

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

Fakulta tělesné výchovy a sportu



Doplňky stravy jako součást sportovní přípravy

Bakalářská práce

Vedoucí bakalářské práce:

Prof. Ing. Václav Bunc, CSc

Zpracoval:

Václav Ješko

Abstrakt

Název práce: Doplnky stravy jako součást sportovní přípravy

Cíle práce: Cílem práce bylo shromáždit informace o makronutrientech a vybraných doplňcích stravy, které se nejvíce používají ve fitness centrech.

Metody práce: Údaje o makronutrientech a jednotlivých sportovních doplňcích stravy byly získávány z odborné literatury a webových prezentací.

Výsledky práce: Předložená práce shrnuje aktuální poznatky o základních složkách potravy (sacharidy, tuky, bílkoviny) a její doporučený příjem při vykonávání fyzické zátěže. Následující kapitola je věnována doplňkům stravy, které jsou s oblibou používány ve fitness centrech, zaměřil jsem se na jejich účinnost, zlepšení fyzického výkonu při sportovní činnosti a nežádoucí účinky, které mohou být vyvolány z důsledku špatného dávkování. Poslední kapitola se věnuje energetickému krytí u rychlostního a vytrvalostního zatížení a její potřebě jednotlivých živin. U rychlostního zatížení jsou kladeny výraznější nároky na vyšší potřebu bílkovin a u vytrvalostního zatížení vyšší potřebu sacharidů.

Klíčová slova: doplňky stravy, výživa, zatížení, bílkoviny, sacharidy, tuky, aminokyseliny

Abstrakt

Name of paper: Complements of nourishment as part of sports preparation

Aim of paper: Aim of my work was to collect information on makronutrients and chosen complements of nourishment, which are mostly used in fitness centres.

Methods of paper: Macronutrients and particular sports complements of nourishment data was gained from specialized literature and web presentations.

Results of paper: Presented paper resumes current findings about basic elements of nourishment (sugars, proteins, fats) and its recommended acceptance by doing physical drain. Following chapter refers to the complements of nourishment which are popular to use in fitness centers, I aimed myself at their effect and improvement of physical achievement in physical activities and at adverse effect which could be raised by consequence of wrong dosage. Last chapter attend to energetic covering in speed and persistence load and its requirements of particular nutrients. In speed load is demanded higher need of proteins and in persistence load higher need of carbohydrates.

Key words: complements of nourishment, nutrition, load, proteins, sugars, fats, amino acids

Poděkování:

Mé poděkování patří vedoucímu bakalářské práce panu Prof. Ing. Buncovi, CSc a Bc. Vondráškovi za cenné rady, konzultace, připomínky a kritiky, které mi v průběhu psaní poskytl.

Václav Ješko

Prohlášení:

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Doplňky stravy jako součást sportovní přípravy" jsem vypracoval samostatně pod vedením Prof. Ing. Václava Bunce, CSc. s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

.....
Václav Ješko

Svoluji k zapůjčení své bakalářské práce ke studijním účelům.

Prosím, aby byla vedena přesná evidence vypůjčovatelů, kteří musejí pramen převzaté literatury řádně citovat.

Jméno a příjmení:	Číslo obč. průkazu:	Datum vypůjčení:	Poznámka:
-------------------	---------------------	------------------	-----------

Obsah

1. Úvod.....	8
2. Cíl a úkoly.....	10
3. Význam výživy ve sportu	11
4. Základní složky potravy.....	13
4.1. Makronutrienty	13
4.1.1. Bílkoviny	14
4.1.2. Sacharidy	19
4.1.3. Tuky	27
5. Doplnky stravy pro sportovce.....	30
5.1. Aplikace doplňků stravy	31
5.2. Vybrané suplementy	31
5.2.1. Kreatin	31
5.2.2. Kofein	34
5.2.3. L-karnitin	37
5.2.4. HMB	40
5.2.5. L-Glutamin.....	42
6. Strava sportovce při výkonu	46
6.1. Strava před výkonem	46
6.2. Strava během výkonu.....	48
6.3. Strava po výkonu	49
7. Energetické krytí při rychlostním a vytrvalostním zatížení a její vliv na stravování .	51
8. Diskuse.....	54
9. Závěr	56
10. Seznam použitých zkratk	57
11 . Seznam použité literatury	58

1. Úvod

„Ve světě moderního sportu je k podání nejlepších výkonů potřeba odevzdat se svému cíli v mnoha oblastech. Dnes již dávno nestačí spoléhat se na přirozený talent. Stejný význam je mezi vrcholovými sportovci přisuzován tvrdému tréninku, kvalitnímu vybavení a vůli zvítězit. V této situaci může způsob stravování znamenat rozdíl mezi vítězstvím a prohrou nebo podáním nejlepšího výkonu a pouhým dokončením závodu.“
[16].

Strava, kterou běžně přijímá naše populace, nám dodává všechny potřebné látky k životu. Mohou probíhat všechny biochemické reakce v našem organismu. Vyvážená strava, složená ze základních živin (makronutrientů), vitamínů a minerálů, je základem pro dobrý zdravotní stav, dobrou regeneraci a podávání adekvátních výkonů ve sportu.

Sportovci, kteří jsou na vrcholové úrovni (někdy i amatérští sportovci), jsou vystavováni extrémnímu fyzickému zatížení, při kterém spálí 15000-20000KJ denně. Mnohdy je velmi těžké tuto energii doplnit pouze z běžné stravy, a proto je pro tyto lidi vhodná konzumace doplňků stravy.

Užívání doplňků stravy je ve světě rozšířené. Přehled publikované literatury ukazuje, že sportovci užívají doplňky stravy mnohem častěji (asi v 50%) než běžná populace (35-40%), přičemž vrcholoví sportovci uvádějí užívání doplňků stravy v 60%. Všechny průzkumy zjistily, že prevalence a typ užívaných přípravků se liší podle druhu sportu, pohlaví sportovců a úrovně, na které soutěží. Podle některých průzkumů užívá některou formu z doplňků stravy 100% kulturistů a sportovců, kteří chodí do posilovny [16].

Téma „Doplňky stravy jako součást sportovní přípravy“ jsem si vybral záměrně, protože působím jako kondiční trenér ve fitness centru a poskytuji rady v oblasti výživy, která je jednou z nejdůležitějších složek výkonu a která je také nejvíc podceňována. Mým cílem je poskytnout informace pro sportovce, ale i pro širokou veřejnost o základních složkách potravy (proteiny, sacharidy, tuky), pravidlech jejich užití ve sportu

a doplňcích stravy ve sportu, které jsou v současné době nejpoužívanější ve fitness centrech.

2. Cíl a úkoly

Cíl:

Na základě odborné literatury a webových prezentací podat přehled o základních živinách a vybraných doplňcích stravy.

Úkoly:

1. Nahromadit kvalitní odbornou literaturu z webových prezentací, české a zahraniční literatury.
2. Prostudovat nahromaděnou literaturu.
3. Vyhodnotit tyto odborné prameny a na jejich základě podat ucelené informace.

3. Význam výživy ve sportu

V posledních letech se rekordy ve sportu stále posouvají. Výkonnostní vzestup v jednotlivých disciplínách je především výsledkem zlepšených tréninkových metod a vlivem mnohem vyššího stupně zatěžování. To mě vede k názoru přisoudit i výživě důležitou roli při rozvoji sportovní výkonnosti. Výživa by dokonce mohla být pro výkonnost sportovce rozhodujícím faktorem, a to hlavně v situaci, vykazuje-li závažné nedostatky, které brání plnému rozvinutí výkonnosti. Při pečlivě promyšleném uspořádání stravy může dojít ke zvýšení sportovní výkonnosti, a to jak svým dlouhodobým účinkem, tak i krátkodobým vlivem specifických dietních manipulací [20].

