorfové vyšší, štíhlí a mají dlouhé končetiny. Gymnasté ale tvoří velmi homogenní soubor umístěný blízko extrémního mezomorfa, který je rozhodující pro výkonnost (Bale et al., 1990; Pavlík, 2003).

V porovnání s jinými špičkovými atletkami jsou gymnastky menšího vzrůstu a také mají nižší hmotnost. Dle somatografu se gymnastky řadí k mezomorf – ektomorfní postavě s hypertrofií svalů v horní části těla. Váží v průměru okolo 50 kg a jejich výška se pohybuje v rozmezí 158 až 164 cm. Procento tělesného tuku dosahuje hodnot 13–16 %. Průměrná populace žen inklinuje spíše k mezomorfní endomorfii v somatografu (Bernacikova et al., 2014; Garay et al. 1974, Vercruyssen, 1984).

Obecně ale můžeme konstatovat, že sportovní gymnasté a gymnastky mají obvykle kratší dolní končetiny, což má za následek níže položené těžiště a tím i lepší stabilitu (web 3).



V laických i odborných kruzích se občas vyskytují názory, že nízká tělesná výška většiny sportovních gymnastů je způsobena nadměrným zatěžováním pohybového aparátu v jejich mladším věku. Podle Sukopa (1997) „*Naopak pravidelné submaximální zatížení v tlaku stimuluje růst kostí do délky a výsledkem je větší tělesná výška, než by měla být vzhledem ke genetickému potenciálu.*“ Podprůměrná tělesná výška u většiny gymnastů je dána především selekcí čili výběrem nižších chlapců/děvčat, u nichž je tato výsledná podprůměrná výška dána geneticky. Potvrzují to ostatně jedinci, kteří se mezi vrcholovými gymnasty vyskytovali a vyskytují i dnes, měřící 175 cm a více (Pavlík, 2003).

V příloze 1 a 2 jsou zobrazeny somatotypy mužů a žen ve sportovní gymnastice a jejich odlišnost od běžné populace příp. jiných odvětvích sportu.

### **3.4 Fyziologie gymnastického výkonu**

Sportovní gymnastika v sobě zahrnuje více disciplín, na rozdíl od jiných sportů. Jak je zmíněno výše muži soutěží v šesti disciplínách, ženy ve čtyřech a v každé z těchto disciplín předvádějí sestavy o submaximální intenzitě zátěže s krátkou dobou trvání od 5 do 90 sekund. Gymnasti musí rozvinout následující technické atributy: schopnost nadobýt výšku, schopnost rotovat, vytvářet točivý moment, přenos momentu hybnosti z jedné části těla na druhou, zvyšování nebo snižování otáčivosti změnou tělesné konfigurace, schopnost kývat se, zohlednit faktory ovlivňující výkyv, zohlednit elasticitu hrazdy a bradel, schopnost dopadnout, rovnováhu a tak dále (Cainne et al., 2013; Prassas et. al., 2006).

Kineziologická neboli pohybová analýza se liší podle jednotlivých disciplín. Gymnastická cvičení jsou velmi různorodá a technicky náročná. Zapojují se svaly celého těla, a proto je nesmírně důležitá jejich vzájemná koordinace. Ve sportovní gymnastice jsou nejvíce zatěžované svaly na kruzích. Cvičení na kruzích vyžaduje sílu horních končetin zejména ve statických polohách (web 3).

Gymnastický výkon závisí na somatických předpokladech, technických, motoricko-funkčních dispozicích, úrovni motorického učení, stupni rozvoje koordinačních a silových schopností, flexibilitě, všeobecné kondici, psychických a dalších faktorů, které jsme si popsali výše na obrázku č. 1 (Havlíčková, 2004).

Z hlediska motorických předpokladů k vysoké výkonnosti je u sportovní gymnastiky považováno za nejdůležitější úroveň koordinačních a silových schopností, doplněná o specifické vytrvalostní a rychlostní schopnosti. Z koordinačních schopností určuje výkon ve sportovní gymnastice flexibilita a rovnovážné, orientační, kinesteticko-diferenciační a rytmické schopnosti. Ze silových dispozic je to síla explozivní, izometrická a částečně vytrvalostní. Gymnastika je charakteristická střídáním dynamické a statické svalové zátěže. Ve statických pozicích, kdy svaly pracují v izometrickém režimu, se rychle vyčerpávají energetické zásoby svalu a dochází k hromadění metabolitů a rychlému nástupu místní únavy. Svaly nemění svou délku, nezkracují se, ale dochází k vytvoření aktinomyozinových můstků, přičemž roste svalové napětí. Při dynamickém pohybu, uskutečněném v neizometrickém (izotonickém) režimu, dochází ke kontrakci a relaxaci, které má za následek prokrvení svalů, a v konečném důsledku se oddálí nástup lokální únavy (Bernaciková et al., 2014; Burke 2007; Cainne et al., 2013).

## 4 Výživa ve sportovní gymnastice

Podle Maughana a Burkeho (2006), většina problémů ve výživě je způsobena nerovnováhou mezi příjmem a výdejem energie. V gymnastice je tělesná hmotnost nejpodstatnější složka ovlivňující jejich sportovní výkon. Vzhledem k tomuto aspektu si gymnasté svou hmotnost pečlivě hlídají a mnohdy jejich energetický příjem nedosahuje energetickému výdeji při tréninku a může tak vést k vážným zraněním.

Je známo, že sportovci potřebují více živin, než nespportující populace. Musí zajistit, aby nedocházelo k vyčerpání zdrojů energie pro svalovou práci a opotřebení svalů, jelikož cvičí v různých intenzitách a intervalech. Čím je výkon náročnější, tím větší je míra závislosti na energetickém příjmu živin (Skolnik a Chernus, 2011).

Následující kapitola se věnuje problematice energetického příjmu a výdeje, složkám potravy a následně shrnuje poznatky do doporučení pro optimální příjem všech živin v dietě gymnastů.

### 4.1 Energetický metabolismus

Každý živý organismus potřebuje ke svému životu energii k zajištění svých základních funkcí. Reakce v organismu zajišťující přeměnu přijaté potravy v energii, se nazývá metabolismus. Existují dva typy metabolických procesů. Katabolické neboli exergonické děje, při kterých se energie uvolňuje a rozkládá látky složité na jednodušší. To znamená, že v důsledku vyčerpání glykogenových rezerv se rozkládají tuky a bílkoviny pro pokrytí energetické potřeby. Postupný rozklad složitějších látek bývá doprovázen získáním energie ve formě adenosintrifosfátu (ATP), který je dále využíván jako zdroj energie pro svalovou kontrakci. Tento proces probíhá při zvýšené tělesné aktivitě a také je nezbytný pro zachování životních funkcí. Na druhé straně jsou anabolické reakce, při nichž dochází ke vzniku složitějších látek z jednodušších za současného spotřebování energie. Dochází k vytváření energetických rezerv a k obnově a novotvorbě tkání. Tyto děje se projevují v situacích, kdy je pohybová aktivita omezena. Katabolismus i anabolismus probíhá neustále v různé intenzitě (Lehnert et al., 2014; web 4).

Podle Dylevského (2000) je důležité, aby energetický příjem a výdej byl pro všechny zdravé osoby v rovnováze. Na metabolismu se podílí, kromě trávicího systému, také soustava vylučovací a dýchací. Trávicí ústrojí má za úkol mechanicky a chemicky zpracovat potravu, čímž usnadňuje další vstřebávání potravy. Rozložené látky se v organismu zužitkují, a to k výstavbě tkání či využití energie při jejich rozkladu. Nadbytečné látky jsou dále uloženy do zásoby nebo vyloučeny ve formě metabolitů resp. toxických látek.

Energetická potřeba organismu je definována jako součet bazálního energetického výdeje (tj. energie potřebná na udržení tělesného systému), termického efektu přijaté stravy (energetický výdej po přijetí potravy) a fyzické aktivity zahrnující energii nutnou ke spontánním pohybům i k plánovanému úkonu, tedy cvičení (Maughan a Burke, 2006). Z dalších faktorů, které uvádí Svačina (2012) je vliv nemocí, kdy úměrně se závažností nemoci stoupají energetické nároky organismu. Můžeme zde zahrnout zvýšenou teplotu, stres, klimatické podmínky atd.

Energetická bilance je měřitelná, tudíž podle mezinárodní měrové soustavy SI, se používají kilojouly (kJ). Dříve se počítalo s jednotkou kilokalorie (kcal), která odpovídá 4,1868 kJ (FAO, 2004).

Bazální energetický výdej (basal energy expenditure – BEE) lze vyjádřit jako nejnižší energetický výdej organismu ráno těsně po probuzení za 12–18 hodin po posledním jídle. Je ovlivněn tělesnou hmotností, výškou, složením, teplotou, věkem a pohlavím. U žen je bazální metabolismus o 10– 15 % nižší oproti mužům srovnatelného věku. Pokud vztáhneme bazální metabolismus na 1 kg tělesné hmotnosti, pak má dospělý muž výdej cca 1kcal (4,2 kJ) na kg na hodinu. Pro výpočet bazálního metabolismu existuje spousta teoretických rovnic, ale v mé práci budu využívat Harris-Benedictovu rovnici (Svačina, 2012).

Pro muže:  $66,5 + (13,8 \times \text{váha v kg}) + (5,0 \times \text{výška v cm}) - (6,8 \times \text{věk v letech}) =$   
kcal/den (\*4,18 = kJ)

Pro ženy:  $655,09 + (9,6 \times \text{váha v kg}) + (1,8 \times \text{výška v cm}) - (4,7 \times \text{věk v letech}) =$   
kcal/den (\*4,18 = kJ); (FAO, 2004).

Klidový energetický výdej (resting energy expenditure – REE) je poměrně široce využíván z toho důvodu, že odráží metabolické nároky organismu v kteroukoli denní dobu. Měření se provádí po 30-ti minutovém klidu na lůžku, minimálně 2 hodiny po jídle v tepelně neutrálním prostředí. K výsledku je nutné připočítat 60–70 %, aby konečná hodnota energie odpovídala energetickým potřebám organismu při běžném fyzickém pohybu. Klidový metabolismus je obvykle o 10 % vyšší než bazální.

Termický efekt potravy je nárůst energetického výdeje, který se projeví po jídle za 60–90 minut. Je dán metabolickými nároky organismu na zpracování potravy a je uváděn v procentech přijaté energie. Při průměrném příjmu se uvádí 10 % energie přijaté potravy. Termický efekt u sacharidů činí 5–10 %, u tuků 0–3 % a u bílkovin 20–30 %. (Svačina, 2012; Vilikus et al., 2012; web 4)

Energetický výdej zvyšuje pohybová aktivita o 30–80 % v závislosti na typu zátěže. I průměrný člověk, který nesportuje a má sedavé zaměstnání, se musí alespoň minimálně pohybovat, aby vykonal běžné denní úkony (hygiena, příprava jídel, nákup, cesta do práce apod.); (Svačina, 2012).

Pro přibližný odhad energetické potřeby jedince během běžné denní aktivity a tréninku se využívá vzorec, kde se vynásobí bazální metabolismus koeficientem fyzické aktivity (FAO, 2004). Obecný přehled pro výpočet teoretického odhadu energetické potřeby zobrazuje tabulka č. 2.

**Tab. 2** Teoretický odhad energetické potřeby jedince (National Academy Of Science, 2005)

<b>BMR x 1,0–1,4</b>	1,0 – zohledňuje sedavý styl života, bez pohybové aktivity 1,4 – představuje cvičení 1–3 dny v týdnu
<b>BMR x 1,4–1,6</b>	1,6 – pohybová aktivita max. 3–5 dní v týdnu
<b>BMR x 1,6–1,9</b>	pravidelný denní trénink – výkonnostní sportovci
<b>BMR x 1,9–2,5</b>	pravidelný vícefázový trénink – vrcholoví sportovci

Rozdělení do čtyř kategorií je orientační a slouží ke snadnější kalkulaci celkového denního energetického výdeje. Je nutné respektovat pracovní, studijní a jiné zatížení kromě pohybové aktivity a dále rozlišovat pohybovou aktivitu s ohledem na intenzitu, délku trvání zatížení a frekvenci zatěžování a podle toho koeficient fyzické aktivity modifikovat (National Academy Of Science, 2005).

Pro sportovní trénink, se kromě výše uvedeného koeficientu fyzické aktivity, využívá metabolického ekvivalentu (dále jen MET), což je koeficient pro klidový metabolismus. Předpokládá se, že v klidu je využita 1 kcal na kilogram tělesné hmotnosti za hodinu. Jestliže se intenzita fyzické zátěže zvýší, zvýší se i úroveň MET, která je u sportu či jiné fyzické aktivitě založena na intenzitě. Například pokud má fyzická aktivita hodnotu MET 5, znamená to, že se spálí pětkrát více kalorií při cvičení, než se spotřebuje v klidu. Prvním krokem je odhadnutí denních energetických nároků bez cvičení (klidový metabolismus). To znamená, že se bazální metabolismus vynásobí faktorem denní aktivity. Dle Skolnikové a Chernusové (2011) jsou hodnoty denní aktivity následující: „... celodenní sezení má hodnotu MET 1,2; spousta popocházení a ne tolik sezení má hodnotu MET 1,3; a pro fyzicky náročnou denní aktivitu, jako je např. práce konstruktéra, bude hodnota MET vyšší, a sice kolem 1,5.“ Poté se spočítá hodnota celkového kalorického výdeje během tréninku s využitím MET hodnoty vynásobenou hmotností v kilogramech a počtem hodin určité aktivity. Pro sportovní gymnastiku je uvedena hodnota MET 4. Pro přesnější odhad energetické potřeby je důležitý čas, s kterým počítáme při 24hodinovém klidovém metabolismu, který by měl být odečten od celkové doby cvičení. Pokud by trénink trval dvě hodiny a tento energetický výdej by se připočetl k celkovému, výsledek by se rovnal 26hodinovému metabolismu. Proto se za každou hodinu tréninku odečte 1 MET, což je hmotnost dané osoby vynásobená dvěma. Výsledek nám udává klidové kalorie, které následně odečteme od celkového kalorického výdeje z předchozího kroku. Nakonec získané čisté kalorie spálené při tréninku sečteme s klidovým metabolismem, čímž dostaneme celkový energetický příjem, který uhradí sportovcovi potřeby za den (FAO, 2004; Skolnik a Chernus 2011; Vilikus et al., 2012).

Zmíněné metody se používají pro teoretický odhad sportovcovy potřeby energie pro specifitější posouzení energetické náročnosti daného pohybového výkonu a úrovně trénovanosti jedince se používají laboratorní metody (např. bicyklový ergometr, běžecký pás atd.), které sledují kardiorespirační parametry, srdeční frekvenci (SF), maximální příjem kyslíku ( $VO_2$  max) a koncentraci krevní laktátu ( $L_{MAX}$ ); (Lehnert et al., 2014).

Celkový objem tréninku zvyšuje energetické nároky na rozdíl od běžného života a u některých jedinců může toto navýšení znamenat až 50 % celkového denního příjmu energie. U tréninkového programu ovlivňují celkové energetické nároky tři základní parametry: intenzita, délka trvání a frekvence (Burke, 2007; Berdanier et al., 2014).

Podle Manoreho et al. (2007), jsou energetické požadavky na pokrytí denních tréninkových potřeb u mužů a žen trénujících přibližně 90 minut za den, 45–50 kcal/kg (v přepočtu na kJ 189–210 kJ/kg). V knize od Skolnikové a Chernusové (2011) se doporučuje pro gymnastiku, aby celkový příjem energie z makroživin byl rozložený následovně: 60–65 % sacharidů, 20–25 % tuků, 15 % proteinů.

Na základě těchto výpočtů by se gymnasti měli snažit vyvážit příjem a výdej energie. Ve studiích od Fogelholma et al. (1995), Jonnalagadda et al. (1998), Lindholma et al. (1995) a Weimann et al. (2000) se potvrdil rozdíl v příjmu energie mezi gymnasty v závislosti na pohlaví. Autoři se shodují, že nedostatečný příjem energie může mít vliv na růst a opožděný nástup do puberty. Současně je nedostatečný příjem energie spojený s nedostatkem živin – vitaminy, minerály. Zmíněné problémy s příjmem energie se týkají gymnastek a jejich postoji k životnímu stylu stravování (Berdanier et al., 2014).

## **4.2 Energetická potřeba pro svalovou práci**

Svaly se mohou do jisté míry adaptovat a vytrénovat tak, aby splňovaly měnící se nároky při trénincích a soutěžích. K tomu slouží různé metabolické pochody (Maughan a Burke, 2006).

Ke spalování a produkci energie z přijaté stravy se využívají dva hlavní metabolické systémy: aerobní (k procesu je zapotřebí kyslík) a anaerobní (k svalové práci není zapotřebí kyslík). Obecně lze konstatovat, že při svalové kontrakci dochází k přeměně energie chemické (rozklad makroergních fosfátových vazeb adenosintrifosfátu [ATP] a obnova ATP pomocí kreatin fosfátu [CP]) na energii mechanickou, jejichž výsledkem je tělesný pohyb. Kromě toho dochází při svalové kontrakci ke vzniku tepla, kterého se při nadbytku (hypertermii) organismus zbavuje různými mechanismy jako například pocením (Lehnert et al., 2014).