Kvalita výživy výrazně mění schopnost absolvovat fyzickou zátěž. Jedině dlouhodobá vysoce kvalitní výživa vede k dokonalému zdraví a umožňuje kvalitní trénink. Nemůže však odstranit některé dědičné nedostatky, i když je v řadě případů může výrazně zredukovat [20].

Z pohledu výživy je nutné rozlišovat mezi těmi, kdo sportují pro radost nebo se účastní regionálních soutěží, aniž by přitom trénovali každodenně několik hodin, a těmi, kdo jsou skutečnými profesionály. Rekreační sportovci nepotřebují specificky sestavenou výživu ani moderní formy legálních podpůrných prostředků. To však neznamená, že nepotřebují obecně prospěšné potravinové doplňky. Ty totiž potřebuje i nesporevec. Rekreační sport nenutí organismus k opakovaným maximálním výkonům, vyžadujícím delší než 24hodinovou regeneraci, a nevyžaduje systematickou přípravu [8].

Pokud se bude nesporevec dlouhodobě stravovat neracionálně, bude mít dříve nebo později zdravotní problémy. Pokud se však bude stejně špatně stravovat sportovec, bude mít problémy ještě dřív. Kromě toho je vyloučeno, aby sportovec, trpící vážnými zdravotními problémy, dosáhl špičkové výkonnosti, natož aby si ji po významně dlouhou dobu udržel [8].

Při hledání správné stravy je nutné individuální řešení – ušít stravu na tělo, ani zkušený trenér nemůže vidět do sportovce lépe než on sám. Sestavení jídelníčku by tedy mělo

být věci konzultace. Co vyhovuje jednomu sportovci, nemusí být vhodné pro druhého. Každý člověk je unikátní. Nalezení optimálního stravování vyžaduje nějaký čas a obvykle metodou pokusů a omylů. Čím je větší objem, intenzita zátěže a věk, tím větší pozornost musíme věnovat výživě [21].

4. Základní složky potravy

Podle Konopky [13] je možné rozdělit látky, ze kterých se skládá potrava, do dvou skupin:

- 1) živiny: cukry, tuky, bílkoviny, které jsou také označovány jako hlavní výživné látky
- 2) vitaminy, minerální látky a stopové prvky, které jsou nutné pouze v minimálních množstvích a které samy energii nepřinášejí, ale jsou nezbytné pro řízení získávání energie odbouráváním hlavních výživných látek.

Tab. č. 1: Optimální poměr výživných látek [13]

Makronutrienty	Vytrvalostní trénink	Silový trénink
Sacharidy	55 – 60 % kcal	45 – 55 % kcal
Tuky	25 – 30 % kcal	30 – 35 % kcal
Bílkoviny	12 – 15 % kcal	15 – 20 % kcal

Poměr jednotlivých hlavních živin v přijímané stravě vychází z absolutního množství přijaté energie a hmotnosti sportovce, dále závisí na složení těla, pohlaví a druhu sportu či zátěže. Obecně lze říci, že při zátěži převážně vytrvalostní je zvýšen podíl sacharidů, při budování síly se zvyšuje podíl bílkovin [21].

4.1. Makronutrienty

V kapitole se zaměřím na všeobecné informace o živinách (bílkoviny, sacharidy, tuky), jejich rozdělení, jaký mají vliv na fyzický výkon a jaké množství se doporučuje při sportovní činnosti.

4.1.1. Bílkoviny

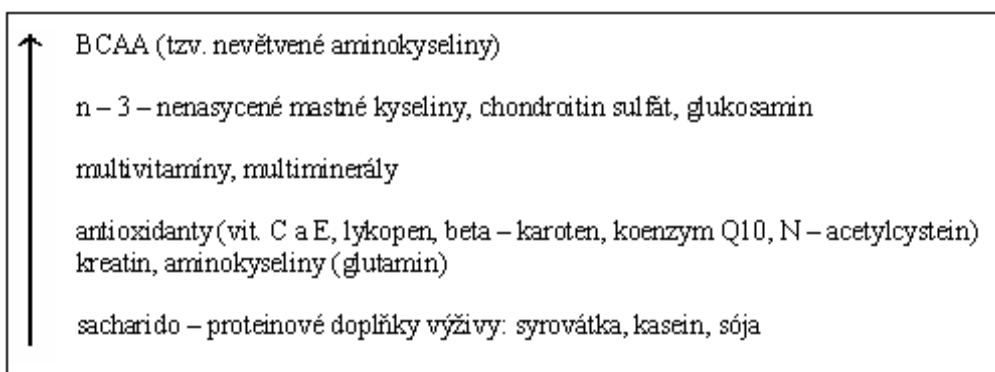
Bílkoviny představují základní materiál pro stavbu těla, jsou tedy nezbytné pro růst, údržbu a opravu tělesných tkání, tvoří základní strukturu kosti, kůže, svalových vláken, enzymů a hormonů. V průběhu trávení jsou bílkoviny rozkládány na své základní složky – aminokyseliny. Některé aminokyseliny si dokáže tělo syntetizovat samo z ostatních prvků stravy, 8 – 9 aminokyselin, označovaných jako esenciální, si vytvořit nedokáže. Bílkoviny se neukládají do zásoby, proto je nutné je dodávat ve stravě pravidelně a rovnoměrně. Jako nejkvalitnější z hlediska výživy považujeme bílkoviny vajec, mléka, mléčných výrobků a masa [19].

Bílkoviny ve sportu

Bílkoviny (proteiny) jsou nezbytné jako součást stavební jednotky svalů, měly by tvořit základnu doporučené výživové pyramidy (viz. Obr. 1). Přijímáme je hlavně ze stravy, ale to má i své nevýhody. Bílkoviny z masa jsou obvykle provázeny tuky a jejich kuchyňské úpravy jsou časově náročné. A tady přicházejí na pomoc právě proteinové doplňky. Mohou být syrovátkového, kaseinového či sójového původu. Nejlepší z nich jsou syrovátkové bílkoviny, které jsou nejvstřebatelnějším zdrojem svalových aminokyselin [14].

Potřeba bílkovin se během fyzické zátěže zvyšuje. Jedním z důvodů je fakt, že bílkoviny mohou být použity jako zdroj energie a to zejména při dlouhodobější zátěži, kdy dochází k poklesu zásob glykogenu. Bílkoviny mohou v případě přeměny na glukózu dodávat až 15% potřebné energie. Dalším důvodem vyšší potřeby bílkovin je jejich využití na obnovu a regeneraci svalové tkáně, která je během náročného tréninku poškozena [1].

Obr. č. 1: Pyramida důležitosti doplňků stravy [14]



Množství bílkovin ve stravě

Odborníci radí, že správný příjem bílkovin v naší stravě by měl být 0,75 g bílkovin na kg tělesné váhy, což odpovídá zhruba 15-20% celkově kalorického příjmu člověka. Ve sportovní výživě je tomu trochu jinak, za optimální příjem bílkovin se považuje 1-1,8 g na kg tělesné váhy v závislosti na sportovní aktivitě. Přitom platí, že prakticky veškerou potřebu bílkovin sportovců lze hradit běžnými potravinami a proteinové koncentráty jsou zcela zbytečné. Stejně tak zvyšování příjmu bílkovin nad 2 g na kg tělesné váhy je považováno za zbytečné a neúčinné [22].

Z výše uvedeného je také zřejmé, že není žádoucí, aby se pro získávání energie používaly bílkoviny. V tomto případě dochází ke ztrátám svalové hmoty, jak to vidáme u osob podvyživených, ale k této situaci může docházet i u lidí držících drastické diety. Také nadměrný příjem bílkovin není zcela žádoucí, neboť bílkoviny mohou svými rozpadovými produkty zatěžovat ledviny a játra. Navíc vysoký příjem bílkovin ve formě masa je velmi často doprovázen současným vysokým příjmem nasycených tuků a cholesterolu [22].

Podle „Oficiálního stanoviska“ ACSM (American College of Sports Medicine), ADA (American Dietetic Association) a DC (Dietitians of Canada), vydaného v prosinci 2000, se zvyšuje potřeba bílkovin na 1,2 – 1,4 g/kg/den u sportovců s převažující vytrvalostní zátěží a na 1,6 – 1,7 g/kg/den u sportovců, v jejichž pohybovém režimu

převažuje silová zátěž. Jakékoli další zvyšování spotřeby bílkovin je prokazatelně kontraproduktivní a může vést k řadě závažných zdravotních poškození [19].

Tab. č. 2: Obsah bílkovin ve vybraných potravinách [23]

Potravina - 100g	Bílkoviny (g)	Energie (kJ)
Hovězí maso zadní	19,2	760
Kuřecí maso	21,6	520
Libové vepřové maso	18,2	1 000
Filé z tresky	16,2	300
Tuňák v oleji	22,1	660
Polotučné mléko	3,2	190
Ovocný jogurt	3,5	410
Jemný tvaroh	17,5	460
Hermelín	20,1	1 490
Sýr eidam - 30%	30,3	1 100
Arašídý	26,9	2 510
Mandle	17,5	2 590
Čočka	26,9	1 440
Sója	43,8	1 860
Ovesné vločky	11,7	1 480
Pšeničné klíčky	26,6	1 310

Aminokyseliny

Velký pokrok v osmdesátých letech znamenal zavedení aminokyselinových přípravků. Tehdy biochemici připravili suplementy s obsahem individuálních aminokyselin, které mohou být organismem zpracovány a využity bez negativních vedlejších účinků, často spjatých s vysokoproteinovými dietami. Pro lepší pochopení úlohy a funkce

aminokyselinových suplementů se zjednodušeně podívejme na jejich biochemii. Jednotlivé bílkoviny jsou pospojovány do řetězců, které pak tvoří bílkovinu. Představme si tedy jako bílkovinu šňůru korálů, z čehož každá kulička představuje jednu aminokyselinu. Těchto aminokyselin, tvořící řetězec, může být až několik set. Jednotlivé aminokyseliny jsou pak mezi sebou pospojovány peptidovými vazbami. Vezmu si jako příklad jednu z nejjednodušších bílkovin, kterou je hormon insulin. Obsahuje ve dvou peptidických řetězcích 51 aminokyselin anebo např. enzym ribonukleáza, obsahující v jednom peptidickém řetězci 124 aminokyselin. Sekvence aminokyselin je pak pro každou bílkovinu specifická. Neexistují dvě bílkoviny rozlišné funkce, jež mají naprosto stejnou stavbu a sekvenci aminokyselin. Naproti tomu změna jediné aminokyseliny nebo pořadí dvou aminokyselin v peptidovém řetězci z celkového počtu může zcela změnit biologickou aktivitu bílkovinné látky (např. hormonu) či její původ. Ve své formě je však specificky fungující bílkovina pro organismus nevyužitelná. Úlohou trávicího systému je pak rozbít bílkoviny právě na aminokyseliny, které jsou pak pro organismus dále využitelné. Děje se tak v první řadě v žaludku štěpením peptidových vazeb tyrosinu nebo fenylalaninu. Žaludeční pepsiny jsou pak inaktivovány v tenkém střevě díky jeho téměř neutrálnímu pH. Trávení pak dále probíhá v tenkém střevě pomocí enzymů trypsinu a chymotrypsinu z pankreatické šťávy. Tyto dva enzymy štěpí již pepsiny natrávené molekuly bílkovin na oligopeptidy. Jsou ale schopny dovést tento děj až na úroveň tri- a dipeptidů. Definitivnímu rozkladu na jednotlivé aminokyseliny napomáhají, podobně jako u sacharidů, enzymy umístěné v membráně kartáčového lemu enterocytů. Proces trávení bílkovin je velmi energeticky náročný a je spojen s velkou spotřebou energie. Formou aminokyselinového suplementu je pak organismu dodána již enzymaticky rozštěpená bílkovina v podobě hydrolyzátu, takže ji organismus již nemusí trávit, ale pouze vstřebávat. Tím se velmi ulehčuje činnosti trávicího systému a podstatně urychluje dodávka potřebných aminokyselin do svalové hmoty, kde probíhají intenzivní regenerační procesy a syntéza svalových bílkovin. Tento fakt je hlavním důvodem produkce suplementů s obsahem individuálních aminokyselin. V současné době existují na trhu dva typy preparátů s obsahem volných aminokyselin. V první řadě jsou to suplement s čistou krystalickou formou aminokyselin. Tyto preparáty nabízejí vyšší biologickou aktivitu a jsou efektivnější, pokud se snažíme vylézt maximální efekt z individuální aminokyseliny.

Druhým typem jsou aminokyselinové suplementy s peptidovou vazbou. Jsou vhodné jako výživový suplement pro zvýšený příjem proteinů, ale není tak účinný jako při suplementaci individuální aminokyselinou. Hlavní předností těchto preparátů je o mnoho nižší cena v porovnání s druhou skupinou suplementů, vycházející především z menší náročnosti technologického postupu výroby [6].

Dělení aminokyselin:

Tab. č. 3: Dělení aminokyselin [24]

Esenciální (nezbytné) aminokyseliny	histidin (esenciální pouze pro děti), taurin, isoleucin, leucin, lysin, methionin, phenylalanin, threonin, tryptofan, valin, arginin.
Neesenciální (nahraditelné) aminokyseliny	alanin, arginin, asparagin (resp. kyselina asparagová), cystein, glutamin (resp. kyselina glutamová), glycin, prolin (resp. hydroxyprolin), serin, tyrosin, histidin (pouze pro dospělé).

Z jednotlivých aminokyselin se tvoří nesmírné množství zcela rozdílných typů bílkovin. Aminokyselin je kolem dvaceti a výsledných bílkovin jsou tisíce. Bílkoviny jsou například enzymy, stavební bílkoviny, protilátky, hormony, ale i dokonce různé toxiny (jedy) anebo i některá antibiotika. Účinek podávání jednotlivých aminokyselin, případně jednoduchých směsí, je spíše podobný podávání léků [24].

Užívání aminokyselin formou doplňků stravy

Aminokyselinové přípravky se dávkuje vždy na prázdný žaludek, minimálně půl hodiny před jídlem. Zajistíte tak nejvyšší efektivitu a vstřebatelnost. Důležité je také zapít suplement dostatečným množstvím vody, u lisovaných tablet to platí dvojnásob. Pokud

je to možné, doporučují se tablety před zapitím rozkousat. Množství přijatých aminokyselin je potřeba započítat do celkového konzumovaného množství bílkovin, zejména v případě suplementace komplexními aminokyselinami. Oproti bílkovinným suplementům zde hrozí ještě větší riziko předávkování, ale vzhledem k ceně aminokyselinových suplementů o tom uvažujme jen v teoretické rovině. U větvených aminokyselin BCAA je schéma použití odlišné. Berou se před tréninkem jako prevence destrukce svalové hmoty a také po tréninku k urychlení regenerace a navození anabolizace [6].