Při anaerobním systému, za podmínek maximální práce, dochází ihned při začátku zatížení ke štěpení ATP a jeho rychlé resyntéze pomocí CP a rozvoji glykolýzy, což je přeměna glykogenu na glukózu, přičemž její intenzita vrcholí okolo 5. sekundy. Zhruba po dalších 10 až 15 sekundách si udržuje anaerobní glykolýza vysoký podíl tvorby ATP, ale s časem se její význam snižuje a zvyšuje se hladina laktátu (kyseliny mléčné) v krvi jako jeho meziprojektu vznikající při přeměně glukózy za nepřítomnosti kyslíku. Při pokračujícím maximálním výkonu trvajícím déle než 60 až 75 sekund (plavání na 200 m, sprint na 800 m) přebírá dominantní postavení v produkci ATP aerobní fosforylace. Aerobního metabolismu, představuje nejpomalejší, ale nejefektivnější způsob získání ATP, který se uplatňuje při nižších intenzitách zatížení nebo při déletrvajících vytrvalostních výkonech. V gymnastice se jej využívá v období tréninků. Zatímco anaerobně se ATP tvořilo v cytoplazmě, vznik ATP prostřednictvím aerobní fosforylace (za přístupu kyslíku) se odehrává v mitochondrii. Aerobním způsobem je možno metabolizovat sacharidy (glykogen + glukóza), lipidy ve formě volných mastných kyselin (VMK) pomocí  $\beta$ -oxidace a ve výjimečných situacích i proteiny, respektive aminokyseliny v procesu glukoneogeneze. Zjednodušeně řečeno, primárním úkolem kyslíku je oxidace vodíkového kationtu v mitochondrii za vzniku vody. Během aerobního metabolismu sacharidů a lipidů dojde k jejich kompletní oxidaci za vzniku vody, oxidu uhličitého a odlišného množství energie ve formě ATP. Oxid uhličitý, jako odpadní látka aerobních procesů, vzniká v důsledku činnosti enzymů dekarboxyláz, které se nacházejí v Krebsově cyklu (Lehnert et al., 2014; Skolnik a Chernus 2011; Vilikus et al., 2012).

Míra využívání sacharidů oxidativní fosforylací na jedné straně a lipidů  $\beta$ -oxidací na straně druhé závisí na intenzitě zátěže, která při dlouhodobém výkonu může značně kolísat (Lehnert et al., 2014).

Ve sportovní gymnastice převažuje anaerobní způsob získávání energie. Anaerobní glykolýza a kreatin-fosfátový systém jsou nejdůležitější při sestavách na nářadí a všeobecně činnostech s krátkou dobou trvání (např. přeskok, bradla, hrazda – 30 s). Aerobní produkce energie má nejvýznamnější úlohu při delších sestavách na prostných (Burke, 2007). Časová náročnost jednotlivých disciplín je uvedena v tabulce č. 3.



**Tab. 3** Průměrné délky sestav při jednotlivých disciplínách ve sportovní gymnastice  
(Burke, 2007)

<b>Ženy</b>		<b>Muži</b>	
<b>Náčiní</b>	<b>Čas (s)</b>	<b>Náčiní</b>	<b>Čas (s)</b>
Prostná	60-90	Prostná	50-70
Přeskok	6-8	Přeskok	6-8
Bradla <sup>a</sup>	20-30	Bradla	20-30
Kladina	70-90	Hrazda	25-40
		Kruhy	30-40
		Kůň <sup>b</sup>	20-30

a – bradla o nestejně výši žerdi, b – kůň s držadly

## 5 Složky výživy

Živiny jsou organické látky sloužící k výstavbě a obnově organismu a jako zdroj energie (Mandelová et al., 2013). Aby mohla potrava poskytnout organismu živiny a energii, musí být strávena a metabolizována (rozložena do menších částíček). Ze stravy získáváme, kromě základních makroživin, sacharidů, proteinů a lipidů, také mikroživiny. Mezi ně patří vitaminy, minerální látky a fytonutrienty (fytochemikálie) a voda. Vytvářejí tak společně složky potravy (Burnichová, 2009).

Makroživiny jsou nositeli energie. Oxidací těchto živin se získá z 1 g sacharidů, stejně jako z 1 g bílkovin 17 kJ a z 1 g tuků se zvýší energie o 37 kJ. Ideální příjem živin pro zdravé stravování by měl být v následujícím přibližném poměru energií: proteiny 15 %, tuky do 30 % a sacharidy 55 % pro průměrného jedince (Svačina, 2008).

V následující kapitole si objasníme jak je to s potřebou makroživin a jaký poměr energií se využívá ve sportovní gymnastice pro maximální výkon.

### 5.1 Sacharidy

Sacharidy (glycidy) jsou složeny z atomů uhlíku, vodíku a kyslíku. Tyto atomy tvoří základní cukernou jednotku neboli monosacharidy. Mezi významné monosacharidy patří: glukóza (hroznový cukr), fruktóza (ovocný cukr) a galaktóza (základ mléčného cukru). Nejčastěji se vyskytujícími monosacharidy jsou glukóza a fruktóza. Ve velkém množství jsou zastoupeny především v ovoci, zelenině a také v medu. Jejich obsah kolísá podle zralosti a druhu ovoce. Monosacharidy přijaté v potravě se vstřebávají v tenkém střevě, odtud se dostávají do jater, kde jsou metabolizovány na glukózu. Ta je následně buď oxidována (za vzniku oxidu uhličitého, vody a energie), nebo je skladována ve formě glykogenu v játrech nebo ve svalích. Zásoby glykogenu jsou tvořeny dlouhými polysacharidovými řetězci. U nesportovců činí zásoba svalového glykogenu asi 250–300 g, zatímco u trénovaných sportovců, resp. i sportovních gymnastů, je to 400–700 g. Tento fakt je dán adaptabilitou svalových buněk na výrazné kolísání glykogenu. Zásoby glykogenu ve svalu jsou trénovaností jedince zvýšeny z důvodu zajištění energie pro svalovou práci, čímž dochází k oddálení únavy. Daný jedinec může tedy prodloužit dobu, intenzitu a zátěž tréninku (Vilikus et al., 2012).

Jelikož ve svazech chybí enzym glukozo-6-fosfatáza, je laktát, vzniklý po odbourání svalového glykogenu, vyplaven do krve a následně do jater, kde proběhne glukoneogeneze. Vzniklá glukóza se vrací do svalu, kde se buď ukládá ve formě glykogenu, nebo se přímo metabolizuje. Úlohou jaterního glykogenu je udržování koncentrace glukózy v krvi, a tedy i zajištění konstantního přísunu glukózy do tkání, zejména do mozku v množství 140 g glukózy/den (Komprda, 2003; Skolnik a Chernus, 2011).

Spojením dvou monosacharidů vznikají disacharidy. Mezi nejvýznamnější disacharidy patří sacharóza (třtinový a řepný cukr) složená spojením glukózy a fruktózy. Dále maltóza (sladový cukr) obsahující dvě glukózy, a laktóza (mléčný cukr) vzniklá sloučením glukózy a galaktózy. Při nedostatečné produkci hormonu  $\beta$ -galaktosidázy v organismu, není laktóza dostatečně štěpena a vzniká takzvaná laktózová intolerance. Disacharidy spolu s monosacharidy tvoří jednoduché cukry (Komprda, 2003; Svačina, 2008).

Do skupiny složených cukrů patří polysacharidy neboli komplexní cukry. Vytváří dlouhé řetězce monosacharidů, které se podle schopnosti být štěpeny dělí na tzv. využitelné (stravitelné) a nevyužitelné (nestravitelné). Do skupiny stravitelných polysacharidů patří sacharidy škrobové povahy. Získáváme z nich energii, protože se dále štěpí na oligosacharidy a monosacharidy. Vyskytují se v obilovinách a jejich produktech (pšeničná mouka, chléb, rýže, kukuřice, oves), bramborách, luštěninách a zelenině. Druhou skupinou polysacharidů jsou nestravitelné polysacharidy rostlinného původu, souhrnně označované jako vláknina. Jsou odolné vůči štěpení trávicích šťáv. Podle účinku rozdělujeme vlákninu na rozpustnou (pektin, inulin, některé hemicelulózy, rostlinné slizy, gummy, rezistentní škroby, fruktooligosacharidy – v ovoci, ovsu, sladu, luštěninách, bramborách) a nerozpustnou (lignin, celulóza, některé hemicelulózy – v zelenině, otrubách a v celozrnných výrobcích); (Berdanier et al., 2014).

Vláknina svým nestravitelným objemem a svou bobtnavostí zvětšuje objem tráveniny, čímž urychluje prostup tlustým střevem a působí proti chronické zácpě a dalším onemocněním trávicího traktu. Dále vláknina zpomaluje vstřebávání sacharidů a snižuje tak jejich glykemický index (zkratka GI). Váže na sebe žlučové kyseliny a brání jejich vstřebávání, což vede k poklesu LDL-cholesterolu, který je příčinou kornatění tepen neboli aterosklerózy. Zlepšuje aktivitu střevní mikroflóry a zabraňuje hnilobným procesům ve střevě. Doporučená denní dávka pro dospělé populaci je množství 30–40 g vlákniny. Z důvodu vyššího příjmu vlákniny se v organismu vytvoří více enzymů a zdravých bakterií, které kompletně rozloží všechny sacharidy a tím sníží negativní důsledek konzumace stravy s vysokým obsahem vlákniny, tedy plynatost (Komprda, 2003; Berdanier et al., 2014; Svačina, 2008).

Výše uvedený glykemický index nám udává rychlost využití glukózy tělem z určité potraviny, kdy glukóza je rovna 100. Po požití potravin s GI vyšším jak 70 (např. banány zralé – 73) stoupá hladina krevního cukru velmi rychle, po potravinách s GI nižším než 55 (např. grapefruit – 25, banány málo zralé – 55) naopak stoupá glykemie relativně pomalu. Obecně platí, že glykemický index potraviny zvyšuje: vyšší obsah monosacharidů ve stravě, její tepelné zpracování, dlouhá doba skladování (dozrávání) a vyšší teplota stravy při její konzumaci. Naopak GI snižuje: krátká doba skladování, obsah polysacharidů (škrobů) a hrubé vlákniny, syrový stav a konzumace potraviny za studena (Fořt, 2002; Vilikus et al., 2012).

Sacharidy obsahují ve svém vzorci kyslík, proto v porovnání s tuky či bílkovinami nemusí být při jejich metabolismu dýcháním dodáváno tak velké množství kyslíku. To je jeden z důvodů, proč se sacharidy podílí na krytí energetického výdeje při vysoce intenzivních výkonech anaerobní povahy, tedy i ve sportovní gymnastice, jako rychlý zdroj energie. Další výhodou sacharidů je jejich rychlost uvolňování energie, která je vyšší než u tuků či bílkovin (Konopka, 2004).

Podle Skolnikové a Chernusové (2011) je uvedeno, že energetický poměr sacharidů pro gymnastiku má být 60–65 % z celkové energie. Pokud bychom chtěli sacharidy vztáhnout na tělesnou hmotnost, tak by hodnota činila 5–8 g/kg.

## 5.2 Lipidy

Další hlavní složkou potravy jsou lipidy neboli tuky, kterým se některé gymnastky ve stravě vyhýbají ze strachu, že jejich příjem povede k hmotnostnímu přírůstku. Přestože tuky obsahují nejvíce energie, která činí 38 kJ na gram tuku, tak jsou pro udržení sportovcovy zdraví žádoucí. Lipidy zastávají v těle řadu důležitých funkcí. Jsou součástí buněčných membrán, nervových obalů, chrání a izolují orgány. Dále jsou lipidy potřebné pro produkci hormonů, jako je estrogen a testosteron. Při jeho nízkém příjmu se může nepřímo ovlivnit výkon, tím že brzdí tvorbu testosteronu, a tudíž budování svalové hmoty a rozvoj síly. Pokud je příjem energie dlouhodobě nízký než výdej ve snaze udržovat nižší úroveň tělesného tuku, může se tělo přizpůsobit tak, že se zpomalí metabolismus. Umožňují vstřebávání vitamínů (A, D, E a K) a slouží jako energetická rezerva při zvýšené spotřebě živin a hladovění. Lipidy se převážně ukládají do tukových zásob ve formě tukových buněk – adipocytů. Tukových rezerv využívají spíše vytrvalci při déletrvajících aerobních aktivitách. Tuk by měly ve stravě tvořit 25–30 % přijaté energie (Jansa a Dovalil, 2009; Mandelová et al., 2013).

Lipidy obsažené v potravinách jsou přítomny převážně jako tzv. homolipidy tvořené triacylglyceroly a mastnými kyselinami. Významnou roli u tuků hraje jejich kvalita, která je dána obsahem mastných kyselin. Přítomnost mastných kyselin v řetězci udává chemické, fyzikální a biologické vlastnosti tuku. Mastné kyseliny rozdělujeme na nasycené a nenasycené.

Nasycené mastné kyseliny nemají v molekule dvojnou vazbu. Ve stravě jsou zastoupeny především kyselinou palmitovou a kyselinou stearovou. Za pokojové teploty bývají tužší, pevnější a nalézají se v prorostlých plátcích masa hovězího, jehněčího, skopového, vepřového i v drůbežím mase (kachní, kačení atd.). Dále se nachází v másle, smetaně, plnotučném i polotučném mléce, sýrech a v plnotučných jogurtech. Nasycené mastné kyseliny se vyskytují i v kokosovém a palmojádrovém oleji. Jejich vysoký příjem zvyšuje riziko zánětů a kardiovaskulárních chorob v důsledku ukládání cholesterolu na stěnu cév. (Skolnik a Chernus, 2011; Svačina et al., 2012)

Mononenasycené mastné kyseliny obsahují v molekule jednu dvojnou vazbu. Nacházejí se například v olivovém oleji, ve většině ořechů, v avokádu a jsou ve stravě zastoupeny především kyselinou olejovou. Někdy bývají označovány jako omega-9 mastné kyseliny (Vilikus et al., 2012).

Polynenasycené mastné kyseliny zahrnují ve svém vzorci více než jednu dvojnou vazbu. Nejdůležitější pro lidský organismus jsou omega-6 a omega-3 mastné kyseliny. Název je odvozen od polohy první dvojně vazby, která se nachází na 6. (omega-6) a 3. (omega-3) uhlíkovém atomu ve směru od methylového konce (uhlík omega) molekuly mastné kyseliny. Lidský organismus si je neumí vytvořit, proto je musí získávat z potravy, a proto jsou tyto mastné kyseliny označovány jako esenciální (McMurry, 2015).

Omega-6 mastné kyseliny jsou zastoupeny zejména kyselinou linolovou a kyselinou arachidonovou. Esenciální kyselina linolová se nachází ve slunečnicovém, sezamovém, světlicovém, kukuřičném, sojovém a bavlníkovém oleji. Kyselina arachidonová je obsažena ve vnitřnostech, vaječných žloutcích, tučných červených masech a uzeninách.

Do omega-3 mastných kyselin patří esenciální kyselina  $\alpha$ -linolenová, která se vyskytuje v semenech rostlin a ořechách. Dále do této kategorie řadíme kyselinu eikosapentaenovou a dokosahexaenovou, obě se nachází v mořských rybách a živočiších, a kyselina dihomogamma-linolenová (pupalkový olej, černý rybíz). Esenciální tuky kyselina linolová a kyselina  $\alpha$ -linolenová jsou vyžadovány k tvorbě látek podobným hormonům zvaných eikosanoidy, kterým se také říká tkáňové hormony. Mají vliv na krevní tlak, imunitu, zánětlivost a na kontrakci hladké svaloviny. Z tohoto důvodu je podstatný jejich poměr ve stravě, který by měl být menší než 5:1 ideálně blízký se 1:1. To znamená, že je třeba zařadit do stravy dvakrát týdně mořské ryby, zvýšit příjem řepkového oleje (místo slunečnicového), jíst více ořechů a listové zeleniny (Svačina, 2008).

Další látkou spjatou s lipidy a velmi často diskutovanou v souvislosti se zdravou výživou je cholesterol. Nachází se v potravinách živočišného původu (nejvíce ve vnitřnostech, ve vaječných žloutcích, v másle a mléčném tuku). Je výchozí sloučeninou při tvorbě žlučových kyselin, steroidních hormonů, vitamínu D a je součástí membrán všech buněk. Naše tělo si dokáže většinu cholesterolu syntetizovat. Zdravotní riziko nastává při produkci jeho nadbytku. Maximální doporučený příjem cholesterolu u nesportující populace by neměl překračovat 300 mg denně. Riziko zvýšené hladiny celkového cholesterolu v krvi (nad 5,00 mmol/l) je velmi často spjato s ukončením sportovní kariéry (Vilikus et al., 2012; Svačina, 2008).

Tuk je nerozpustný ve vodě z tohoto důvodu, jelikož naše tělo tvoří více jak 50 % voda, je trávení tuků komplikovanější než u ostatních živin. V trávicím traktu se triacylglyceroly, obsažené v potravě, rozloží na jednotlivé mastné kyseliny. Aby se mohly volné mastné kyseliny dopravit z krve na určité místo, musí se navázat na určité molekuly, které se nazývají chylomikrony. Chylomikrony jsou lipoproteinové částice vznikající v tenkém střevě, kde vstupují do lymfatického systému a následně se lymfou vlévají do krve. Krví se dostávají přímo do svalů nebo do adipocytů, kde uvolňují mastné kyseliny. Přijaté tuky nejsou okamžitě k dispozici jako zdroj energie během cvičení. Trávení tuků je pomalý proces. Než se mastné kyseliny dostanou do svalu a převedou se na energii, několikrát se rozloží na triglyceridy a pak se opět složí zpátky.