U přípravků obsahujících pouze jednu aminokyselinu je jejich použití velmi specifické a neslouží k doplnění aminokyselin v rámci pozitivní dusíkové bilance. Většinou slouží k ovlivnění činnosti hormonálního systému, růstového hormonu zejména. Na tomto místě je důležité podotknout, že suplementy s obsahem jednotlivých aminokyselin nejsou vhodné pro začátečníky (zde by se měla stát nejdůležitějším zdrojem aminokyselin přirozená strava). Jejich zařazení do suplementačního programu musí být důkladně promyšleno a mělo by se stát pouze záležitostí závodních a vrcholových kulturistů. Při neodborné a neřízené aplikaci může lehce dojít k předávkování a nežádoucím účinkům [17].

4.1.2. Sacharidy

Sacharidy jsou hlavním a nejpohotovějším zdrojem energie. Jeden gram sacharidů obsahuje 4 kcal (17 kJ). Tělo je čerpá především z potravy rostlinného původu a jejich nadbytek si ukládá ve formě glykogenu ve svalech a játrech (viz. tabulka 5). Mimo to, že jsou zdrojem a zásobárnou energie, mají i funkce stavební. Chce-li tedy sportovec mít dostatek energie na svůj trénink, dobře regenerovat po tréninku a dosahovat lepších výsledků, musí konzumovat i dostatek sacharidů [5].

Tab. č. 5: Množství glykogenu v těle [5]

Svalový glykogen	6000 kJ
Jaterní glykogen	1200 kJ
Krevní glykogen	300 kJ
Celkem	7500 kJ

Tab. č. 6: Rozdělení sacharidů [5]

MONOSACHARIDY	Obsahující pouze jednu cukernou jednotku. Jednoduché sacharidy jsou často nazývány cukry a už je nelze dále štěpit. Glukóza, fruktóza a galaktóza patří mezi nejjednodušší sacharidy.
OLIGOSACHARIDY	Jsou tvořené ze dvou až deseti jednoduchých sacharidů. Nejvýznamnější jsou disacharidy (dvě cukerné jednotky), k nimž patří laktóza (mléčný cukr), maltóza (sladový cukr) a sacharóza (řepný cukr).
POLYSACHARIDY	Jsou tvořeny více než deseti monosacharidy. Mezi nejběžnější zástupce patří škrob, celulóza a glykogen. Polysacharidy, na rozdíl od mono a disacharidů, se tráví delší dobu, jsou tedy pro lidské tělo zdravější.

Glykemický index

Glykemický index (GI) určuje kvalitu sacharidů podle toho, jak ovlivňují hladinu krevní glukózy [2].

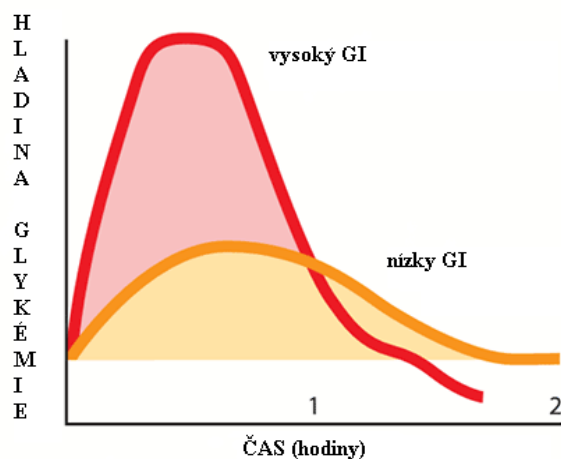
V minulosti převládal názor, že složité sacharidy se vstřebávají pomaleji a tím pádem budou i mírněji ovlivňovat hladinu krevní glukózy. A naopak, že jednoduché sacharidy se vstřebávají rychle a budou tedy i rychle zvyšovat hladinu glukózy v krvi. Tento předpoklad, jak ukázali nejnovější studie, nebyl správný. Bylo třeba vytvořit nový systém dělení sacharidů podle ovlivňování hladiny krevní glukózy. Profesor David Jenkins a Tom Wolever z Torontské univerzity se snažili najít nejvhodnější potraviny pro diabetiky a v roce 1981 zavedli termín glykemický index [2].

Glykemický index porovnává sacharidy v potravinách podle toho, jak rychle se vstřebávají, respektive jak rychle zvýší hladinu krevní glukózy. Nejvíce ovlivňuje hladinu glykémie čistá glukóza (GI = 100). Aby se stanovily rovnocenné podmínky, začaly se všechny potraviny se stejným množstvím sacharidů porovnávat s čistou glukózou. V minulosti se používal na porovnávání bílý chléb, který měl také hodnotu sto. Podle této stupnice měly některé potraviny vyšší GI jak 100, protože po jejich konzumaci stoupla hladina glykémie víc jak u chleba. Tyto dvě stupnice komplikovaly celý systém, v dnešní době se doporučuje porovnávat potraviny s glukózou [2].

Potraviny se určují na stupnici od 0 do 100. Potraviny s vysokým glykemickým indexem mají hodnoty nad 70, s nízkým glykemickým indexem pod 55. Střední hodnota se rovná 55 až 70 [2].

Sacharidy s vysokým GI se rychle štěpí v trávicím traktu. Po jejich konzumaci hladina krevní glukózy rychle dosáhne vysokých hodnot. Sacharidy s vysokým GI možná lze označit jako rychlé sacharidy. Sacharidy s nízkým GI se štěpí pomalu v trávicím traktu. Po jejich konzumaci se hladina krevní glukózy zvyšuje pozvolně a nedosahuje až tak vysoké hodnoty. Návrat k původní hodnotě je pomalejší než u potravin s vysokým GI (viz. Obr. 2). Sacharidy s nízkým GI označujeme jako pomalé sacharidy [2].

Obr. č. 2: Hladina glykémie po přijetí potravin s vysokým GI a s nízkým GI [2]



Glykemický index a sportovní výkon

Před sportovním výkonem je důležité dodat tělu energii a zabránit hypoglykémii. Potraviny s nízkým GI, konzumované hodinu až dvě před cvičením, zvyšují výkonnost. Zajišťují postupné uvolňování energie do krevního řečiště a tím prodlužují trvání výkonu. Týká se to zejména intenzivních výkonů trvajících déle jak 90 minut. Jsou to hlavně sporty jako cyklistika, běžecké lyžování, maratón, horolezectví a další. Je důležité zvolit jídla, která nezpůsobují zažívací těžkosti. Některé potraviny s nízkým GI obsahují hodně vlákniny (ovesné vločky). Mnoho lidí po konzumaci těchto potravin pociťuje během výkonu žaludeční křeče a plynatost. Lidé s těmito příznaky by měli konzumovat spíše nízkoglykemickou stravu s nízkým obsahem vlákniny (např. těstoviny) [2].