Tuk vyžaduje přítomnost kyslíku, aby mohl projít jednotlivými stádii metabolismu vedoucí k tvorbě adenosintrifosfátu, což je nejrychlejší zdroj energie pro svaly. Tuk je spalován jedině během aerobního metabolismu nebo při čemkoli jiném, co trvá déle jak tři minuty. Při silové a anaerobní činnosti se tuk nespaluje. Energie pro pracující svaly pochází z tuku uloženého ve svalech (IMT – intramuskulární tuk), z mastných kyselin, které jsou uvolňovány z adipocytů a odcestují ke svalům, nebo z chylomikronů.

Při poklesu obsahu glykogenu ve svalech, při dlouhotrvající zátěži zejména při trénincích, se využívají oxidované volné mastné kyseliny pro udržování energie. Hlavní úlohu v procesu oxidace tuků mají katecholaminy (epinefrin, norepinefrin), spolu s růstovým hormonem a glukagonem, kteří stimulují lipolýzu – rozklad tuků. Tyto hormony aktivují enzymy potřebné ke štěpení triacylglycerolů, které jsou uloženy ve svalech či v tukové tkáni. (Maughan a Burke, 2006; Campbell, 2014; Skolnik a Chernus, 2011)

Uvolněné mastné kyseliny, musí být aktivovány koenzymem A a poté jsou dopraveny do mitochondrií prostřednictvím karnitinu. Ve chvíli, kdy se ocitnou mastné kyseliny v mitochondriích karnitin se vrací zpět do cytoplazmy a mastná kyselina se zase spojí s koenzymem A a proběhne vlastní  $\beta$ -oxidace. Opakováním tohoto procesu se zkracuje řetězec mastné kyseliny vždy o dva uhlíky za vzniku jedné molekuly acetyl-CoA. Vznikne tak postupně celkem 8 molekul acetyl-CoA, který se pak energeticky využije v Krebsově cyklu a dýchacím řetězci. Energetický výtěžek z jednoho cyklu  $\beta$ -oxidace je 17 molekul ATP. Ve srovnání s anaerobní glykolýzou, jejichž energetický výtěžek jsou 2 molekuly ATP je energie z  $\beta$ -oxidace vyšší, ale s oxidativní fosforylací asi poloviční – 38 molekul ATP (Gropper a Smith, 2012; Vilikus et al., 2012).

Lipidy a sacharidy se vždy oxidují jako směs a převaha jednoho makroprvku závisí na různých faktorech: intenzitě a délce trvání zátěže. Čím vyšší je trénovanost, tím je glykogen více šetřen jako zdroj energie, tím více jsou spalovány tuky, tím více narůstá schopnost organismus oddálit únavu a vyčerpání. Zásoby tuku v těle u běžné populace je u žen do 30 % a u mužů do 20 %, ale u gymnastů pouze 4–8 % tělesné hmotnosti a u gymnastek 13–16 %. Problém spočívá v tom, že organismus nemá dostatečnou metabolickou kapacitu (dostatek enzymů a koenzymů) k jejich energetickému využití ( $\beta$ -oxidaci) ani k jejich přeměně (glukoneogenezi); (Benardot, 2000; Pavlík, 2003).

Podle Skolnikové a Chernusové (2011) je uvedeno, že energetický poměr lipidů pro gymnastiku má být 20–25 % z celkové energie. Pro gymnasty je prioritní příjem sacharidů a proteinů na základě typu aktivity a estetického vzhledu, ale kvůli dobrému zdraví i výkonu je nezbytné zachovat alespoň minimální příjem tuku nejméně 1 g/kg hmotnosti, tedy příjem tuků by neměl být nižší než 15–20 % z celkově přijaté energie (Caine et al., 2013).



### 5.3 Bílkoviny

Bílkoviny (proteiny) patří mezi biologické makromolekuly složené z polypeptidových řetězců spojených peptidovou vazbou. Bílkoviny mají především stavební funkce. Jsou odpovědné za obnovu a růst svalové tkáně. Také se podílí na ochranných, transportních, skladovacích, řídicích a regulačních funkcích. Všechny proteiny se skládají z aminokyselin. Jejich stavebními kameny jsou uhlík, vodík, kyslík, dusík a občas i síra. Aminokyseliny se nazývají proto, že na jednom konci obsahují aminovou skupinu, která obsahuje dusík, a na druhém je karboxylová „kyselá“ skupina. Po celý den v těle dochází k trvalému obratu bílkovin se současně probíhajícím odbouráváním i syntézou a se stálou výměnou aminokyselin mezi různými zásobními formami bílkovin. V přírodě existuje 20 základních aminokyselin (21, pokud je započten i selenocystein), které se různě kombinují. Pro člověka jich je 9 esenciálních, které musí přijímat potravou a zbylých 11 si tělo umí vytvořit samo, což zobrazuje tabulka č. 9. Tři esenciální aminokyseliny (valin, leucin a izoleucin) mají postranní řetězce, z tohoto důvodu se nazývají větvené aminokyseliny (BCAA). Na rozdíl od většiny aminokyselin, které jsou metabolizovány v játrech, mohou sloužit větvené aminokyseliny, bez potřeby zpracování v játrech, jako zdroj energie pro sval v době aktivity nebo na výstavbu svalové tkáně (Dylevský 2000; McMurry, 2015).

Rozkladný proces neboli katabolismus většiny aminokyselin začíná odstraněním  $\alpha$ -aminoskupiny nejčastěji procesem transaminace nebo deaminace. Deaminací glutamátu v játrech se uvolňuje amoniak, který je pro buňky toxický. Amoniak se v játrech sloučí s kyselinou uhličitou za vzniku močoviny, která je hlavním odpadním produktem metabolismu bílkovin, a je vylučována močí. Zbylý uhlíkatý řetězec může po deaminaci vstupovat do citrátového cyklu, kde se z něj syntetizují sacharidy nebo lipidy, nebo se odbourává až na oxid uhličitý za současně syntézy ATP (Maughan a Burke, 2006; McMurry, 2015; National Academy of Science, 2005).

**Tab. 4** Přehled aminokyselin z hlediska potřeb organismu (National Academy of Science, 2005)

<b>Podmínečně esenciální AMK*</b>	<b>prekurzory podmínečně esenciálních AMK</b>	<b>Plně neesenciální AMK</b>	<b>Výhradně esenciální AMK</b>
cystein	← metionin, serin	alanin	valin
tyrozin	← fenylalanin	serin	leucin
arginin	← glutamin/kyselina glutamová, kyselina asparagová	kyselina aspartová asparagin	izoleucin
prolin	← kyselina glutamová		fenylalanin
histidin	← adenin, glutamin		lyzin
glycin	← serin, cholin		metionin
kyselina glutamová			tryptofan
glutamin			
taurin			treonin

I když mají stejný energetický obsah jako sacharidy (17 kJ na kg tělesné hmotnosti), jejich využití jako zdroje energie je zcela nevhodné. Proteiny se na rozdíl od sacharidů a lipidů neukládají do zásob, proto v organismu probíhá jejich neustálá obnova a degradace. Metabolismus bílkovin se sleduje prostřednictvím dusíkové bilance, což je rozdíl mezi hmotností dusíku přijatého do organismu potravou ve formě proteinů nebo aminokyselin a hmotností dusíku vyloučeného z těla ven. U zdravého jedince je dusíková bilance vyrovnaná. Pokud je příjem dusíku vyšší než jeho ztráty, jedná se o pozitivní dusíkatou bilanci charakteristickou pro rostoucí organismus nebo období rekonvalescence. Jedná-li se o negativní dusíkovou bilanci je výdej vyšší než jeho příjem a je většinou spojena s vážnými poruchami funkcí organismu (Burnichová, 2009; Grófová, 2007; Komprda, 2003).

Vzhledem k tomu, že bílkoviny jsou v potravě provázeny tukem, vede snaha, převážně gymnastek, o eliminaci tuku často k podstatnému omezení bílkovin. Pokud je příjem bílkovin potravou nedostatečný, může jejich zvýšené odbourávání při fyzickém výkonu narušit zotavení svalů, zmenšit jejich velikost a výkonnost a postupem času zřejmě i závažně poškodit zdraví (Manore et al., 2007; Burke, 2007).

V obraně proti záporné dusíkové bilanci jsou nejdůležitějším krokem dostatečné zásoby glykogenů. Tělo v tomto případě nemá důvod využívat bílkovinu jako zdroj energie. Pro regeneraci a růst svalové tkáně pomocí výrazné kladné dusíkové bilance, je nezbytné zabezpečit dostatek kvalitní bílkoviny (Skolník a Chernus, 2011).

*„Zásoby aminokyselin vytvářejí svalové bílkoviny, méně jaterní bílkoviny a bílkoviny krve. Aminokyseliny konzumované v nadbytku se neskladují, resp. se mohou uložit do svalů při cvičení (Svačina et al., 2012).“*

Určující faktor pro kvalitu proteinů v potravinách je poměr esenciálních a neesenciálních aminokyselin v nich obsažených. Čím více se tento poměr přibližuje fyziologickým potřebám člověka, tím je bílkovina hodnotnější. Za nejhodnotnější bílkovinu je považována vaječná, někdy používaná jako referenční protein z důvodu obsahu všech esenciálních aminokyselin. Bílkoviny z hlediska lidské výživy rozdělujeme podle původu na živočišné a rostlinné, kdy živočišné mají vyšší obsah a většinou zastoupení všech esenciálních aminokyselin. Proto jsou také nazývány plnohodnotné bílkoviny. Nevýhodou živočišných bílkovin je vysoký obsah tuku a cholesterolu přijímaných ve stravě zároveň s bílkovinou. Hlavními zdroji plnohodnotných bílkovin je vejce, mléko, mléčné výrobky a maso rybí, červené a drůbeží (Burnichová, 2009).

Rostlinné zdroje bílkovin se od živočišných liší tím, že jim chybí jedna či více esenciálních aminokyselin, také se nazývají limitní – neplnohodnotné, z toho důvodu je nutná jejich kombinace. Obiloviny mají například málo isoleucinu a lysinu. Luštěniny jsou chudé na metionin, cystein a tryptofan. Výjimky v rostlinných zdrojích bílkovin s plným spektrem esenciálních aminokyselin jsou sója, quinoa, chia semínka nebo konopné semínko (Pirie, 2012).

Bílkoviny by měly pokrýt zhruba 10–15 % denního příjmu energie pro nesportující populaci. Celková hodnota bílkovin přijaté stravou se udává v gramech na kilogram ideální tělesné hmotnosti. Mění se v závislosti na úrovni sportovní aktivity, biologické hodnotě bílkovin ve stravě, věku a pohlaví. Doplnění bílkovin je důležité pro obnovu a zesílení poškozených svalů po tréninku či soutěži a zároveň jsou důležitými živinami pro růst dospívajících jedinců. Energetický poměr proteinů pro gymnastiku má být 15–20 % z celkové energie. Pokud bychom chtěli bílkoviny vztáhnout na tělesnou hmotnost, tak by hodnota činila 1,2–1,8 g/kg. Čím více je přijímáno bílkovin, tím více je třeba dodržovat pitný režim, aby se rozložené aminokyseliny a dusík mohli vyloučit z těla močí (Berdanier et al., 2014; Skolník a Chernus, 2011; Manore et al., 2007).

### 5.3.1 Kloubní výživa

Další látky bílkovinné povahy, které jsou vhodné jako suplementace ve sportovní gymnastice, jsou kolagenové sulfáty potřebné v důsledku častého přetížení kloubů. Patří zde glukosamin-sulfát a chondroitin-sulfát. Glukosamin-sulfát je podstatnou součástí kolagenu a chondroitin-sulfát je základním stavebním kamenem chrupavek. Obě tyto látky jsou významné pro urychlení regenerace pojivových tkání (Vilikus et al., 2012). Chondroitin-sulfát a glukosamin sulfát patří do skupiny s názvem chondroprotektiva alias SYSADOA – Symptomatic Slow Acting Drog of Arthritis. Dále se zde zařazuje kyselina hyaluronová a v posledních letech se do této skupiny řadí i léky obsahující výtažek z rebarbory (diacerhein) a výtažek z avokádového a sójového oleje, které rovněž stimulují syntézu kolagenu a proteoglykanů a působí protizánětlivě. Doplnky stravy obsahují kromě glukosamin-sulfátu a chondroitin-sulfátu ještě i kolagenní peptidy, vitaminy, minerály a další minoritní složky působící příznivě na pohybový aparát, jako jsou např. bylinné výtažky. SYSADOA umožňuje obnovu struktur mezibuněčné hmoty a postupné navození rovnovážného stavu, ale jen za předpokladu, že chrupavka není dosud ve vysokém stupni destrukce. U sportovců a zvláště ve sportovní gymnastice je preventivní užívání těchto látek doporučované. Typický je pro ně pomalý nástup účinku, který se projevuje až po 4–6 týdnech pravidelného užívání. Na rozdíl od analgetik a nesteroidních antiflogistik je tento účinek opožděný. Po vysazení léčby však tento účinek obvykle přetrvává další 2 měsíce. Proto je možné po minimálně 2 měsících užívání udělat 2–3 měsíční přestávku a po této době kúru znovu opakovat (Richter, 2014; Mach, 2012, web 6).

*Chondroitin-sulfát (CHS)* je proteoglykan, přesněji řečeno glykosaminoglykan, s přímým protizánětlivým účinkem. V lidském organismu je fyziologickou součástí kloubní chrupavky a vyskytuje se také v kostech, rohovce, kůži a arteriální stěně. CHS je hlavní součástí chrupavkového matrix, která se váže na kolagenní vlákna. Udržuje strukturální integritu chrupavky a působí jako tlumič otřesů. Získává z vepřových nebo žraločích případně z hovězích průdušnic. Doporučená dávka CHS je 1200–1500 mg/den.

*Glukosamin (GS)* se řadí mezi aminocukry a je rovněž látkou tělu vlastní. Organismus si ho tvoří z krevního cukru. V doplňcích stravy je dostupný ve dvou formách – glukosamin-sulfát a glukosamin-hydrochlorid, kde nejúčinnější se jeví glukosamin-sulfát. Jeho schopností je regenerovat pojivovou tkáň. GS je hlavním stavebním kamenem molekuly kyseliny hyaluronové, jež je důležitou výživovou složkou synoviální tekutiny kloubů a okolních tkání. Optimální dávka glukosamin-sulfátu je 1500 mg/den. (Vilikus et al., 2012; web 6)

*Kolagen* jako suplement je většinou denaturovaný nebo lyofilizovaný přírodní kolagenu typu II. Některé doplňky stravy deklarují kolagen typu I. Hovězí a vepřové kloubní nebo kuřecí hrudní chrupavky jsou zdrojem kolagenu typu II. Vydátným zdrojem kolagenu typu I je kostní živočišná tkáň. Na rozdíl od kolagenního hydrolyzátu je čistý kolagen prakticky nerozpustný ve vodě. Doplňky stravy s čistým kolagenem obsahují široké spektrum denních dávek od přibližně 10 mg do 500 mg u kuřecího kolagenu typu II. Jeho funkcí je zpevnění struktury a zvýšení odolnosti kloubní chrupavky (Hendler a Rorvik, 2008).

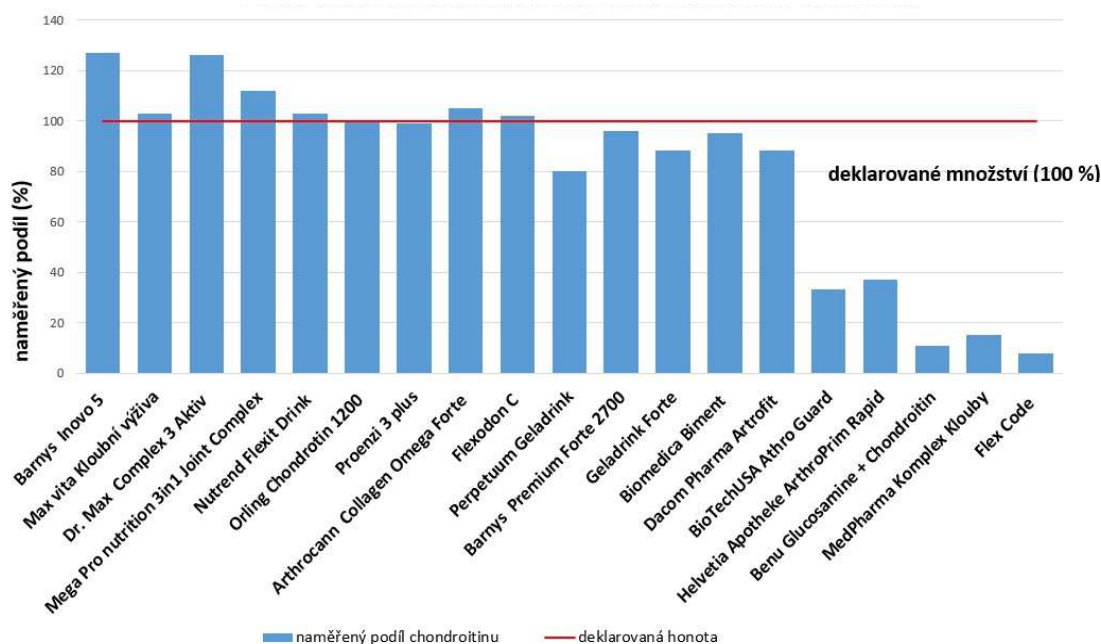
*Kolagenní hydrolyzát* je připravován enzymatickou hydrolýzou želatiny, která se nachází ve vepřové kůži, kožních štěpů a kousků kostí. Zachovává si vlastnosti jako želatina, tudíž se velmi dobře rozpouští ve vodě a nebobtná, ale zároveň je lépe stravitelný. Kolagenní hydrolyzát se užívá buď samotný, nebo v kombinacích s glukosamin-sulfátem, chondroitin-sulfátem a případně i s dalšími látkami ovlivňujícími metabolismus chrupavky a je velmi dobře snášen (Richter, 2014).