Tab. č. 7: Glykemický index různých druhů potravin [13]

Glykemický index (GI)			
Zdroje cukru	GI	Zdroje cukru	GI
Pivo	110	Těstoviny vařené	55
Hroznový cukr	100	Hrozny	45
Bílý chléb	95	Jablečný džus	40
Brambory vařené	85	Ovesné vločky	40
Mrkev vařená	85	Celozrné pečivo	40
Žitný chléb	76	Jablka	38
Bílá rýže	72	Mléčné výrobky	30
Cukr (sacharóza)	70	Hořká čokoláda	22
Čokoláda	70	Zelenina	Méně než 15
Coca-cola	70		

Strava nebo nápoje s vysokým glykemickým indexem, by se neměla podávat 15 – 45 minut před cvičením, aby nezpůsobila negativní efekt. Platí to hlavně pro osoby citlivé na změnu hladiny krevní glukózy. Zvýšená hladina glukózy v krvi sice umožní krátkodobé zvýšení energie, ale vzápětí může v důsledku hypoglykemické reakce klesnout pod úroveň původní hodnoty. Většina sportovců s tím však problémy nemá. Přijetí malého množství potravy nebo tekutin s vysokým GI 5 - 10 minut před cvičením by neměla způsobit hypoglykemickou reakci. Je to příliš krátká doba na to, aby organismus vyloučil inzulín. Když se začne se zátěží, organismus sníží vylučování inzulínu. Je třeba dávat pozor na to, aby natrávená potrava nedělala v žaludku problémy [5].

Pro sportovce je sledování glykemického indexu potravin velkým „plus“, jelikož si tak snadno mohou hlídat hladinu krevního cukru v přijatelných hodnotách, případně ji dle

potřeby zvýšit, což obojí mohou zúročit při samotné sportovní aktivitě nebo regeneraci po ní.

Vláknina patří mezi tzv. nestravitelné polysacharidy. Jedná se o látky rostlinného původu, které jsou částečně nebo zcela rezistentní (odolné) vůči trávicím pochodům a šťávám. Neobsahují žádnou nebo téměř minimální energii (max. 3 kJ / 1 g) [12].

Doporučená denní dávka se udává okolo 30 gramů vlákniny. Potraviny s vysokým obsahem vlákniny neprospívají pouze srdci, ale jsou i velmi vhodným jídlem před cvičením, protože mají nízký glykemický index. To znamená, že zajišťují postupné uvolňování energie (glukózy) do krevního řečiště a mohou tak prodloužit trvání výkonu. Platí to u výkonů trvajících déle než 60 – 90 minut [5].

Tab. č. 8: Potraviny bohaté na vlákninu [23]

Potravina – 100g	Vláknina (g)
Pšeničné klíčky	17,0
Hrách	16,6
Čočka	10,6
Sušené meruňky	8,6
Pšeničný chléb celozrnný	8,1
Žitný chléb	6,0
Mandle	6,0
Červený rybíz	5,6
Ovesné vločky	5,5
Cornflakes	4,0
Mrkev	3,0
Kapusta	3,0
Kedlubna	2,8

Množství sacharidů ve stravě

Denní potřeba sacharidů určuje, kolik sacharidů by měl člověk přijmout za den, respektive za 24 hodin.

Dá se určit několika způsoby. Jeden z nejjednodušších způsobů je vynásobení hmotnosti člověka číslem šest až deset. To znamená, přijat 6 – 10 gramů sacharidů na jeden kilogram hmotnosti. Tato metoda výpočtu je dost nepřesná a neplatí pro osoby se sedavým způsobem života, je určena spíše pro sportovce [5].

Výpočet denní potřeby sacharidů:

denní potřeba sacharidů(g) = hmotnost člověka(kg) x /6 až 10/

Tab. č. 9: Potřeba sacharidů ve vztahu k fyzické zátěži [4]

Fyzická zátěž	Množství sacharidů
Velmi nízká zátěž	3 až 5g/kg
Střední zátěž	5 až 7g/kg
Střední až vysoká zátěž	7 až 12g/kg
Extrémně vysoká zátěž	10 až 12g/kg

Další možností jak získat denní potřebu sacharidů je výpočet z denní energetické potřeby. Tento způsob je ještě přesnější, protože zohledňuje i množství vydané energie a nejen hmotnost člověka.

V literaturách jsou rozdílné údaje o doporučeném denním množství z celkové energetické potřeby. Můžeme je však sjednotit do následujících mezí:

Tab. č. 10: Doporučené denní množství sacharidů [5, 13, 15]

Běžná populace	50 – 60%
Sportovci	60 – 65%
Vytrvalostní sportovci	65 – 75%

Příklad výpočtu denní potřeby sacharidů:

denní potřeba energie (kJ) x 0,6 = denní potřeba energie ze sacharidů (kJ)

denní potřeba energie ze sacharidů (kJ) / 17 = denní potřeba sacharidů (g)

Z denní potřeby energie vypočítáme 60%, čím získáme hodnotu energie, která by měla tvořit denní potřebu sacharidů. Když tuto hodnotu vydělíme číslem 17 (1g sacharidů = 17kJ), získáme denní potřebu sacharidů v gramech [5].

Tab. č. 11: Sacharidy ve vybraných potravinách [5]

Potravina	Množství	Sacharidy (g)	Energie (kJ)
Jablko	1 střední	20	340
Pomeranč	1 střední	15	270
Banán	1 střední	25	440
Bílý rohlík	1ks (60g)	31	682
Tmavý chléb	100g	44	927
Kukuřičné lupínky	100g	86	1 535
Ovesné vločky	100g	74	1 519
Těstoviny	100g	18	365
Polotučné mléko	250ml	12	500
Vařená čočka	100g	17	446
Med	5ml	15	250
Nízkotučný jogurt	150g	30	570

4.1.3. Tuky

Tuky jsou látky tvořené z glycerolu a mastných kyselin. Jsou zdrojem energie, která se používá při aktivitách v nízké intenzitě a dlouhotrvajících aktivitách. Tuky živočišného původu (máslo, sádlo, tuk v mase) jsou obvykle nasycené a přispívají k onemocnění srdce a cév. Tuky rostlinného původu (např. olivový olej, slunečnicový olej) jsou zpravidla nenasycené a méně škodlivé [13].

Na základě jejich chemické struktury (16 až 18 atomů uhlíku) se mastné kyseliny dělí do tří základních skupin:

Tab. č. 12: Dělení mastných kyselin [13]

Nasycené mastné kyseliny	Mají atomy uhlíku mezi sebou spojené jednoduchými vazbami a jsou nejčastějším stavebním kamenem tukových zásob. Jejich zdrojem jsou zejména živočišné potraviny.
Nenasycené mastné kyseliny	Mají ve své struktuře alespoň jednu dvojitou vazbu mezi atomy uhlíku.
Vícenásobně nenasycené mastné kyseliny	Nemají dvojně vazby uspořádané pravidelně, tj. nestřídají se pravidelně s jednoduchými. Tento typ mastných kyselin si lidské tělo není schopno vytvořit, musí být přijímány potravou. Jsou proto také označovány jako esenciální mastné kyseliny, které mohou být dále rozděleny na řady omega-3 a omega-6.

Vliv tuku na zdraví

Vztah ke kardiovaskulárním nemocem je přitom zcela zřejmý. Uvádí se, že pokud by člověk nahradil pouhých 5% energie, kterou konzumuje ve formě nasycených tuků, sacharidů, snížil by riziko kardiovaskulárních nemocí o celých 17%. Je zajímavé, že v České republice se konzumuje v průměru o 5% tuků z celkového kalorického příjmu více, než je doporučovaná horní hranice příjmu tuků odborníky (40% místo 20-35%). Také je známo, že pokud bychom dokázali nahradit 5% našeho kalorického příjmu z nasycených tuků tuky nenasycenými, snížili bychom si riziko kardiovaskulárních nemocí o více než 40% [13].