*MSM (methylsulfonylmetan)* je organická, síru obsahující sloučenina, která se běžně nachází v různých druzích ovoce, zeleniny, u živočichů a také i v lidském organismu. Vysoké množství MSM je například v přesličce rolní. Bioaktivní síra obsažená v MSM má dobrou vstřebatelnost a využitelnost při tvorbě bílkovin. MSM se používá ve vícesložkových přípravcích pouze jako zdroj organické síry (Hendler a Rorvik, 2008; Mach, 2012).

*Boswellia serrata* je indický listnatý strom, jehož extrakt z pryskyřice má protizánětlivé účinky. V tradiční indické medicíně se používala pryskyřice při léčbě astmatu a revmatických potíží (Hendler a Rorvik, 2008; web 6).

V roce 2014 od května do července zkontrolovala Státní zemědělská a potravinářská inspekce deset kloubních výživ, aby prověřila, zda deklarované množství chondroitin-sulfátu, glukosaminu a MSM odpovídá skutečnosti. Kontrolou neprošla celá polovina produktů.

V časopise *Dtest* z roku 2016 v 5. čísle se zaměřili na testování doplňků stravy pro kloubní výživu, které obsahují glukosamin a chondroitin-sulfát. Cílem testu byla studie týkající se dodržení deklarace glukosaminu a chondroitin-sulfátu. Dodržení deklarace je zákonná povinnost podle vyhlášky č. 225/2008 Sb. o doplňcích stravy v zákoně o potravinách a tabákových výrobcích. Testovalo se celkem 20 výrobků, které byly určeny k výživě kloubů. K analýze glukosamin-sulfátu byla použita metoda vysokoúčinné kapalinové chromatografie (HPLC) a pro změření chondroitin-sulfátu byla použita spektrofotometrická metoda. Produkty byly nakoupeny ve specializovaných obchodech a v e-shopech na internetu. Výsledky provedených analýz jsou shrnuty na obr. č. 2 a jejich hodnocení v tab. 5.



**Obr. 2** Podíl chondroitin-sulfátu dle deklarovaného množství v přípravcích pro kloubní výživu (web 7)

Z obrázku č. 2 vyplývá, že nejlépe deklarované produkty jsou Barny's Inovo 5 a MaxiVita Kloubní výživa s příchutí pomeranče. Nejvíce od deklarovaného množství se odchýlil výrobek Flex Code sirup.

**Tab. 5** Výsledky testovaných produktů určených pro kloubní výživu (web 6)

Testované výrobky	Hodnocení	Cena
Barny's Inovo 5	dobře (77 %)	461 Kč
MaxiVita Exclusive Kloubní výživa	dobře (75 %)	170 Kč
Dr. Max Complex 3 Aktiv	dobře (74 %)	549 Kč
Mega Pro nutrition 3 in 1 Joint Complex	dobře (70 %)	690 Kč
Nutrent Flexit Drink	dobře (62 %)	299 Kč
Orling Chondroitin 1200	dobře (61 %)	405 Kč
Proenzi 3 plus	uspokojivě (57 %)	299 Kč
Artrocann Collagen Omega Forte	uspokojivě (45 %)	319 Kč
Flexodon C tablet	uspokojivě (43 %)	356 Kč
Perpetuum Geladrink	uspokojivě (42 %)	1149 Kč
Bany's Premium Forte 2700	uspokojivě (41 %)	405 Kč
Geladrink Forte	uspokojivě (41 %)	619 Kč

<b>Testované výrobky</b>	<b>Hodnocení</b>	<b>Cena</b>
Biomedica Biment	uspokojivě (40 %)	205 Kč
Dacom Pharma Artrofit	dostatečné (39 %)	377 Kč
Helvetia Apotheke Arthro Prim Rapid	dostatečné (33 %)	296 Kč
BioTechUSA Arthro Guard	dostatečné (32 %)	431 Kč
Benu Glukosamin + Chondroitin	dostatečné (30 %)	269 Kč
MedPharma Komplex Klouby	dostatečné (29 %)	283 Kč
Flex Code sirup	nedostatečně (10 %)	669 Kč

Výsledkem prošlo sedm výrobků s dobrou známkou. V čele tabulky se umístil produkt Barny's Inovo 5, ale vítězem v poměru cena a kvalita se stala MaxiVita Kloubní výživa s příchutí pomeranče. Spodní příčku v celkovém hodnocení obsadil výrobek Flex Code sirup (web 6).

Do Kloubní výživy patří i vitamin C a E, mangan, měď a selen, které budou popsány v příslušných kapitolách o vitamínech a minerálních látkách.

## 5.4 Vitaminy

Vitaminy jsou organické látky, které organismus potřebuje v malém množství, aby zajistily důležité biochemické reakce. Všechny vitaminy zastávají v těle svoji specifickou funkci. Působí jako kofaktory reakcí zapojených do energetického metabolismu (Krebsův cyklus,  $\beta$ -oxidace, anaerobní glykolýza, oxidativní fosforylace) nebo zasahují do syntézy životně důležitých struktur (hemoglobin, karnitin, aminokyseliny, katecholaminy – adrenalin, noradrenalin, atd.), některé z nich mají výrazné antioxidační vlastnosti (Maughan a Burke, 2006).

Vitaminy se dělí na rozpustné ve vodě (hydrofilní) a rozpustné v tucích (lipofilní). Mezi vitaminy rozpustné v tucích patří vitamin A (retinol), vitamin D (kalciferol), vitamin E (tokoferol) a vitamin K (filochynon). Hlavním zdrojem jsou především potraviny, které obsahují tuky (maso, ryby, mléko, mléčné výrobky a některé rostlinné oleje). Vitaminy rozpustné v tucích se řadí mezi stabilní látky, které dobře snášejí přístup vzduchu a zahřívání. K velkým ztrátám nedochází ani při vaření. Při vyšším příjmu si je tělo ukládá do rezervy v tukové tkáni a játrech. Pro možné toxické účinky při zvýšeném příjmu vitamínu A, by měli být sportovci obezřetní (Svačina, 2008).



Do skupiny vitaminů rozpustných ve vodě náleží vitamin C (kyselina askorbová), vitaminy skupiny B; thiamin (vitamin B<sub>1</sub>), riboflavin (vitamin B<sub>2</sub>), niacin (vitamin B<sub>3</sub>/PP nebo kyselina nikotinová nebo nikotinamid), kyselina pantotenová (vitamin B<sub>5</sub> nebo panthenol), pyridoxin (vitamin B<sub>6</sub>), kobalamin (vitamin B<sub>12</sub>), kyselina listová (folacin nebo vitamin B<sub>9</sub>) a biotin. Tepelnou úpravou se ničí až 60 % vitaminu C a 90 % kyseliny listové. Obsah vitaminu klesá také během skladování. Při vyšším příjmu vitaminů rozpustných ve vodě, kromě vitaminu B<sub>12</sub>, si je tělo nemůže ukládat do zásoby, nadbytek se vyloučí močí (Burdychová, 2009).

Lidské tělo si nedokáže vitaminy syntetizovat, proto musí být přijímány ze stravy. Výjimku tvoří vitamin D, který vzniká v organismu působením slunečního záření a vitamin K, který je vytvářen střevní mikroflórou. Přísun vitaminu zajistíme pestrou stravou s dostatkem ovoce a zeleniny. Vitaminové doplňky se doporučují u osob, které nekonzumují dostatek zeleniny a ovoce, u alkoholiků, kuřáků, při infekčních onemocněních, u starších osob a v neposlední řadě při zvýšené tělesné zátěži. Je třeba dbát, vzhledem k specifickým výkonům vnějšího prostředí, na dostatečný přísun vitaminů. Jejich nedostatek (hypovitaminóza) negativně ovlivňuje regeneraci svalů, a tak i nepřímo výkonnost. Hraniční nedostatek (deplece) vitaminů může mít jen malý vliv na fyziologické funkce, který člověk se sedavým způsobem života jen stěží zaznamená. Nebezpečí deplece výrazně roste v důsledku vyšší tělesné aktivity. Pro gymnasty jsou zásadní pro zachování rychlostních a silových schopností důležité především vitaminy skupiny B, především B<sub>6</sub>, a vitaminy působící jako antioxidanty (β-karoten, vitamin C a E). Všechny vitaminy s antioxidačním účinkem, tj. vitamin A, zejména však vitaminy E a C, mají teoreticky schopnost potlačit či eliminovat oxidační stres – poškození svalové tkáně, tedy nekontrolovatelnou tvorbu volných radikálů, která je u vrcholových sportovců enormní. Doporučené denní dávky (DDD) jednotlivých vitaminů pro sportovce, jsou vyšší než běžné DDD. Pro dospělou populaci by však neměly dlouhodobě přesahovat dvojnásobek DDD. To platí hlavně o vitamínech rozpustných v tucích, jelikož přebytek vitaminů rozpustných ve vodě se vyloučí močí. Výjimkou je, v případě gymnastiky, například krátkodobě zvýšená potřeba vitaminů při návratu do tréninkového procesu po době rekonvalescence nebo při náhlém zvýšení počtu tréninkových jednotek (Driskell a Wolinsky, 2006; Komprda, 2003; Vilikus et al., 2012; Mach, 2012).

*Vitamin C* je důležitý pro aktivaci enzymu potřebného k syntéze karnitinu, který přenáší mastné kyseliny do mitochondrií, kde jsou oxidovány. Další významnou funkcí, zejména v kloubní výživě je syntéza koagenu, který tvoří pojivovou tkáň v chrupavce, šlachách, ale také v pokožce a kostech. Je rovněž nezbytný při hojení ran, syntéze hormonů a neurotransmiterů, a pro absorpci nehemového železa. Doporučená denní dávka vitamínu C je 60–100 mg. Příjem vitamínu C ve vyšších dávkách než 200 mg/den má za následek snížení absorpce a zvýšené vylučování močí. Maximální přípustná hranice je příjem 1000 mg/den, vyšší dávky mohou poškodit ledviny. Vysoké dávky vitamínu C v kombinaci se železem mohou negativně ovlivnit vstřebávání vitamínu B<sub>12</sub> (Maughan a Burke, 2006; Mach, 2012).

*Vitamin B<sub>6</sub>* je nezbytný pro správnou resorpci aminokyselin. Při dostatečném zásobení organismu se 80 % vitamínu B<sub>6</sub> váže a zadrží ve svalech. Vitaminy skupiny B působí jako kofaktory syntézy hemu, který je podstatný pro přenos kyslíku krví do svalů (Gropper a Smith, 2012).

*Vitamin E* je stejně jako vitamin C antioxidant. Jeho funkcí je chránit tuk v buněčných membránách před poškozením (lipidovou peroxidací). Vzájemně s vitaminem A si zhoršují vstřebatelnost (Vilikus et al., 2012; Gropper a Smith, 2012).

Pravidelná a pestrá strava s dostatkem zeleniny a ovoce řeší problém nedostatku výše uvedených vitamínů (Burdychová, 2009).

*Vitamin D* existuje v různých formách, ale vitamin D<sub>3</sub> (cholecalciferol) je našim organismem primárně využíván. Působením slunečního záření vzniká v pokožce z cholesterolu a z něj následně provitamin D a konečně cholecalciferol. Jeho základní funkcí je zabezpečování dostatečné hladiny vápníku v krvi a tím udržení aktivity nervů a svalů. Mimo jiné je zodpovědný za správnou tvorbu kostí, proto se v důsledku nedostatku vitamínu D nedostatečně mineralizují kosti. Tento stav je znám jako tzv. osteomalacie, která se projevuje bolestí ramen, boků a páteře a je provázena sníženou hladinou vápníku a fosforu v krvi (Komprda, 2003).

Možný nedostatek vitamínu D ve sportovní gymnastice může vzniknout z důvodu cvičení v halách. Studie podle Lovella (2008), která sledovala stav vitamínu D u gymnastek ve věku od 10–17 let, potvrdila tuto hypotézu.

Rozdělení a funkce vitamínů a doporučení jejich denního příjmu je uvedeno v příloze 3.

## 5.5 Minerální látky

Minerální látky a stopové prvky jsou anorganické sloučeniny, které nemohou být lidským organismem produkovány. Protože jsou vylučovány potem, močí či stolicí, je nutné je v potravě pravidelně doplňovat (Konopka, 2004).

Podle přijatého množství lze minerální látky rozdělit na makroelementy a mikroelementy (stopové prvky). V závislosti na tom, jestli je jejich denní potřeba vyšší než 100 mg nebo nižší (Grofová, 2007). V příloze 4 je uvedena tabulka se základním rozdělením těchto prvků a doporučení jejich příjmu.

Minerální látky jsou nepostradatelné pro správnou funkci živého organismu. Řada z nich slouží jako elektrolyty, zabezpečují výměnu živin mezi buňkou a mimobuněčným prostředím. Také udržují stálý osmotický tlak uvnitř a vně buněk a tím regulují rovnoměrné rozdělení tělesných tekutin. Minerální látky jsou stálou součástí kostí a zubů. Jejich nedostatek může být způsoben nedostatečným příjmem ve stravě, nebo zvýšeným výdejem (pocením, či ztrátami při zvracení nebo průjmech); (Konopka, 2004). Z hlediska výživy gymnastů jsou důležité následující minerály.

*Železo* je zásadním prvkem nutným pro transport kyslíku z atmosféry do tkání a jeho využití v buňkách a subcelulárních strukturách. Z této funkce plyne, že při jeho deficitu zhoršuje výdrž kvůli omezenému přenosu kyslíku krví. Železo je dále funkčním prvkem myoglobinu, hemoglobinu, cytochromů v dýchacím řetězci a některých specifických enzymů. Jeho nedostatek vzniká, zvláště u gymnastek, při menstruaci, kvůli ztrátám krve, dlouhých trénincích a nedostačující stravě. Deficit železa může vést ke vzniku anémie. Anemie se může také vyvinout z nedostatku dalších krvetvorných látek jako vitamínu B<sub>12</sub> a kyseliny listové. Nedostatek železa se projevuje bledostí, únavou, zvýšenou náchylností k infekcím a poklesu výkonnosti. Při vysokém poklesu hladiny myoglobinu dochází k zadýchávání při mírné zátěži. Porušená činnost enzymů obsahující železo může vést k narušení funkcí mozku, regulace tělesné teploty a imunity, což ještě zhoršuje příznaky snížené tolerance zátěže. Doporučují se individuální vyšetření odborníky z oblasti sportovního lékařství (Burke, 2007; web 7).

Železo obsažené v potravinách se dělí do dvou skupin. Hemové železo je součástí hemoglobinu a myoglobinu. Vyskytuje se výhradně v potravinách živočišného původu (červené maso, masné výrobky, vaječný žloutek). V organismu je využito 15–35 %. Nehemové železo je obsaženo hlavně v rostlinných potravinách (mák, luštěniny, kakaový prášek). Využitelné v organismu je jen z 1–8 %. Vstřebávání železa je ovlivněna i přítomností zrychlujících (vitamin C, peptidy atd.) a zpomalujících (taniny, polyfenoly, kyselina listová atd.) faktorů přijímaných ve stejném jídle (Mach; 2012; Maughan a Burke, 2006).

Vápník je z 99 % obsažen v kostech a zubech. Zbývající část je uložena v krvi. Dostatečný příjem vápníku má pozitivní vliv na správný vývoj kostí, snižuje riziko vzniku jedné z nejčastějších civilizačních chorob – osteoporózy. Dalším z faktorů, které ovlivňují vznik osteoporózy, je nedostatek fluoru, hormonální poruchy a nedostatečné zatěžování pohybem. Vápník má také zásadní úlohu při svalových kontrakcích. Pro jeho vstřebávání je důležitá přítomnost vitamínu D. S vápníkem také hospodaří kalcitonin, který jej ukládá do kostí. Za zvyšování vápníku v krvi je zodpovědný parathormon (Dylevský, 2000). Nejlepším zdrojem vápníku jsou mléčné výrobky, převážně sýry, mák, sezamová semena (pokud dojde k porušení slupky), sardinky, sójová mouka. Adekvátní příjem vápníku je nezbytný pro všechny sportovce, aby nedocházelo k zátěžovým zlomeninám. Ve sportech, jako je gymnastika, kde dívky intenzivně trénují od útlého věku, se často nedostavuje první menstruace (amenorea). Amenorea, způsobená nadměrnou fyzickou aktivitou, může zároveň snižovat zadržování vápníku a vést k nižší denzitě (hustotě) kostí a ke vzniku zátěžové zlomeniny. Studie Nichols et al. (1994) poukazuje na to, že i když se u sportovních gymnastek vyskytuje amenorea, jejich kostní denzita je vysoká. Gymnastky od 7–8 let vykazují též zvýšenou hustotu kostní tkáně pravděpodobně na základě vysokého zatěžování a uchovávají si ji i v období dospívání, přestože měli nepravidelnou menstruaci (Zanker et al. 2003; Zanker et al. 2004). Dalším rizikem nedostatku vápníku je omezování příjmu potravin z důvodu snižování hmotnosti. Negativní vliv má však i nadměrná konzumace bílkovin, jelikož vápník je organismem využíván k neutralizaci kyselin vznikajících při jejich rozkladu. Vylučuje se více vápníku a dochází k jeho ztrátám (Driskell a Wolinsky, 2006; Mach, 2012; Maughan a Burke, 2006).

*Sodík* je nejvýznamnějším prvkem tkáňových tekutin. Společně s chlórem udržuje osmotický tlak krve a mimobuněčných tekutin. V podobě kuchyňské soli je většinou přijímán v dostatečné, a mnohdy zvýšené, míře. Při dlouhodobém výkonu dochází k zvýšeným ztrátám potem, měl by tedy být doplňován průběžně v nápojích. Nejvíce sodíku je v běžných potravinách obsaženo v uzeninách a sýrech (Dylevský, 2000).

*Draslík* je hlavním kationtem intracelulární tekutiny, nutný pro činnost svalů a nervovou činnost. Podílí se na transportu glukózy do svalových buněk a na ukládání glykogenu. Draslík společně se sodíkem a chloridovými ionty pomáhá regulovat rovnováhu tekutin, jež se nacházejí vně buňky, a hraje významnou roli v přenosech elektrických impulsů v srdci. Jeho ztráty se doporučují uhradit po skončení sportovního výkonu. Není problém tento deficit pokrýt běžnou stravou. Suplementace draslíkem se nedoporučuje, jelikož může narušit přirozený rytmus srdce. Draslík je obsažen ve většině potravin, mezi nejbohatší zdroje patří špenát, kakao, rozinky, sardinky, banány, brambory, fazole (Gropper a Smith, 2012).

*Hořčík* působí jako aktivátor řady enzymů, je zapojen do metabolismu vápníku, reguluje srdeční rytmus a svalové kontrakce, chrání nervy. Také pomáhá tělu využívat vitaminy C, E a přeměňovat glukózu na energii. Jeho nedostatek může vyvolat svalovou únavu s následnou křečí. Jako prevence vzniku křečí, při intenzivním zatížení v gymnastice, se doporučuje ho doplňovat. Mezi nejlepší zdroje hořčíku patří listová zelenina, mák, kakao, mandle, sójová mouka a některé přírodní minerální vody (Magnesia). Vzhledem k častému omezování celkového energetického příjmu, z estetických důvodů, dochází v gymnastice k nedostatečné konzumaci tohoto minerálu a zhoršení sportovního výkonu (Konopka, 2004; Vilikus et al., 2012).

*Měď* je složkou několika enzymů a předchází oxidačnímu poškození buněk. Je potřebný pro syntézu kolagenu a tvorbu pojivové tkáně. Nedostatek mědi je spojený se selháním využitelnosti železa při utváření hemoglobinu a myoglobinu (Driskell a Wolinsky, 2006).

*Zinek* je kofaktorem v mnoha enzymatických reakcích a jednou z jeho důležitých funkcí je podpora procesu obnovy tkání. Většina zinku je uložena ve svalech (60 %) a v kostech (30 %). Ke ztrátám zinku dochází pocením při zátěži a močí. Tyto ztráty ale nedosahují takového stupně, který by zasluhoval pozornost sportovců a jeho suplementaci pro zlepšení výkonu (Gropper a Smith, 2012).

*Jód* je přítomný při syntéze bílkovin, enzymatické aktivitě a je důležitý pro tvorbu toroidních hormonů, které regulují rychlost reakcí v těle. Thyroidní hormony mají vliv na funkci mozku, svalů, srdce, ledvin hypofýzy. Nedostatečný příjem selenu může zhoršovat činnost thyroidních hormonů a deficit vitamínu A a železa efekt jodové deficiencie ještě umocňuje. Jelikož toroidní hormony zastávají důležité funkce v těle, je důležité, aby gymnasti měli dostatečnou a pestrou stravu (Mach, 2012).

Dalším a posledním zmíněným prvkem, který patří do kloubní výživy, je mangan, který se podílí na transportu kolagenu v organismu (Richter, 2014).

Významné metabolické funkce má i řada dalších minerálních látek, jako je fosfor, kobalt, molybden a chrom, které musí strava v malých množstvích obsahovat. Nedostatek těchto prvků je vzácný a možnost deficiencie u sportovců je zanedbatelná (Maghan a Burke, 2006).

## 6 Pitný režim

Stejně jako u ostatních živin je pravidelný příjem vody nutný k udržení zdraví a je možné se také setkat jak s příznaky nedostatku, tak i předávkování. Voda zastává důležitou roli v mnoha tělesných procesech a nachází se v každé buňce, tkáni a orgánech. U dospělého muže se obsah vody pohybuje od 55 do 65 % tělesné hmotnosti, u žen o 10 % méně z důvodu vyššího množství tukové tkáně. Přibližně dvě třetiny vody se nachází v buňkách, jedna třetina mimo buňky, z toho jedna čtvrtina veškeré mimobuněčné tekutiny cirkuluje v krvi. Množství přijaté vody je řízeno pocitem žízně a tvorbou řady hormonů a ledvinami (Clark, 2009).

Potřeba tekutin je dána celkovou ztrátou vody, ke které dochází různými cestami, a ve všech případech musí příjem vody pokrýt její ztráty. Dalším významným faktorem ovlivňujícím potřebu vody je obsah elektrolytů a v menší míře i bílkovin v potravě, který má vliv na objem vyloučené moči. Ztráty tekutin záleží na hmotnosti člověka, na jeho fyzické aktivitě, složení a ploše těla, pohlaví a věku. K vodě přijaté stravou a pitným režimem vytváří lidský organismus ještě dalších 200–400 ml vody denně látkovou přeměnou. Ztráty vody močí jsou přímo úměrné s příjmem tekutin, což je variabilní u každého člověka, ale v průměru činí kolem dvou litrů denně. Párou ve vydechaném vzduchu se vyloučí 320–850 ml vody denně. Také ztráty pocením se pohybují od 0,5 do 3 litrů podle intenzity zatížení. Zbytek vody, což bývá okolo 100 ml za den, se vylučuje stolicí (Sawka et al., 2005).

Jelikož voda se nemůže přesunovat mezi tělesným (nitrobuněčnými, mimobuněčnými, cévními) a zevním prostředím sama, dochází zároveň ke ztrátám solí (elektrolytů, minerálů), které jsou ve vodě rozpuštěny (web 8).

Zásadní funkci v regulaci množství vody v těle, přesněji množství mimobuněčné tekutiny, má sodík. Sodíku je významný v udržování objemu cirkulujícího i celkového množství vody v těle. Objem cirkulující tekutiny je důležitý pro udržení krevního tlaku, proto se řízení hospodaření se sodíkem aktivuje například při stresové reakci nebo sportovní aktivitě. Sodík se z 80 % účastní na osmolalitě plazmy a je potřebný pro vznik a udržování membránového potenciálu buněk. Bilance tělesné vody (homeostáza) a sodíku jsou navzájem velmi úzce propojeny. Základem homeostázy vody jsou aktivní přesuny sodíku, které jsou osmoticky doprovázeny vodou. Sodík je pozitivně nabitý iont, takže pro udržení elektrochemické rovnováhy přestupuje současně s kationtem sodíku i chloridový aniont. Množství sodíku v plazmě se může změnit jen tehdy, jestli se v plazmě změní obsah volné vody. Při jeho zvýšení se sodíkové kationty naředí a koncentrace se sníží, při snížení se koncentrace sodíku naopak zvýší. Celkový obsah sodíku se však ve zdravém organismu nezmění. Množství částečně se překrývajících regulačních mechanismů účinně zabraňují nebezpečným změnám bilance sodíku, které provází stavy změněné hydratace. Při dehydrataci se tělní tekutiny zahušťují a koncentrace sodíku se zvyšuje, při hyperhydrataci snižuje. Ledviny mohou šetřit vodou a elektrolyty snížením jejich vylučování, ale nemohou vyřešit jejich deficit, který lze upravit jen příjmem tekutin a stravou obsahující potřebné minerály (Burke 2007; web 8).

Během fyzické aktivity dochází k tvorbě velkého množství tepla. Aby nedošlo k přehřátí organismu, odvádí se teplo krví na povrch kůže. Teplo aktivuje potní žlázy, které na povrch těla vyloučí pot, jehož vypařováním se ochlazuje krev těsně pod pokožkou. Do doby, než tekutina dosáhne povrchu kůže, se složení tekutiny, kterou potní žláza vytváří, podstatně mění. Většina hlavních elektrolytů ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ) je resorbovaná z kanálků potní žlázy zpět do extracelulární tekutiny, a to ve větší míře než voda. V sekretu zůstávají ostatní složky, především draselné ionty, hořčík, urea a laktát. Výsledný pot, i přes rozdíly ve složení u každého člověka, představuje hypotonický roztok. Čím vyšší tvorba potu, tím je vyšší koncentrace iontů ve finálním potu. Intenzita pocení záleží také na objemu fyzické zátěže, na kondici a aklimatizaci sportovce na klimatické podmínky (Bernaciková et al., 2013).

Pokud se po dobu cvičení nedoplňují voda a elektrolyty, sportovec se dehydratuje. Ztráta tekutin odpovídající 1–2 % tělesné hmotnosti (tj. kolem 1 litru) zhoršuje sportovní výkon a závažně ovlivňuje jak vytrvalostní, tak rychlostní a silové disciplíny.



Je třeba udržet průtok krve svaly na vysoké úrovni, aby byl zajištěn přísun kyslíku a živin, ale rovněž je nezbytný vysoký průtok krve kůží, která zabezpečuje odvedení vytvořeného tepla na povrch kůže (Maughan a Burke, 2006).

Nadměrná dehydratace může zhoršit výkon a zvýšit riziko přehřátí organismu. K vedlejším účinkům dehydratace může patřit vyplavování kortizolu, který zvyšuje odbourávání svalové hmoty, což je ve sportovní gymnastice nežádoucí. Naopak nadměrná hydratace vede k hyponatrémii, která nastává při pití hypotonických roztoků (např. vody), které nejsou úměrné výkonu a ztrátám minerálů potem. Zpravidla jsou hyponatremií ohroženi sportovci s fyzickou aktivitou trvajících čtyři a více hodin jako je např. maraton nebo ultramaraton. Tyto aktivity jsou extrémně aerobní a ve sportovní gymnastice se pohybujeme spíše v anaerobním režimu aktivity, tudíž tento stav není zde pravděpodobný (Skolnik a Chernus, 2011).

Cílem gymnastů je se dostatečně hydratovat před cvičením, během cvičení a po cvičení, a předcházet tak ztrátám větším jak 2 % celkové tělesné vody. Orientační kontrola hydratace je posouzení barvy moče a frekvence močení. Nejlépe by se měl sportovec zvážit před cvičením a po cvičení, aby zjistil, kolik tekutin si má doplnit pro stav normohydratace před fyzickou aktivitou. Doporučený příjem tekutin je 5–7 ml/kg hmotnosti nejméně čtyři hodiny před tréninkem a podle potřeby pak 3–5 ml/kg hmotnosti dvě hodiny před tréninkem (Bernaciková et al., 2013; Sawka et al., 2007).

Samozřejmě množství tekutin musí být přizpůsobený potřebám gymnastů a klimatickým podmínkám. Je vhodné se v průběhu tréninku nebo soutěže vyvarovat velkému příjmu tekutin naráz z důvodu nadýmání a jiných problémů souvisejících se vstřebáním velkého objemu tekutin. Správně by se měli naučit na pravidelné popíjení nápoje. Je doporučeno po hodině tréninku přijímat každých 15–20 minut 150–200 ml nápoje s koncentrací 6–8 % sacharidů, pro udržení hladiny glukózy v krvi a zároveň objemu krve. Zároveň je vhodné, aby sportovní nápoj obsahoval sodík v koncentraci 0,2–7 g/l. Vhodnými složkami pro pitný režim během výkonu jsou nesycené hypotonické minerálky (např. Matonni, Korunní), ovocné čaje, 100% džusy ve zředěné formě 1:1 a stolní voda slazená glukózou nebo maltodextrinem u sportovců, kteří jsou náchylní na hypoglykémii (Bernaciková et al., 2013; Vilikus et al., 2012).

Doplnění tekutin po výkonu se určuje podle úbytku hmotnosti, kdy na 1 kg odpovídá 1 litr tekutin. Gymnasta by se měl rehydratovat nejpozději do dvou hodin po výkonu nápoji jako voda, džus, mléko nebo čaj. Čím delší doba uplynula od ukončení výkonu, tím více cukrů a minerálů musí nápoje obsahovat. Pro prevenci křečím je lepší ztráty hořčíku doplňovat po výkonu, jelikož má sedativní účinek. Hořčík lze substituovat prostřednictvím minerálky Magnezia (Clark, 2009). Srovnání množství jednotlivých elektrolytů v potravine a potu uvádí tabulka č. 5.

**Tab. 6** Množství elektrolytů v potravine a potu (Clark, 2009)

<b>Elektrolyt</b>	<b>Průměrné množství v 1 l potu</b>	<b>Množství v potravine</b>
Sodík	800 mg (200–1600)	1 l džusu = 440 mg sodíku
Draslík	200 mg (120–600)	1 střední banán = 450 mg draslíku
Vápník	20 mg (6–40)	150 g jogurtu = 200 mg vápníku
Hořčík	10 mg (2–18)	2 lžice arašídového másla = 50 mg hořčíku

## 7 Kazuistika

V rámci zkoumaného tématu je hlavním úkolem zjistit do jaké míry si gymnasti uvědomují důležitost správného stravování a jaké využívají varianty doplňků kloubní výživy. Jako příklad jsem uvedla bývalou elitní gymnastku Kateřinu Marešovou. Na základě získaných poznatků budu propočítávat jídelní lístky pro daná období vypracovávat výživové doporučení.

Gymnastice se začala věnovat v 6 letech, kdy byla vybrána do gymnastické přípravy. Amatérské období trvalo do jejích 12 let, kdy docházela na tréninky 5x za týden po 2,5 hodinách. Ve 13 letech se stala juniorskou a později seniorskou reprezentantkou. V tomto období se tréninky museli rozdělit do fází. V liché dny cvičila dopoledne a navečer celkem 4,5 hodin za den a v sudé dny jen dopoledne po 2,5 hodin. Před výběrem na olympiádu v Sydney cvičila 3 fázově v celkovém počtu 6,5 hodin za den. Musela být, kvůli nízké hmotnosti, kontrolována dietologem, aby nabrala ideální hmotnost. Za dobu asi deseti dnů přibrala 7 kg (z 46-ti kg na 53 kg). V roce 2004, ve svých 20 letech, prodělala únavový syndrom. Měla zákaz chození do tělocvičny a naordinované jiné sporty. V roce 2005 se vrátila a dostávala speciální výživový program, pro řešení optimální výživy a regeneraci svalů. Skončila ve 23 letech a začala se věnovat trenérské kariéře. Šest let byla trenérkou v rakouském Klagenfurtu a od roku 2014 je trenérkou v Olympiazentru v Dornbirnu. Jejím oblíbeným nářadím byla vždy bradla.

### **Dosavadní úspěchy:**

členka oddílu SG Sokol Brno 1, trenérka v Olympiazentru v Dornbirnu

sportovní výsledky (výběr):

1997 MČR seniorské 1. místo bradla

1997 ME Petrohrad účast

1999 MS Čína účast (vybojované 2 místa na OH v Sydney)

2000 OH Sydney účast

2000 ME Paříž 17. místo – víceboj

### **Dosavadní úspěchy:**

- 2001 MČR VS6 Třinec 2. místo
- 2001 MS Ghent účast
- 2001 MČR družstev Brno 1. místo extraliga (Marešová, Řádková, Maláčová)
- 2002 MČR družstev Ostrava 2. místo extraliga (Řádková, Marešová, Šikulová)
- 2003 MČR VS6 Ostrava 4. místo
- 2003 MS Anaheim účast, vybojované 1 místo na OH do Athén
- 2003 MČR družstev Most 1. místo extraliga (Marešová, Pálešová, Řádková)
- 2004 ME Amsterdam 17. místo víceboj
- 2004 MČR VS6 Ostrava 1. místo
- 2004 MČR družstev Brno 1. místo extraliga (Marešová, Pálešová, Řádková)
- 2005 ME Debrecen (Maďarsko) 16. místo - finále víceboje
- 2005 MČR ženy Třinec 1. místo
- 2005 Grand Prix Brno 1. místo (s Davidem Vyorailem)
- 2005 SP Maribor (Slovinsko) 5. místo (bradla); 7. místo (prostná)
- 2005 MS Melbourne (Austrálie) 37. místo (víceboj)
- 2005 MČR družstev Most 1. místo (víceboj, družstva - Extraliga)
- 2007 MZ Grand Prix (Brno) 7. s Danielem Rexou
- 2007 Universiáda Bangkok 12. místo víceboj (52, 850)
- 2007 MČR žen Liberec 5. místo víceboj (53, 55); 6. bradla; 6. kladina; 5. prostná
- 2007 MS Stuttgart (Německo) 16. místo družstvo (náhradnice)

V roce 2007 ukončila Katka Marešová závodní činnost a stala se profesionální trenérkou sportovní gymnastiky.

## 7.1 Strava v amatérském období.

Období: 7–12 let; hmotnost: 19–35 kg; výška: 113–141 cm

Vybrané období: 10 let

Hmotnost: 29 kg

výška: 134 cm

Počet tréninků: 5x v týdnu/2,5 hod.