Tuky jsou praktickými zásobárnami, protože je možné z nich uvolnit až dvojnásobek energie oproti sacharidům nebo bílkovinám. Pravidelný vytrvalostní trénink zvyšuje schopnost kosterního svalstva využívat tuky jako zdroj energie pro svalovou činnost. Podíl tělesného tuku na celkové hmotnosti se pohybuje u trénovaných mužů mezi 5 až 15 procenty a u žen mezi 10 až 25 procenty [13].

Cholesterol

Nedílnou součástí lidského těla je také cholesterol, který se podílí na výstavbě buněčných membrán a na produkci některých hormonů. Část cholesterolu je přijímána v potravě, ale významná část je vytvářena v játrech z nasycených mastných kyselin. Při poruše metabolismu tuků může dojít ke zvýšení hladiny cholesterolu v krvi, což může mít za následek vznik arteriosklerózy. Při transportu cholesterolu do krve hrají důležitou roli transportní bílkoviny tzv. lipoproteiny, které se dělí na ty s nízkou (LDL) a vysokou (HDL) hustotou. Zatímco LDL způsobuje ukládání přebytečného cholesterolu na stěnách cév, HDL naopak napomáhá jeho odbourávání. Mezi hlavní faktory, které hladinu cholesterolu v krvi mohou ovlivnit, patří obezita, nedostatek pohybové aktivity a množství nasycených mastných kyselin v potravě [1].

Tuky jako zdroj energie

Tuková tkáň je vzhledem ke svým vlastnostem významnou zásobárnou energie. Z jednoho gramu tuku je možné uvolnit více než dvakrát tolik energie než z jednoho

gramu sacharidů (asi 9,3 kcal oproti 4,1 kcal), které navíc obsahují i určité procento vody navíc. Tuky tak k uskladnění stejného množství energie potřebují asi jednu sedminu objemu, než která by byla potřeba pro sacharidy [13].

Pro využití tuků jako zdroje energie pro svalovou práci je nutný přísun kyslíku, tzv. oxidativní metabolismus, ke kterému dochází při zátěži o nízké intenzitě (např. při intenzitě nepřesahující 50% VO_2 max dodává tuk více než polovinu energie). Na využití tuků má vliv i délka zátěže, neboť způsob využití živin se mění i s časem. Při dlouhotrvající zátěži postupně dochází k vyčerpání glykogenu ve svalech a jako zdroj energie jsou využívány tuky, což ovšem může být provázeno nutností snížit intenzitu zátěže. Míru využitelnosti tuků jako zdroje energie lze ovlivnit dlouhodobým, zejména vytrvalostním tréninkem, kdy postupně dochází k úpravě metabolismu tuků, které jsou využívány při nižších intenzitách zátěže, čímž dochází k pozdějšímu vyčerpání glykogenu a tím i nástupu únavy [16].

Množství tuku ve stravě

Jak vyplývá z výše uvedeného, tuky jsou nezbytnou součástí výživy, ovšem zároveň jejich nadměrná konzumace může způsobit mnoho zdravotních komplikací. Doporučený denní podíl tuků na celkovém příjmu energie u sportovců by se měl pohybovat kolem 20 – 25%, což je asi o jednu třetinu méně než u běžné populace, kde je podíl tuků až 40%. Pozornost je potřeba zaměřit také na druhy tuků, které jsou konzumovány. Tuky jsou dvojího původu – živočišné a rostlinné. Jejich vzájemný poměr ve výživě měl být asi 1:2, neboť právě živočišné tuky jsou pro svůj vysoký obsah cholesterolu rizikové pro vznik arterosklerózy. Na základě toho doporučeného poměru ovšem rozhodně není vhodné usuzovat, že všechny rostlinné tuky jsou dobré a naopak živočišné špatné. Mnoho zejména levných rostlinných tuků může obsahovat trans - mastné kyseliny, které výrazně zvyšují riziko srdečních chorob a na druhé straně například tučné mořské ryby obsahují vysoce kvalitní esenciální mastné kyseliny řady omega-3, které toto riziko snižují. K vhodným zdrojům kvalitních tuků patří např. ořechy, olivový olej a tučné mořské ryby jako makrela, hering nebo losos [1, 8, 13].

5. Doplnky stravy pro sportovce

Doplňky stravy určené aktivním sportovcům jsou samostatnou kategorií, někdy také nazývanou „sportovní výživa“. V ČR je prodej těchto specifických doplňků stravy mimořádně úspěšný. Počet distributorů a výrobců „sportovní výživy“ roste navzdory setrvalému počtu sportovců a nadšenců, ochotných investovat mnoho peněz do leckdy zcela nefunkčních produktů. Přibližně před 2 lety udělala Česká obchodní inspekce průzkum vybraných fitcenter a zjistila, že minimálně 80% produktů sportovní výživy a doplňků stravy z dovozu nemá oficiální schválení k prodeji. Horší ovšem je, že produktů je nepřehledně mnoho, a proto se dovozci snaží je vnútit spotřebiteli klamavou reklamou. Nicméně princip použití různých forem speciálních doplňků stravy sportovci je správný [9].

V kontextu se snahou sportovce dosáhnout maximálního výkonu je nezbytné diskutovat o možnostech optimalizace sportovní přípravy, o možnosti zvýšit rychlost regenerace, dodat optimální zdroje energie, ale stejně tak zajistit dokonalou prevenci. Snad postačí, když připomenou, že v rámci sportující populace jsou profesionální sportovci těmi, kteří jsou nejvíce ohroženi – jsou totiž pod vlivem mimořádného psychického a fyzického stresu. Nakonec se potácejí mezi krátkými obdobími dobrého zdraví, umožňujícího dobrý výkon, a delšími obdobími zranění. Chronická či akutní zranění jim nakonec mohou zabránit v pokračování činnosti [9].

Není divu, že právě sportovci inklinují k použití doplňků výživy. Jedna skupina výrobců doplňků se proto zaměřuje výhradně na sportovce, byť nejen na profesionály. Těch totiž až tak moc není a většina z nich mívá smlouvy s dodavateli, kteří jim rádi produkty věnují. Produkty sportovní výživy se složením značně liší od doplňků stravy, určených nesportující nebo dokonce „nemocné“ veřejnosti [9].

Intenzivní výzkum, probíhající v posledních deseti až dvaceti letech, mapuje možnosti využití legálních nenávykových látek přírodního nebo přírodně-identického původu ke zlepšení sportovního výkonu. Výsledky jsou optimistické, ale současně je to právě profesionální sport, který přináší v souvislosti s jejich použitím mimořádné problémy v oblasti dopingu. Právě profesionální sportovci jsou pro producenty doplňků

mimořádně zajímavým výzkumným objektem, z jehož sledování lze vyvodit mnoho závěrů, použitelných v praxi výživy nesportovců [9].

5.1. Aplikace doplňků stravy

Na našem trhu je řada doplňků výživy a často se setkáváme s otázkou, jak postupovat při jejich volbě. Vždy se snažíme ve svalu docílit převahy proteoanabolických dějů nad proteokatabolickými. K tomu je zapotřebí dostatek stavebních látek, a to jednak ze stravy – základem tedy je vyvážená strava, jednak speciálními doplňky výživy (proteinové koncentráty, sacharido-proteinové koncentráty a aminokyselinové přípravky), dále potřebné množství vitamínů a minerálů a teprve potom uvažujeme o speciálních doplňcích stravy ovlivňujících tyto děje [18].