### 7.1.1 Výpočet energetické potřeby pro vybraný věk v amatérském období

Pro vytvoření vzorového jídelního lístku je nutné zjistit optimální denní energetickou potřebu s poměrem živin.

Stanovíme ji pomocí Herrerovi a Benediktovi rovnice. Tato hodnota je přibližné množství energetického příjmu potřebného pro zachování základních životních funkcí. BMR (výpočet bazálního metabolismu):  $BMR: 655,09 + (9,6 \times \text{váha v kg}) + (1,8 \times \text{výška v cm}) - (4,7 \times \text{věk v letech}) = \text{kcal/den} (*4,18 = \text{kJ})$ ; (Svačina, 2008).

$BMR: 655,09 + 278 + 241 - 47 = 1122 \text{ kcal} = 4713 \text{ kJ}$

Dále bazální metabolismus vynásobíme faktorem aktivity pro běžnou činnost, čímž získáme hodnotu klidového metabolismu:  $4713 \times 1,2 = 5656 \text{ kJ}$ .

Potřebujeme zjistit, kolik energie potřebuje Katka navíc, když v 10 letech cvičila 2,5 hodiny denně. Pro sportovní gymnastiku je MET hodnota 4.

$29 \text{ kg} \times 4 \text{ MET} = 116 \text{ kcal} \times 2,5 \text{ hod.} = 290 \text{ kcal} = 1218 \text{ kJ}$  (energie vynaložená během tréninku)

$29 \text{ kg} \times 2,5 \text{ hod.} = 72,5 \text{ kcal} = 304,5 \text{ kJ}$  (hodnota odpovídající klidové energii)

$1218 \text{ kJ} - 304,5 \text{ kJ} = 913,5 \text{ kJ}$  (hodnota čisté tréninkové energie)

Nakonec hodnotu klidového metabolismu sečteme s hodnotou čisté tréninkové energie, čímž získáme celkový počet energie, která je nutná pro uhrazení energetických potřeb za den:  $5656 \text{ kJ} + 913,5 \text{ kJ} = \mathbf{6569,5 \text{ kJ}}$ .

### 7.1.2 Příklad stravy v amatérském období

*Snídaně:* cereálie s mlékem (250 ml)

*Přesnídávka:* banán, chleba s vaječnou pomazánkou, šťáva

*Oběd:* polívka čočková, kuře s rýží, broskvový kompot, čaj

*Svačina:* Müsli tyčinka, čaj

*Večeře:* Rajská s těstovinou a hovězím masem, čaj

*Pitný režim:* 1,5 voda (trénink – 750ml), 250 ml šťávy, 600 ml ovocného čaje = 2350 ml

**Tab. 7** Výpočet příkladu stravy v amatérském období

	<b>Sacharidy</b>	<b>Bílkoviny</b>	<b>Tuky</b>	<b>Energie</b>
Snídaně	46 g	11,7 g	4 g	1149 kJ
Přesnídávka	49,5 g	7,1 g	8,1 g	1296 kJ
Oběd	83,2 g	35,7 g	9,9 g	2366 kJ
Svačina	16 g	1 g	3 g	406 kJ
Večeře	49,6 g	20 g	26 g	2305 kJ
<b>Celkem</b> <b>(zaokrouhleno)</b>	<b>244 g</b>	<b>75 g</b>	<b>46 g</b>	<b>7521kJ</b>

\*Hodnoty pro propočítání jsou čerpány z Potravinových tabulek (Perlín, 1992) a z kaloricketabulky.cz, které jsou uvedeny v použitých zdrojích.

Od výsledné energie přijaté stravou (7521 kJ) musíme odečíst energii vynaloženou trávením, což je 10 % z celkové energie (752 kJ). Po odečtení nám celková energie činí **6769 kJ**. Doporučená energetická potřeba pro vybraný věk (10 let), která by měla být přijata, je z předchozího výpočtu **6569,5 kJ**. Od této hodnoty počítáme poměr živin a rozdělení energie během dne.

#### **Poměr živin:**

15 % bílkovin =  $985 / 17$  (1 g bílkovin vydá 17 kJ) = 58 g bílkovin (odpovídá 2 g/kg)

25% tuků =  $1642 / 39$  (1 g tuků vydá 39 kJ) = 42 g tuků

60 % sacharidů =  $3942 / 17$  (1 g sacharidů vydá 17 kJ) = 232 g sacharidů

**Tab. 8** Celková energie 6500 kJ (Svačina et al., 2012)

<b>Rozdělení energie během dne</b>	<b>Energie v kJ</b>
Snídaně 20 %	1300
Přesnídávka 10 %	650
Oběd 30 %	1950
Svačina 10 %	650
Večeře 25 %	1625
*2. večeře 5 %	560

\*Rozdělení energie není pevně dané. Například druhou večeři je možno vynechat. Večeře by tak mohla obsahovat 30% energie.

### **7.1.3 Zhodnocení stravování v amatérském období**

Po propočtu předloženého jídelního lístku bylo zjištěno, že Katka přijímala vyváženou stravu vzhledem k jejímu věku a aktivitě. Nad normu má zvýšené bílkoviny, kvůli velkému množství bílkovinných potravin. Vzhledem k rostoucímu organismu a tělesné zátěži se bílkoviny využijí pro regeneraci a růst svalové tkáně. Ale je třeba dbát na pitný režim, aby se rozložené aminokyseliny a dusík mohly z těla vyloučit.

## 7.2 Strava ve vrcholovém období

Období: 13–23 let; hmotnost: 36–54 kg; výška: 141–161 cm

Počet tréninků: po, st, pá (2 fázově – 4,5 hod/den); út, čt (1 fázově – 2,5 hod/den)

Vybrané období: 16 let

Hmotnost: 53 kg

Výška: 156 cm

Počet tréninků: 3 fázový – ráno – 1,5 hod; odpoledne – 2 hod; dopoledne – 3 hod

### 7.2.1 Výpočet energetické potřeby pro vybraný věk ve vrcholovém období

Je nutné znovu zjistit hodnotu bazálního metabolismu pomocí Herrerovi a Benediktovi rovnice:  $BMR: 655,09 + (9,6 \times \text{váha v kg}) + (1,8 \times \text{výška v cm}) - (4,7 \times \text{věk v letech}) = \text{kcal/den} (*4,18 = \text{kJ})$ ; (Svačina, 2008).

$BMR: 655,09 + 509 + 281 - 75 = 1370 \text{ kcal} = 5754 \text{ kJ}$

Dále bazální metabolismus vynásobíme faktorem aktivity pro běžnou činnost, čímž získáme hodnotu klidového metabolismu:  $5754 \times 1,2 = 6905 \text{ kJ}$ .

Potřebujeme zjistit, kolik energie potřebuje Katka navíc, když v 16 letech cvičila 6,5 hodiny denně. Pro sportovní gymnastiku je MET hodnota 4.

$53 \text{ kg} \times 4 \text{ MET} = 212 \text{ kcal} \times 6,5 \text{ hod.} = 1378 \text{ kcal} = 5788 \text{ kJ}$  (energie vynaložená během tréninku)

$53 \text{ kg} \times 6,5 \text{ hod.} = 344,5 \text{ kcal} = 1447 \text{ kJ}$  (hodnota odpovídající klidové energii)

$5788 \text{ kJ} - 1447 \text{ kJ} = 4341 \text{ kJ}$  (hodnota čisté tréninkové energie)

Nakonec hodnotu klidového metabolismu sečteme s hodnotou čisté tréninkové energie, čímž získáme celkový počet energie, která je nutná pro uhrazení energetických potřeb za den:  $6905 \text{ kJ} + 4341 \text{ kJ} = \mathbf{11246 \text{ kJ}}$ .



### 7.2.2 Příklad stravy ve vrcholovém období

*Snídaně:* mléčná ovesná kaše s medem (200 g), černý čaj s medem

*Přesnídávka:* 2 krajíce chleba se šunkou, tavený sýr, paprika červená, bezinková šťáva

*Oběd:* hovězí vývar, bramborová kaše (150 g) s vepřovým řízkem (100 g) a broskvový kompot (150 g), ovocný čaj s medem

*Svačina:* 1 jablko a čokoláda kaštany

*Večeře:* boloňské špagety se sýrem a pórkem (250 g)

*Pitný režim:* 1,8 litrů vody, 400 ml čaje, 200 ml šťávy = 2400 ml

**Tab. 9** Výpočet příkladu stravy ve vrcholovém období

	<b>Sacharidy</b>	<b>Bílkoviny</b>	<b>Tuky</b>	<b>Energie</b>
Snídaně	118,9 g	26,7 g	13,3 g	3142 kJ
Přesnídávka	56 g	22,4 g	18,3 g	2102 kJ
Oběd	89,9 g	35,5 g	39,9 g	3744 kJ
Svačina	34,9 g	2,2 g	9,2 g	990 kJ
Večeře	49,2 g	16,9 g	18,3 g	1794 kJ
<b>Celkem (zaokrouhleno)</b>	<b>349 g</b>	<b>104 g</b>	<b>99 g</b>	<b>11771 kJ</b>

\*Hodnoty pro propočítání jsou čerpány z Potravinových tabulek (Perlín, 1992) a z kalorickatabulky.cz, které jsou uvedeny v použitých zdrojích.

Od výsledné energie přijaté stravou (11771 kJ), musíme odečíst energii vynaloženou na trávení, což je 10 % z celkové energie (1177 kJ). Po odečtení nám celková energie činí **10594 kJ**. Doporučená energetická potřeba pro vybraný věk (16 let), která by měla být přijata, je z předchozího výpočtu **11246 kJ**. Od této hodnoty počítáme poměr živin a rozdělení energie během dne.

#### **Poměr živin:**

15 % bílkovin =  $1688 / 17$  (1 g bílkovin vydá 17 kJ) = **99 g bílkovin** (odpovídá 1,9 g/kg)

25% tuků =  $2813 / 39$  (1 g tuků vydá 39 kJ) = **72 g tuků**

60 % sacharidů =  $6750 / 17$  (1 g sacharidů vydá 17 kJ) = **397 g sacharidů** (odpovídá 7 g/kg)

**Tab. 10** Celková energie 11200 kJ (Svačina et al., 2012)

<b>Rozdělení energie během dne</b>	<b>Energie v kJ</b>
Snídaně 20 %	2240
Přesnídávka 10 %	1120
Oběd 30 %	3360
Svačina 10 %	1120
Večeře 25 %	2800
*2. večeře 5 %	560

\*Rozdělení energie není pevně dané. Například druhou večeři je možno vynechat. Večeře by tak mohla obsahovat 30% energie.

### **7.2.3 Zhodnocení stravování ve vrcholovém období**

V 16-ti letech musela být Katka pod dohledem lékaře, jelikož trpěla poruchou příjmu stravy, způsobenou psychickým nátlakem trenérů, kteří řešili, při každodenní vážení na juniorském soustředění, její váhu a měli problém z každého dkg navíc. Nicméně si osvojila stravovací návyky a přijímala adekvátní množství energie pro potřebu jejího těla.

Po propočtu předloženého jídelního lístku, v rámci rozložení energie a doplnění glykogenu po tréninku, bych ještě přidala grepový džus nebo ideálně grep samotný pro zvýšení celkových sacharidů (19,2 g), energie (410 kJ) a přísun vitamínu C. Další potravina, na kterou bych upozornila je tavený sýr, který z hlediska obsahu fosfátových solí může narušit kostní metabolismus. Katka mě ale ujistila, že tavené sýry nebyly častou složkou jejího jídelníčku. V této etapě tréninku by bylo dobré snížit příjem smažených jídel na 1x měsíčně, které mohou způsobovat pocit těžkosti zvláště při následujícím tříhodinovém tréninku. Na odpolední svačinu bych volila zakysaný mléčný výrobek nebo alternativy mléka (sojové, kukuřičné, kokosové mléko), ovoce a celozrnné pečivo. Tyčinka po tréninku sice dodá ihned energii, kvůli převaze monosacharidů, ale také obsahuje množství nasycených mastných kyselin. Konkrétně u tohoto produktu skoro 2 g. Lepší variantou je kvalitní hořká čokoláda, která obsahuje kakaové máslo ne jeho náhražky.

Ze suplementů užívala 1000 mg/den vitamínu C (v případě nemoci až 3000 mg/den) a jako prevenci proti únavovým zlomeninám kolagen v nízkých dávkách. Jak je zmíněno v textu, maximální přípustná hranice vitamínu C je příjem 1000 mg/den, vyšší dávky mohou poškodit ledviny. Katka, ale i přes tuto dávku neměla problémy a přebytečný vitamín C se pravděpodobně vyloučil z těla bez užitku. Permanentní únavu při sportu pociťovala v roce 2004, kdy prodělala únavový syndrom a měla zákaz chození do tělocvičny a naordinované jiné sporty. V roce 2005 se vrátila a byla vedena výživovým specialistou a užívala řadu speciálních doplňků stravy (iontové nápoje, L-Carnitin a Carbonex tyčinky), po kterých cítila znatelné zlepšení ve výkonu. Ve svých 23 letech ukončila kariéru elitní gymnastky a nyní se již 10 let věnuje trénování budoucí generace aktuálně v Olympiaz centru v Dornbirnu.

### 7.3 Strava v trenérském období

Věk: 33 let

Hmotnost: 49 kg

Výška: 161 cm

Pohybová aktivita: trénování gymnastiky, jízda na kole, turistika, tenis, 5 tibeťanů

#### 7.3.1 Výpočet energetické potřeby pro vybraný věk ve vrcholovém období

Pomocí Herrerovi a Benediktovi rovnice zjistíme hodnotu bazálního metabolismu:  
BMR:  $655,09 + (9,6 \times \text{váha v kg}) + (1,8 \times \text{výška v cm}) - (4,7 \times \text{věk v letech}) = \text{kcal/den}$   
(\*4,18 = kJ); (Svačina, 2008).

BMR:  $655,09 + 470 + 290 - 155 = 1260 \text{ kcal} = 5292 \text{ kJ}$

Dále bazální metabolismus vynásobíme faktorem aktivity pro běžnou činnost, čímž získáme hodnotu klidového metabolismu:  $5292 \times 1,6 = 8468 \text{ kJ}$  (\*1,6 – pohybová aktivita max. 3–5 dní v týdnu).

### 7.3.2 Příklad stravy v trénérském období

*Snídaně:* chleba s ovčím sýrem a pažitkou, vejce, černý čaj s citronem a medem

*Přesnídávka:* žlutý melounu (250 g)

*Oběd:* polévka cuketová s krutony, zeleninový míchaný salát s lososem (180 g), bageta (60 g), malinová šťáva

*Svačina:* banán, zelený čaj s medem

*Večeře:* polévka cuketová s krutony, těstoviny (180 g) s vařenou zeleninou (150 g)

*Pitný režim celkem:* 1,3 litrů vody, 700 ml čaje, 200 ml šťávy = 2200 ml/den

**Tab. 11** Výpočet příkladu stravy v trénérském období

	<b>Sacharidy</b>	<b>Bílkoviny</b>	<b>Tuky</b>	<b>Energie</b>
Snídaně	37,4 g	20,1 g	18,7 g	1667 kJ
Přesnídávka	22,5 g	1,3 g	0,4 g	375 kJ
Oběd	56,9 g	23,7 g	32 g	2609 kJ
Svačina	42,5 g	1,4 g	0,3 g	751 kJ
Večeře	72,1 g	15,3 g	22,7 g	2387 kJ
<b>Celkem (zaokrouhleno)</b>	<b>231 g</b>	<b>62 g</b>	<b>74 g</b>	<b>7789 kJ</b>

\*Hodnoty pro propočítání jsou čerpány z Potravinových tabulek (Perlín, 1992) a z kaloricketabulky.cz, které jsou uvedeny v použitých zdrojích.

Od výsledné energie přijaté stravou (7789 kJ), musíme odečíst energii vynaloženou na trávení, což je 10 % z celkové energie (779 kJ). Po odečtení nám celková energie činí **7010 kJ**. Doporučená energetická potřeba pro trénérské období (33 let), která by měla být přijata, je z předchozího výpočtu **8468 kJ**. Od této hodnoty počítáme poměr živin a rozdělení energie během dne.

#### **Poměr živin:**

15 % bílkovin =  $1270 / 17$  (1 g bílkovin vydá 17 kJ) = 75 g bílkovin (odpovídá 1,5 g/kg)

30 % tuků =  $2540 / 39$  (1 g tuků vydá 39 kJ) = 65 g tuků

55 % sacharidů =  $4657 / 17$  (1 g sacharidů vydá 17 kJ) = 274 g sacharidů

**Tab. 12** Celková energie 8500 kJ (Svačina et al., 2012)

<b>Rozdělení energie během dne</b>	<b>Energie v kJ</b>
Snídaně 20 %	1700
Přesnídávka 10 %	850
Oběd 30 %	2550
Svačina 10 %	850
Večeře 25 %	2125
2. večeře 5 %	425

### **7.3.3 Zhodnocení stravování ve vrcholovém období**

Po propočtu předloženého jídelního lístku bylo zjištěno, že Katka přijímá nedostatečně vyváženou stravu. Po přidání druhé večeře ve formě celozrnného pečiva, bílkovinné potraviny a ovoce nebo zeleniny, by se energetický příjem mohl dorovnat.

Jelikož Katce byla zjištěna laktózová intolerance, snaží se vyvarovat nepříjemným symptomům a možná proto se energeticky podhodnocuje. Vysvětlila jsem jí, jaké varianty potravin si může dovolit. Vyčlenila ze svého jídelníčku kravské mléko a nahradila je ovčím či kozím. Ovčí i kozí mléko také obsahuje laktózu, ale Katka je toleruje. Tudíž jsem ji navrhla, že by mohla snést zakysané mléčné výrobky, poněvadž obsažené bakterie přeměňují laktózu na kyselinu mléčnou. Dnes je k dostání i řada náhražek kravského mléka například mléko rýžové, mandlové, makové, konopné apod., které jsou bez laktózy a bez kaseinu. Sojové mléko se nedoporučuje jakožto možný alergen, navíc má i strumigenní složky narušující funkci štítné žlázy (web 10).

## 8 Závěr

Hlavním cílem bakalářské práce „Výživa ve sportovní gymnastice“ bylo shromáždit informace o daném tématu a následně aplikovat získané znalosti ve formě kazuistiky, kde se vyhodnotili nutriční znalosti sportovní gymnastky od útlého věku přes vrchol její kariéry a nakonec i z pohledu trenérky a její stravování dnes.

Gymnastika vyžaduje rychlost, sílu, koordinaci, flexibilitu a určitou dávku ladnosti, což jsou nejdůležitější parametry ve sportovní gymnastice. Z hlediska somatotypu, můžeme obecně konstatovat, že sportovní gymnasté a gymnastky mají obvykle kratší dolní končetiny, což má za následek níže položené těžiště a tím i lepší stabilitu. Největší zátěž je kladena na horní část těla, tudíž mají gymnasté širší ramena z důvodu většího osvalení.

Elitní gymnasti jsou zřídka starší než 15 let a většinou dosahují vrcholu své kariéry mezi 16 až 19 lety. Gymnasti na vrcholové úrovni trénují 5–6 dní v týdnu, 3–5 hodin za den, tzn. až 30 tréninkových hodin za týden. Trénink zahrnuje opakované pohyby vysoké intenzity, krátkého trvání a odpočinek po každém pokuse, kdy se obnovuje kreatin-fosfátu potřebný pro další zátěž. Disciplíny netrvají delší dobu než 90 sekund. Sportovní gymnastika se tak řadí do vysoko-intenzivních, vysoko-anaerobních sportů, které potřebují jako zdroj energie kreatin-fosfát a glukózu resp. glykogen.

Optimální výživa hraje kritickou úlohu v tréninku a v soutěži, kde gymnasti podávají maximální výkon. Zvlášť důležité pro mladé sportovce je přijímat dostatečné množství energie a živin na pokrytí potřeb spojených s růstem, tréninkem a výstavbou svalů. Stravovací návyky gymnastů jsou často nedostatečné s ohledem na denní režim a na estetický charakter sportu. Nedostatečný příjem energie spojený s nedostatkem živin vede k chronickým adaptacím, postihující výkon a v konečném důsledku růst a zdraví jedince. Zmíněné problémy s příjmem energie se týkají převážně gymnastek. Gymnastka má v porovnání se nesportující ženou, se stejnými parametry, energetický příjem o cca 2000 kJ vyšší. Na druhou stranu se ale ze studií ukázalo, že ačkoli měly gymnastky nedostatek minerálů, netrpěly menší hustotou kostní tkáně. Dokonce je patrné, že po ukončení jejich aktivní kariéry mají stále vyšší hustotu kostního materiálu než běžná populace. Pravděpodobně je to důsledek adaptace kostní tkáně na zátěž.

Ideální příjem živin pro průměrného jedince by měl být v následujícím přibližném poměru energií: proteiny 15 %, tuky do 30 % a sacharidy 55 %. Jelikož gymnastika se řadí mezi anaerobní sporty je největší podíl přikládán sacharidům (60–65 %), tukům 20–25 %, a 15 % proteinům. Pokud bychom chtěli makroživiny ve sportovní gymnastice vztáhnout na tělesnou hmotnost, tak by hodnota u sacharidů činila 5–8 g/kg u bílkovin 1,2–1,8 g/kg a nejméně 1 g/kg hmotnosti tuku. Pro gymnasty jsou důležité, pro zachování rychlostních a silových schopností, především vitaminy skupiny B, především B<sub>6</sub>, a vitaminy působící jako antioxidanty (β-karoten, vitamin C a E).

Většina živin je obsažena ve vyváženém jídle, kromě vitaminu D, který syntetizujeme v těle působením slunečního záření. Proto je důležité, aby gymnasti občas vyměnili tréninky v halách za aerobní činnost venku. Nejen že rozvinou vytrvalostní výkon, ale i přijmou do organismu potřebnou dávku vitaminu D, který je důležitý v metabolismu kostí.

Z kazuistiky vyplynulo, že bývalá gymnastka měla problémy s výživou ve vrcholovém období. Působil na ni tlak trenérů na snížení hmotnosti, který vyústil v poruchu příjmu potravy, kterou následně řešil sportovní dietolog. Zvýšila se jí váha na normu a osvojila si stravovací návyky. Ze suplementů, které užívala pravidelně, jmenovala kolagen (Colafit) a vysoké dávky vitaminu C, které byly na hranici užitekosti. S rostoucím věkem doplňků stravy přibývalo na základě udržení sportovního výkonu. Nyní se více zajímá o potraviny z důvodu diagnostikované laktóзовé intolerance. Po propočtu jídelního lístku bylo ale zjištěno, že příjem stravy není vyvážený. Edukovala jsem ji o adekvátním energetickém příjmu a jeho rozložení během dne a případnou kompenzaci nedostatku a v neposlední řadě o variantách bezlaktóзовých potravin.

Dále se v práci zmiňuji o kloubní suplementaci. Pro průzkum trhu s kloubní výživou jsem použila data z časopisu Dtest z roku 2016, kde se zaměřili na dodržení deklarace glukosaminu a chondroitin-sulfátu. Testovalo se celkem 20 výrobků, které byly učeny k výživě kloubů, ale pouze sedm výrobků splnilo deklaraci. V čele tabulky se umístily produkty Barny's Inovo 5 a MaxiVita Kloubní výživa s příchutí pomeranče. V poměru ceny a kvality vyhrál výrobek značky MaxiVita Kloubní výživa s dobrým hodnocením a cenou 170 Kč.

Na závěr bych chtěla dodat, že téma sportovní výživy je velice rozsáhlé, proto bylo cílem zaměřit se na specifické nutriční požadavky ve sportovní gymnastice.

## 9 Použité zdroje

### Použitá literatura

BERNACIKOVÁ, M., NOVOTNÝ, J., SIRIŠKI, D., 2014. *Praktická cvičení z fyziologie člověka pro studenty bakalářských oborů Tělesné výchovy*. 1.vyd. Brno: Fakulta sportovních studií, Masarykova univerzita. ISBN 978-80-210-7692-1.

BERNACIKOVÁ, Martina, Jan CACEK, Lenka DOVRTĚLOVÁ, Iva HRNČIŘÍKOVÁ, Kateřina KAPOUNKOVÁ, Jitka KOPŘIVOVÁ, Michal KUMSTÁT, Jan NOVOTNÝ, Petr POSPÍŠIL, Jana ŘEZANINOVÁ, Michal ŠAFÁŘ a Tomáš ULBRICH, 2013. *Regenerace a výživa ve sportu*. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 252 s. ISBN 978-80-210-6253-5.

BENARDOT, D., 2000. *Nutrition for serious athletes*. Champaign: Human Kinetics, 337 s. ISBN 0-88011-833-4.

BERDANIER, C., D., DWYER, J., T., HEBER, D., 2014. *Handbook of nutrition and food*. Boca Raton, FL., 1136 s. ISBN 978-1-4665-0571-1.

BURDYCHOVÁ, R., 2009. *Preventivní výživa*. Brno: Mendelova univerzita, 113 s. ISBN 978-80-7375-280-4.

BURKE, M., L., 2007. *Practical Sports Nutrition*. Champaign: Human Kinetics, 544 s. ISBN 978-0-7360-4695-4.

CAINE, J., D., RUSSELL, K., LIM, L., 2013. *Gymnastics*. Chichester: Wiley-Blackwell, Handbook of sports medicine and science, 186 s. ISBN 978-1-118-35758-3.

CAMPBELL, I., B., 2014. *Sport Nutrition: Enhancing Athletic Performance*. Boca Raton, CRC Press, 338 s. ISBN 978-1-4665-1358-7.

CLARK, N., 2009. *Sportovní výživa*. 1. vyd., Praha: Grada, 352 s. ISBN 978-80-247-2783-7.



DRISKELL, J., A., WOLINSKY, I., 2006. *Sports Nutrition – Vitamins and Trace Elements*. 2. vyd. Boca Raton, CRC Press, 360 s. ISBN 978-0-8493-3022-3.

DYLEVSKÝ, I., 2000. *Somatologie: učebnice pro zdravotnické školy a bakalářské studium*. 2. vyd., přeprac. a dopl. Olomouc: Epava, 480 s. ISBN 80-862-9705-5.

FOGELHOLM, G., M., KUKKONEN-HARJULA, T., K., TAIPALE, S., A., SIEVANEN, H., T., OJA, P., VUORI, I., M., 1995. *Resting metabolic rate and energy intake in female gymnasts, figure-skaters and soccer players*. *Int J Sports Med*, 16 (8), 551–556 s. PMID 8776211, DOI 10.1055/s-2007-973053.

FOŘT, P., 2002. *Sport a správná výživa*. 1. vyd., Praha: Ikar, 351 s. ISBN 80-249-0124-2.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, UNITED NATIONS UNIVERSITY, WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2004. *Human energy requirements: Report of a Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation*. Řím: AGN, 107 s. ISBN 92-5-105212-3.

GARAY, A., L., de, LEVINE, L., CARTER, J., E., L., 1974. *Genetic and anthropological studies of Olympic athletes*. New York: Academic Press, 236 s. ISBN 978-0122086502.

GROFOVÁ, Zuzana, 2007. *Nutriční podpora: Praktický rádce pro sestry*. 1. vyd. Praha: Grada, 248 s. ISBN 978-80-247-1868-2.

GROPPER, S., S., SMITH, J., L., 2012. *Advanced nutrition and human metabolism*. Canada: Cengage Learning, 608 s. ISBN 978-1-133-10405-6.

HENDLER, S., S., RORVIK, D., 2008. *PDR for Nutritional Supplements*. 2. vyd. Montvale: Thomson PDR, 788 s. ISBN 978-1-56363-710-0.

JANSA, P., DOVALIL, J., 2009. *Sportovní příprava*. 2. vyd. Praha: Q – art, 295 s. ISBN 978-80-903280-9.

JEMNI, M., 2011. *The science of gymnastics*. New York: Routledge, 224 s. ISBN 978-0-415-54990-5.

JONNALAGADDA, S., S., BERNADOTTE, D., NELSON, M., 1998. *Energy and nutrient intakes of the United States National Women's Artistic Gymnastics Team*. Int J Sport Nutr, 8 (4), 331–344 s. PMID 9841954.

KRIŠTOFIČ, J., KUBIČKA, J., NOVOTNÁ, V., PANSKÁ, Š., SKOPOVÁ, M., SVATOŇ, V., ŠIMŮNKOVÁ, I., CHRUDIMSKÝ, J., KOLBOVÁ, K., 2005. *Gymnastika*. Praha: Karolinum, 114 s. ISBN 80-246-0661-5.

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

LEHNERT, M., BOTEK, M., SIGMUND, M., SMÉKAL, D., ŠŤASTNÝ, P., MALÝ, T., HÁP, P., BĚLKA, J., NEULS, F., 2014. *Kondiční trénink*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, ISBN 978-80-244-4369-0.

LOVELL, G., 2008. *Vitamin D status of females in an elite gymnastics program*. Clin J Sport Med, 18 (2), 159–161 s. PMID 18332692, DOI 10.1097/JSM.0b013e3181650eee

LINDHOLM, C., HAGENFELDT, K., HAGMAN, U., 1995. *A nutrition study in juvenile elite gymnasts*. Acta Paediatr, 84 (3), 273–277 s. PMID 7780248.

MACH, I., 2012. *Doplňky stravy*. 1. vyd. Praha: Grada, 173s. ISBN 978-80-247-4353-0.

MANDELOVÁ, L., HRNČÍŘÍKOVÁ, I., 2013. *Základy výživy ve sportu*. Brno: Masarykova Univerzita, 68 s. ISBN 978-80-210-4281-0.

MANORE, M., M., KAM, L., C., LOUCKS, A., B., 2007. *The female athlete triad: components, nutrition issues, and health consequences*. J Sports Sci, 25 (1), 61–71 s. PMID 18049984, DOI 10.1080/02640410701607320.

MAUGHAN, J., R., BURKE, M., L., 2006. *Výživa ve sportu: příručka pro sportovní medicínu*. 1. vyd. Praha: Galén, 311 s. ISBN 80-726-2318-4.

MCMURRY, J., 2015. *Organická chemie*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, nakladatelství VUTIUM, 1178 s. ISBN 978-80-214-4769-1.

NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE, 2005. *Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids (Macronutrients)*. Washington, D. C.: The National Academies Press, 1357 s. ISBN 978-0-309-08537-3.

NICHOLS, D., L., SANBORN, C., F., BONNICK, S., L., BEN-EZRA, V., GENCH, B., DIMARCO, N., M., 1994. *The effects of gymnastics training on bonemineral density*. Med Sci Sports Exerc, 26 (10), 1220–1225 s. PMID 7799765.

PAVLÍK, J., 2003. *Tělesná stavba jako faktor výkonnosti sportovce*. Brno: Masarykova Univerzita, Pedagogická fakulta, 57 s. ISBN 80-210-2130-6.

PERLÍN, C., 1992. *Potravinové tabulky*. Praha: Společnost pro výživu, 69 s. ISBN 80-85120-42-9.

PIRIE, N., W., 2012. *Food Protein Sources: International Biological Programme synthesis Series – Svazek*. Cambridge University Press, 284 s. ISBN 978-1-107-40382-6.

PRASSAS, S., YOUNG-HOOK, SANDS, W., A., 2006. *Biomechanical Research in Artistic Gymnastics: A Review*. Sports Biomechanics, 5 (2), 261–291 s. PMID 16939157, DOI 10.1080/14763140608522878.

RICHTER, R., 2014. *Přírodní látky v doplňcích stravy a jejich role u osteoartrózy*. Praktické lékařství 10(1), 20–23 s. převzato a aktualizováno z Praktické lékařství 2007, 3(1), 35–36 s. a Praktické lékařství 2007, 3 (2), 80–84 s, ISSN 1803-5329.

SAWKA, M., N., BURKE, L., M., EICHNER, E., R., MAUGHAN, R., J., MOUNTAIN, S., J., STACHENFELD, N., S., 2007. *American College of Sports Medicine position stand. Exercise and fluid replacement*. Med Sci Sports Exerc, 39 (2), 377–390 s. PMID 17277604, DOI 10.1249/mss.0b013e31802ca597.

SKOLNIK, H., CHERNUS, A., 2011. *Výživa pro maximální sportovní výkon*. 1. vyd., Praha: Grada, 240 s. ISBN 978-80-247-3847-5.

SKOPOVÁ, M., ZÍTKO, M., 2013. *Základní gymnastika*. Praha, 199 s. ISBN 978-80-246-2194-4.

SVAČINA, Š., 2008. *Klinická dietologie*. 1. vyd. Praha: Grada, 384 s. ISBN 978-80-247-2256-6.

SVAČINA, Š., MULEROVÁ, D., BRETŠNAJDROVÁ, A., 2012. *Dietologie: pro lékaře, farmaceuty, zdravotní sestry a nutriční terapeuty*. 1. vyd. Praha: Triton, 331 s. ISBN 978-807-3873-479.

SUKOP, J., 1997. *Závislost vývojových změn svalové síly na somatickém rozvoji*. In PAVLÍK, J., 2003. *Tělesná stavba jako faktor výkonnosti sportovce*. Brno: Masarykova Univerzita, Pedagogická fakulta, 57 s. ISBN 80-210-2130-6.

VILIKUS, Z., MACH, I., BRANDEJSKÝ, P. 2012. *Výživa sportovců a sportovní výkon*. 1. vyd. Praha: Karolinum, 177 s. ISBN 978-80-246-2064-0.

VERCRUYSSSEN, M., 1984. *Anthropometric profile of female gymnasts*. Paper presented at the Sports Biomechanics: Proceedings of the International Symposium of Biomechanics in Sports, Del Mar, CA. ISSN 1999-4168.

WEIMANN, E., WITZEL, C., SCHWIDERGALL, S., BOHLES, H. J., 2000. *Peripubertal perturbations in elite gymnasts caused by sport specific training regres and inadequate nutritional intake*. Int J Sports Med, 21 (3), 210–215 s. PMID 10834355, DOI 10.1055/s-2000-8875.

ZANKER, C., L., GANNON, L., COOKE, C., B., GEE, K., L., OLDROYD, B., TRUSCOTT, J., G., 2003. *Differences in bone density, body composition, physical activity, and diet between child gymnasts and untrained children 7-8 years of age*. J Bone Miner Res, 18 (6), 1043–1050 s. PMID 12817757, DOI 10.1359/jbmr.2003.18.6.1043.