5.2. Vybrané suplementy

Kapitola je věnována vybraným sportovním suplementům, které se s oblibou používají ve větším množství. Jsou popsány jejich účinky na organismus při sportovní činnosti, doporučené dávkování a jejich nežádoucí účinky, které mohou vyvolat.

5.2.1. Kreatin

Ze sloučeniny, která slouží jako palivo pro činnost svalů, se během jedné dekády stal světově komerčně nejúspěšnější suplement sportovní výživy. Uvedení kreatinu na trh se pro potřeby sportovní výživy datuje k OH v Barceloně v roce 1992, kdy se k této látce hlásili téměř všichni vítězni sprinteři. Z této doby pocházejí i první publikace o kreatinu, jehož vysoké dávky ve stravě údajně zvyšují obsah svalového kreatinu [10].

Kreatin užívá mnoho úspěšných sportovců, zejména atletů, a dnes již i mnoho, ne-li většina, ostatních sportovců. Určitou představu o jeho užívání je možné odvodit ze

skutečnosti, že v roce 1997 bylo jen v USA prodáno sportovcům 300 000kg kreatinu. To co odlišuje kreatin od ostatních přípravků podporujících svalovou činnost (ergogenních látek), je zřejmě jeho činnost na zlepšení výkonnosti. Ještě důležitější snad je, že jeho užívání není ve sportu oficiálně zakázáno a zdá se, že nemá závažné vedlejší účinky ani při vysokých dávkách nebo minimálně při dávkách nutných pro dosažení ergogenního účinku [16].

Kreatin je aminokyselina (methylguanidinoctová kyselina), která se vyskytuje v běžné stravě, přičemž 1 kg čerstvého masa obsahuje asi 5g kreatinu. Normální denní příjem je nižší než 1 g, ale odhadovaná denní potřeba je u průměrného člověka 2 g. Organismus má jen omezenou schopnost syntézy kreatinu v játrech, ledvinách, slinivce břišní a v jiných tkáních, ale hlavním místem jeho tvorby jsou u lidí ledviny. Ty doplňují potřebné množství, které nebylo dodáno stravou, a zajišťují také jediný způsob, jak mohou vegetariáni pokrýt své potřeby. Syntéza probíhá z prekurzorových aminokyselin (metioninu, argininu, a glycinu), ale je utlumena při vysokém příjmu kreatinu stravou [16].

Účinky kreatinu na fyzický výkon

Ve velkém množství studií byl zkoumán vliv kreatinu na funkci svalů a svalový výkon. Předmětem zkoumání těchto studií byli různorodí jedinci (věk, pohlaví, sportovní úroveň), různá tréninková zátěž i skutečnost, zda-li suplementace vyvolala vyšší kumulaci kreatinu ve svalech a zda-li došlo k měřitelným adaptačním změnám. Často se jednalo o designy experimentálních studií s využitím placebo efektu, jindy byly po delších „očisťovacích obdobích“ (bez suplementace kreatinu) použity crossover designy, které jsou však velmi náročné na provedení. Současné porozumění účinkům kreatinu v souvislosti s fyzickou aktivitou je obsahem následujícího přehledu [3].

1. Hlavním a nesporně pozitivním účinkem kreatinu je urychlení resyntézy kreatinfosfátu během odpočinkové fáze mezi jednotlivými nástupy vysokointenzivní fyzické aktivity tzn. před započítáním každé nové série fyzické aktivity jsou vyšší koncentrace kreatinfosfátu ve svalech. Příjem kreatinu tak může zlepšit výkon u

sportovních výkonů maximální intenzity trvajících od 6 do 30 s, které jsou přerušeny krátkými pauzami na regeneraci (20 s – 5 min). Normální úbytek v produkci síly na konci každého intenzivního cvičení je oddálen.

2. Nejprogresivnější odpověď na kreatin byla shledána v laboratorních studiích za podmínek opakované vysokointenzivní svalové práce izolovaného svalu nebo u sportovních činností, kde hmotnost sportovce sehrává podstatnou roli.

3. Teoreticky lze suplementaci kreatinem považovat za přínosnou ve všech sportech, jejíž výkon spočívá ve vysokointenzivní krátkodobé aktivitě s krátkým intervalem odpočinku. Tomuto popisu odpovídají mnohé týmové sportovní hry včetně pálkovacích her. Suplementace kreatinem může stejně tak zlepšit sportovní výkon a dlouhodobou adaptaci u tréninkových programů založených na opakovaném cvičení o vysoké intenzitě. To může být výhodné napříč spektrem přípravného období různých sportovních odvětví, jako jsou týmové hry. Kreatin může najít uplatnění u všech sportovců využívajících v přípravě metod intervalového a silového tréninku.

4. Neexistuje důkaz, že suplementace kreatinu dokáže zlepšit výkon ve vytrvalostních sportech.

5. Zatímco je známo, že dlouhodobé přírůstky svalové hmoty ve studiích s kreatinem v kombinaci se silovým tréninkem jsou způsobeny přímou stimulací zvýšené myofibrilární proteinové syntézy, lepší schopnost vyrovnat se s adaptací na silový trénink nebo kombinace obou těchto faktorů není potvrzena. Navzdory tomu, že myšlenka přímé stimulace prostřednictvím kreatinu byla nejdříve odmítána, novější studie naznačují bezprostřední ovlivnění myogenetických transkripčních faktorů [11].

Nežádoucí účinky

Dlouhodobé účinky podávání vysokých dávek kreatinu nejsou známy, ale objevují se obavy, že s sebou mohou nést zdravotní riziko. Obavy se týkají především možných účinků na funkci ledvin, zvláště u jedinců s narušenou renální funkcí. Studie reakce na dlouhodobé podávání kreatinu právě probíhají, ale výsledky ještě nejsou k dispozici. V žádné z publikovaných studií však nejsou uvedeny jakékoli vedlejší účinky a několik

zpráv o zdravotních problémech, kterým věnovaly pozornost lékařské časopisy, se týkalo několika jedinců, kteří měli problémy s ledvinami již před užíváním kreatinu. Jedna studie, která byla speciálně zaměřena na funkce ledvin u jedinců užívajících kreatin, nenašla žádný důvod, proč by mělo hrozit riziko renálních komplikací. Jeden čas kolovala ústní sdělení o zvýšeném výskytu svalových křečí u sportovců užívajících kreatin, ale žádný z těchto případů není zřejmě podložený. Zdá se, že jakékoliv obtíže, kterými sportovci trpí, připisují na vrub snadno identifikovatelné změně, jakou je užívání nového doplňku stravy [16].

Organizace American College of Sport medicine (2000) upozorňuje na možná rizika s platností do té doby, dokud nebudou provedeny kvalitní studie s dlouhodobou suplementací a na širším populačním vzorku. Na druhou stranu, nedávné varování French food safety agency o karcinogenitě kreatinu bylo později negováno jinými zdroji s vyloučením potenciálních zdravotních rizik [11].

Otázka možných nežádoucích účinků je zcela oprávněná. Obvykle se doporučuje, aby sportovci užívali 20 g kreatinu denně po dobu 4-5 dní (dávka pro vytvoření zásob) a následně 1-2 g denně (udržovací dávka). Mnoho sportovců ovšem věří principu, že více znamená lépe, a mohou toto množství vysoce překračovat. Ovšem i při velmi vysokých dávkách je možnost vedlejších účinků nepravděpodobná. Kreatin je malá ve vodě rozpustná molekula, která se snadno vylučuje ledvinami a množství dusíku pocházející z podaného kreatinu je malé [16].