ZANKER, C., L., OSBORNE, C., COOKE, C., B., OLDROYD, B., TRUSCOTT, J., G. 2004. *Bone density, body composition and menstrual history of sedentary female former gymnasts, aged 20-32 years*. Osteoporos Int, 15 (2), 145–154 s. PMID 14647879, DOI 10.1007/s00198-003-1524-y

## Internetové zdroje

Web 1 : <http://www.gymfed.cz/7-o-sportu-sgm.html> [10. 11. 2016, 20:46]

Web 2: <http://www.gymfed.cz/8-pravidla-sgm.html> [10. 11. 2016, 20:50]

Web 3: BERNACIKOVÁ, M., KAPOUNKOVÁ K., NOVOTNÝ J. a kol., 2010. *Sportovní gymnastika In Fyziologie sportovních disciplín* [online]. Brno: Masarykova univerzita. [cit. 2016-10-13] Dostupné z: [http://is.muni.cz/do/fsps/e-learning/fyziologie\\_sport/sport/estet-sportovni.html](http://is.muni.cz/do/fsps/e-learning/fyziologie_sport/sport/estet-sportovni.html). Multimediální internetová učebnice.

Web 4: JANČÍK, J., ZÁVODNÁ, E., NOVOTNÁ, M., 2006. *Fyziologie tělesné zátěže II. In Fyziologie tělesné zátěže – vybrané kapitoly* [online], Brno: Masarykova univerzita. [cit. 2016-10-10]. Dostupné z: <http://is.muni.cz/do/1499/el/estud/fsps/js07/fyziio/texty/index.html>. Multimediální internetová učebnice.

Web 6: Dtest. *Test kloubní výživy 2016 – Nezávislé testy, víc než recenze.*[online]. 2016 [cit. 2017-02-08]. Dostupné z: <https://www.dtest.cz/testy-vyroбку-727/test-kloubni-vyzivy>

Web 7: <https://www.sportsdietitians.com.au/factsheets/food-for-your-sport/food-for-your-sport-gymnastics/> [14. 3. 2017, 18:10]

Web 8: <http://pfyziollfup.upol.cz/castwiki2/?p=5063> [2. 4. 2017, 17:25]

Web 9: Kalorické tabulky potravin. *Kaloricketabulky.cz* [online]. 2007 [cit. 2017-04-10]. Dostupné z: <http://www.kaloricketabulky.cz/tabulka-potravin.php>

Web 10: <https://www.celostnimediceina.cz/laktoza-a-kasein-v-jednotlivych-druzich-mleka.htm> [10. 4. 2017, 13:30]

## 10 Seznam obrázků

Obr. 1 Faktory sportovního výkonu pro sportovní gymnastiku .....	11
Obr. 2 Podíl chondroitin-sulfátu dle deklarovaného množství v přípravcích pro kloubní výživu .....	39

## 11 Seznam tabulek

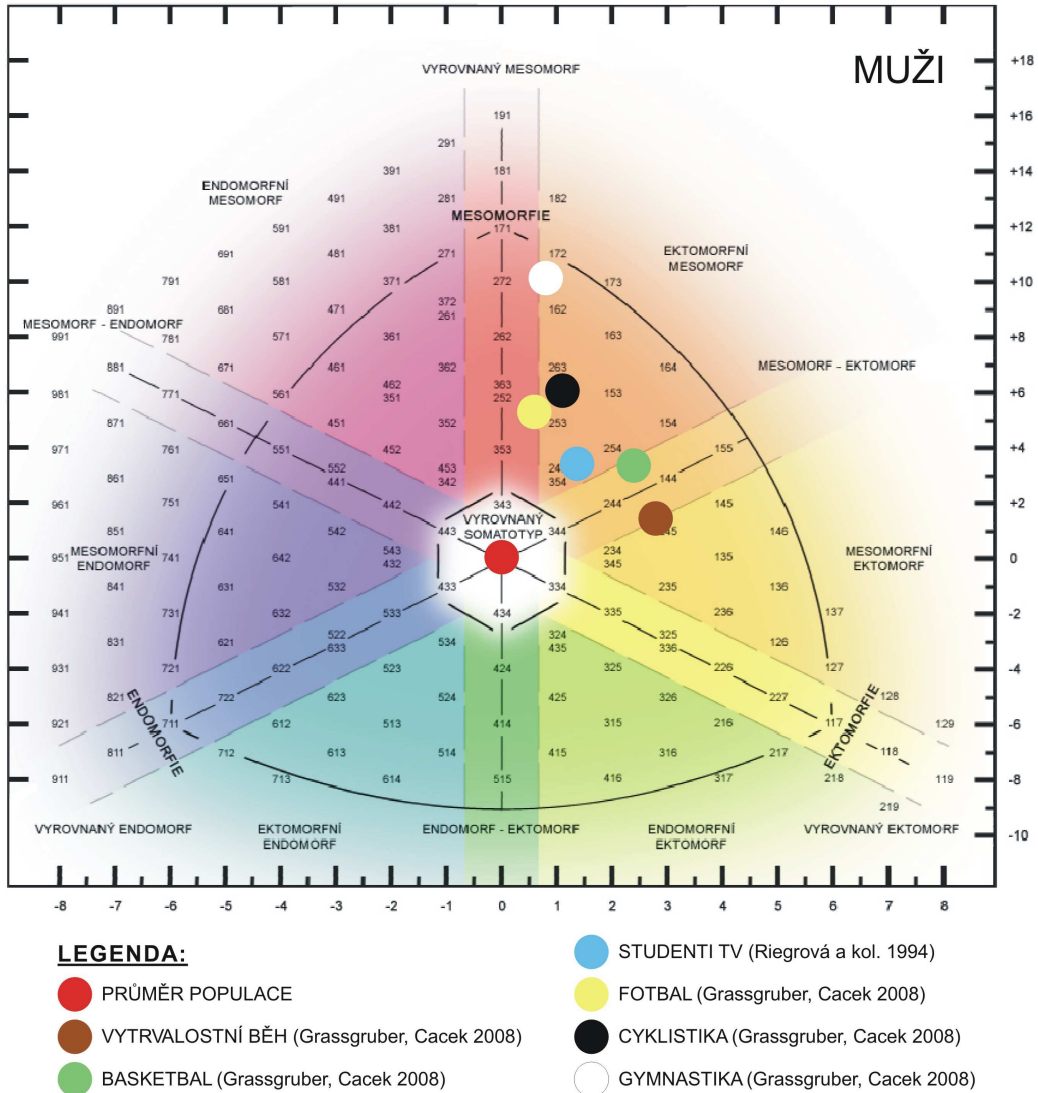
Tab. 1 Základní sportovní odvětví gymnastiky.....	14
Tab. 2 Teoretický odhad energetické potřeby jedince .....	21
Tab. 3 Průměrné délky sestav při jednotlivých disciplínách ve sportovní gymnastice .....	25
Tab. 4 Přehled aminokyselin z hlediska potřeb organismu.....	34
Tab. 5 Výsledky testovaných produktů určených pro kloubní výživu .....	39
Tab. 6 Množství elektrolytů v potravině a potu .....	50
Tab. 7 Výpočet příkladu stravy v amatérském období .....	54
Tab. 8 Celková energie 6500 kJ .....	55
Tab. 10 Výpočet příkladu stravy ve vrcholovém období.....	57
Tab. 11 Celková energie 11200 kJ .....	58
Tab. 12 Výpočet příkladu stravy v trenérském období.....	60
Tab. 13 Celková energie 8500 kJ .....	61

## 12 Seznam příloh

Příloha 1 Somatograf mužů
Příloha 2 Somatograf žen
Příloha 3 Minerální látky důležité při vysoké fyzické námaze
Příloha 4 Vitaminy důležité při zátěži

# Příloha 1

## Somatograf mužů

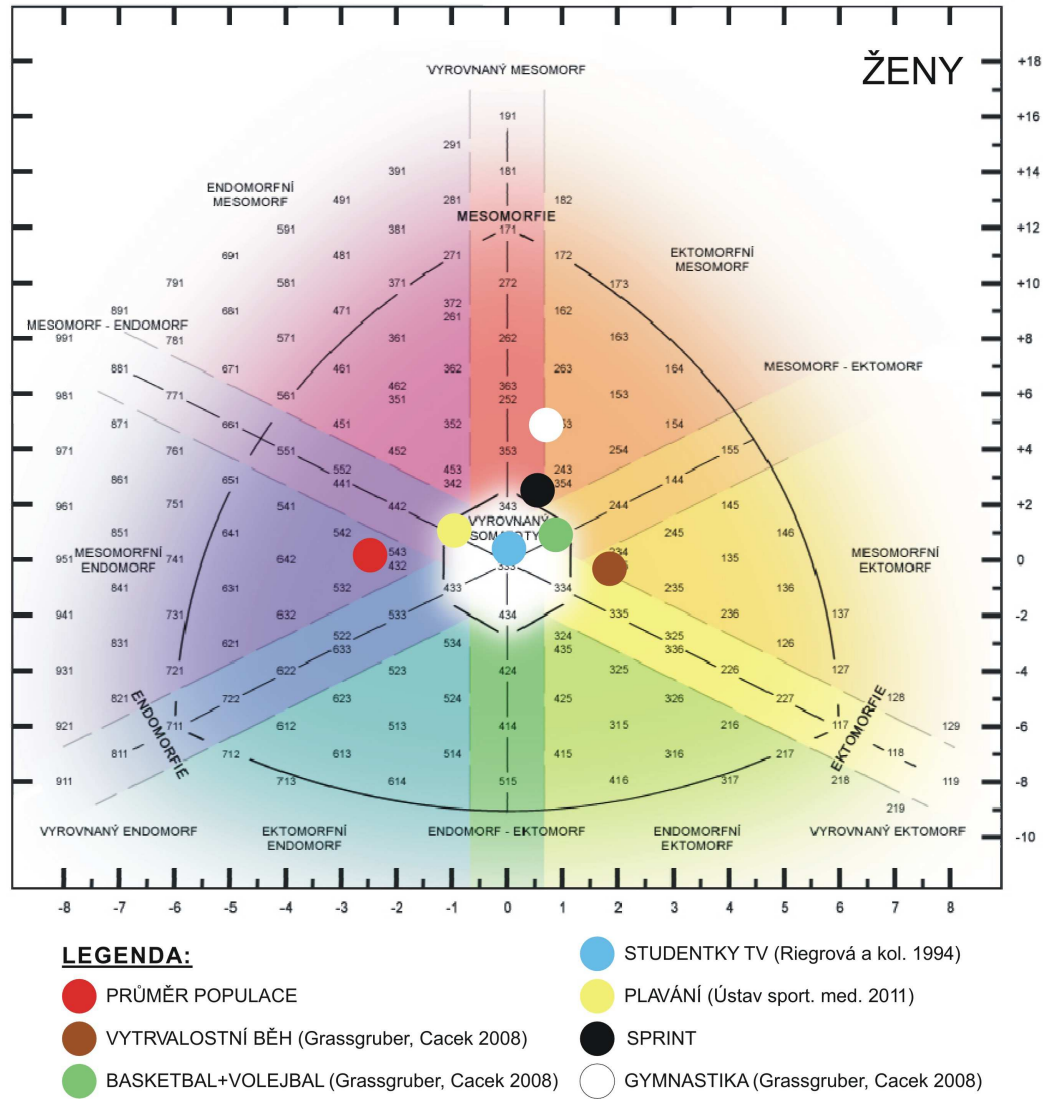


Zdroj: *Praktická cvičení z fyziologie člověka pro studenty bakalářských oborů Tělesné výchovy.*

Bernaciková et al., 2014

## Příloha 2

### Somatograf žen



Zdroj: Praktická cvičení z fyziologie člověka pro studenty bakalářských oborů Tělesné výchovy.

Bernaciková et al., 2014



### Příloha 3

#### Minerální látky důležité při vysoké fyzické námaze

Minerální látka	Biologický význam	Výskyt v potravě	Doporučená denní dávka
<b>Vápník</b>	Stavební složka zubů, srážlivost krve, regulace svalové činnosti	Mléko, mléčné výrobky, luštěniny, obiloviny, zelenina	800–1200 mg
<b>Fosfor</b>	Součást kostí a zubů, DNA RNA, ATP, fosfolipidů	Mléko, mléčné výrobky, luštěniny, maso, kvasnice	800–1200 mg
<b>Draslík</b>	Nitrobuněčný kationt udržující tetinu uvnitř buňky, přenos nervových impulsů, osmotická rovnováha	Ovoce (banány, meruňky), zelenina, mléčné výrobky, obiloviny, luštěniny, ořechy	2500–4000 mg
<b>Sodík</b>	Mimobuněčný kationt udržující objem mimobuněčné tekutiny a krve, osmotického rovnováha	Běžná strava, NaCl	2500 mg
<b>Hořčík</b>	Nitrobuněčný kationt, činnost enzymů, přenos nervových vzruchů	Zelenina (součástí chlorofylu v rostlinách), mléko, ořechy, luštěniny	300–400 mg
<b>Železo</b>	Součást hemoglobinu a myoglobinu (přenos kyslíku), elektronový transport, součást enzymů	Játra, maso, zelenina, ovoce, žloutky, ořechy, datle, fíky	10–18 mg
<b>Síra</b>	Součást aminokyselin, detoxikační procesy	Mléko, vejce	500–1000 mg
<b>Jód</b>	Energetický metabolismus, součást hormonů štítné žlázy	Mořské ryby a produkty, jodidová sůl, pitná voda	150–180 µg
<b>Měď</b>	Významný koenzym při metabolismu železa (podporuje jeho vstřebávání v trávicí soustavě a syntézu hemu)	V běžné potravě ve stopovém množství, maso, vejce, kakao, ořechy, listová zelenina	2–5 mg

<b>Minerální látka</b>	<b>Biologický význam</b>	<b>Výskyt v potravě</b>	<b>Doporučená denní dávka</b>
<b>Selen</b>	Spolu s vitamínem E působí jako antioxidant	Mořské plody, obiloviny vnitřnosti, vejce, – závisí na obsahu Se v půdě	50–100 µg
<b>Chrom</b>	Lipoproteinový metabolismus, inzulinová aktivita	Maso, kvasnice, ořechy, sýry	150–200 µg
<b>Zinek</b>	Součást enzymů pro intermediární metabolismus a proteinovou syntézu, podílí se na hojení, transport vitamínu A	Maso, vejce, sýry, obiloviny	10–15 mg
<b>Kobalt</b>	Součást vit. B <sub>12</sub> , podílí se na krvetvorbě	Zelenina, obiloviny, vnitřnosti	5–10 mg

Zdroj: *Klinická dietologie*. Svačina, 2008

#### Příloha 4

##### Vitaminy důležité při zátěži

Není zařazen vitamin K, jelikož nebyla zjištěna jeho specifická funkce při zátěži.

<b>Vitamin</b>	<b>Metabolická funkce</b>	<b>Potravinové zdroje</b>	<b>Doporučená denní dávka</b>
<b>Vitaminy rozpustné v tucích</b>			
<b>A</b>	Zrak, důležitý pro rohovku a kůži, růst kostí a zubů, imunita, antioxidantní funkce,	Játra, mléčné výrobky, ryby, zelené, žluté a oranžové ovoce a zelenina, vejce	1–2 mg
<b>D</b>	Růst kostí, vstřebávání vápníku a fosforu, mineralizace kostní tkáně	Máslo, obohacené mléko, rybí tuk, vaječný žloutek, rostlinné oleje	5–10 µg + syntéza v kůži pomocí UV záření
<b>E</b>	Antioxidant, ochrana vit. A, stabilizace buněčných membrán	Rostlinné oleje, zelená a listová zelenina, klíčky pšenice, celozrnné obiloviny, játra, žloutek, ořechy, semena	20 mg

<b>Vitaminy rozpustné ve vodě</b>			
<b>Vitamin</b>	<b>Metabolická funkce</b>	<b>Potravinové zdroje</b>	<b>Doporučená denní dávka</b>
<b>B<sub>1</sub> (thiamin)</b>	Metabolismus sacharidů	Vepřové a hovězí maso, obiloviny, luštěniny, kvasnice, žloutek, játra	1,1–1,4 mg (1,2–2,2 podle zatížení)
<b>B<sub>2</sub> (riboflavin)</b>	Transport elektronů v mitochondriích	Mléko, jogurty, tvaroh, kvasnice, játra, vejce	1,1–1,3 mg
<b>B<sub>3</sub> (niacin)</b>	Koenzym v energetickém metabolismu, pomáhá využít sacharidy pro získání energie, přenos vodíku	Mléko, vejce, drůbež, ryby, celozrnné obiloviny, obohacený chléb a vločky, ořechy	16–18 mg
<b>B<sub>6</sub> (pyridoxin)</b>	Pomáhá při tvorbě červených krvinek, syntéza aminokyselin	Potraviny bohaté na bílkoviny, celozrnné obiloviny a chléb, banány, zelená listová zelenina, luštěniny	1,3–2 mg
<b>B<sub>9</sub> Folát (kyselina listová)</b>	Tvorba červených krvinek	Zelená listová zelenina, pomeranče, játra, semena, luštěniny	400–600 µg
<b>B<sub>5</sub> (kyselina pantothenová)</b>	Oxidativní metabolismus	Součást mnoha potravin	5–6 mg
<b>Biotin (vitamin H)</b>	Energetický metabolismus, syntéza tuků a glykogenu	Součást mnoha potravin	25–30 mg
<b>B<sub>12</sub> (kyanokobalamin)</b>	Tvorba červených krvinek	Játra, maso, ryby, žloutek, mléko, sýry	1,5 µg
<b>C (kyselina askorbová)</b>	Antioxidant, syntéza katecholaminů, obnova tkání	Citrusy, čerstvá zelenina a ovoce, listová zelenina	60–100 mg (100–200 mg vysokém zatížení)

Zdroj: *Doplňky stravy*. Mach, 2013