5.2.2. Kofein

Kofein je lék, který je kvůli historicky dlouhému a rozšířenému používání považován za společensky přijatelný. Kofein a podobné látky – theofylin a theobromin se přirozeně vyskytují ve složkách potravy (viz. Tab. 13). Pro mnoho lidí jsou tyto látky normální součástí každodenní stravy a kofein je pravděpodobně nejužívanější stimulační látkou na světě. Kofein byl uveden na seznamu zakázaných stimulantů Olympijského antidopingového kodexu (z 1. září 2001) s poznámkou, že test je pozitivní při

koncentraci v moči vyšší než 12 μ g/ml. Toto znění je dvouznačné, protože může být vysvětleno dvěma způsoby:

- příjem kofeinu je zakázán v každém případě, přičemž oznamovací povinnost je od hladiny 12 μ g/ml,
- příjem kofeinu je povolen do dávky, která vede k jeho koncentraci v moči nad 12 μ g/ml.

Od 1. 1. 2004 je kofein vyňat ze seznamu zakázaných látek Olympijského antidopingového kodexu [16].

Tab. č. 13: Obsah kofeinu v různých potravinách. Hodnoty v kávě a čaji se velmi liší podle použitých surovin a způsobu přípravy [16]

Potravina nebo nápoj	Porce	Obsah kofeinu (mg)
Instantní káva	šálek 250 ml	40 – 160
Spařená káva	šálek 250 ml	40 – 200
Čas	šálek 250 ml	10 – 60
Horká čokoláda	šálek 250 ml	5 – 10
Mléčná čokoládová tyčinka	60 g	5 – 15
Hořká čokoládová tyčinka	60 g	10 – 50
Tyčinka s čokoládou s kofeinem	60 g	58
Kola	plechovka 375 ml	40 – 49
Nealkoholické povzbuzující nápoje	plechovka 375 ml	72
Energetické nápoje	plechovka 375 ml	50 – 80
Sportovní gel s kofeinem	sáček 30 – 40 g	20 – 25

Účinky kofeinu na fyzický výkon

Kofein má v organismu řadu účinků, včetně stimulace centrálního nervového systému, srdečního svalu a stimulace uvolnění a aktivity adrenalinu. Má i několik účinků na kosterní svaly zahrnujících transport vápníku, aktivitu sodíko-draslíkové pumpy, zvýšení cyklického AMP a přímého účinku na enzymy, např. glykogenfosforylázu. Zvýšená aktivita katecholaminů a přímý účinek kofeinu na cyklický AMP mohou vést k vyšší lipolýze v tukové a svalové tkáni, a tím ke zvýšení plazmatické koncentrace mastných kyselin a zvýšené dostupnosti triglyceridů ve svalech [16].

Kofein zmenšuje svalovou únavu a vzbuzuje schopnost vyššího výkonu. Už poměrně malé množství kofeinu 3 mg/kg tělesné hmotnosti (100 mg kofeinu je asi jeden šálek kávy) příznivě působí při cvičení [26].

Mnoho studií ukazuje příznivé účinky kofeinu v řadě laboratorních testů a v menším počtu testů v terénu. Kofein je neobvyklý doplněk díky svým ergogenním (podporujícím svalovou činnost) účinkům u mnoha různých typů zátěže od krátkých výkonů s vysokou intenzitou až po dlouhodobou submaximální zátěž. Pozorovaný vliv na výkonnost lze vysvětlit několika mechanismy. První studie se zaměřily na účinky kofeinu na výkon při vytrvalostní zátěži u jedinců, kteří dostali dávku kofeinu 6mg/kg tělesné hmotnosti 1 h před výkonem. V řadě těchto studií bylo pozorováno prodloužení doby do vzniku únavy a zlepšil se i výkon při simulovaných závodech, kde bylo třeba provést dané množství práce za co nejkratší dobu. Novější studie se soustředily na zátěž kratšího trvání a mnoho z nich ukázalo příznivý vliv na výkon při vysoce intenzivní zátěži trvající 4-6 min (tj. dráhová cyklistika, běh na 1500 m) nebo 20-60 min (tj. 1500 m plavání, 40 km jízdy na kole). Máme málo informací o vlivu kofeinu na sprinty a publikované informace se navíc rozcházejí. Zdá se, že reakce na kofein je velmi individuální. Příčiny toho nejsou jasné, ale překvapivě nejsou zřejmě závislé na zvyku konzumovat kofein. [16]

Nežádoucí účinky

Za smrtelnou dávku se považuje až dávka kolem 10 g kofeinu, což odpovídá 100–200 šálkům. Dlouhodobý vysoký konzum může způsobit neklid, nervozitu, podrážděnost, nespavost, zrychlenou a nepravidelnou srdeční činnost, psychomotorický neklid apod. Tyto poruchy se mohou u přecitlivělých osob projevit již po 250 mg kofeinu (2–4 šálky), u osob zvyklých na kofein po dávce asi 1 g (8–16 šálků). Náhlé přerušování konzumu kávy může u osob zvyklých pít silnou kávu vést k abstinčním příznakům, kupř. podrážděnosti, neklidu, třesu, únavě a silným bolestem hlavy [26].

Často je zdůrazňován diuretický účinek kofeinu, zvláště v situacích, kde je významnou otázkou dehydratace. To se týká především činností, probíhajících v horkém a vlhkém prostředí, kde je riziko dehydratace vysoké. Sportovcům soutěžícím v těchto podmínkách se radí pít větší množství tekutin, ale vyhýbat se čaji a kávě z důvodu jejich diuretických účinků. Zdá se ovšem pravděpodobné, že tento účinek je u jedinců zvyklých na příjem kofeinu malý a větší škodu mohou přinést negativní příznaky vysazení kofeinu [16].

5.2.3. L-karnitin

L-karnitin je řazen do skupiny tzv. potravinových faktorů, odborně označovaných jako živiny vitamínům podobné. Mezi ně patří například cholin, jeden z členů skupiny vitamínů rozpustných ve vodě, zahrnovaných do tzv. „skupiny vitamínů B“. Původně se karnitin za vitamin dokonce považoval, protože bylo zřejmé, že je nezbytný pro některé nižší živočichy – z toho důvodu dokonce dostal vlastní název – B_T. Nakonec odborníci zkonstatovali, že tuto látku si člověk umí vytvořit sám a ze striktně odborného hlediska tedy karnitin vitamínem není [7].

Karnitin tedy není ani vitamin ani základní „živina“ (tedy látka, využitelná jako zdroj energie), nýbrž je to kofaktor, tedy jeden z činitelů, umožňujících bezchybnou přeměnu látek, a to ať již při produkci pohybové energie nebo při tvorbě nutné k „výrobě“ jiných

látek, těch, které jsou nezbytné ke stavbě a obnově tkání anebo k tvorbě specifických ochranných látek [7].

Karnitin si lidský organismus umí vytvořit, přestože ho současně přijímá v podobě běžné stravy. Je však obsažen výhradně jen v živočišných produktech. Nepřekvapí tedy, že karnitin byl původně izolován z masa a svůj název dostal od „carnis“, což je latinsky „maso“. Karnitin je znám od roku 1905, v čisté formě byl izolován roku 1940. Jeho fyziologická funkce však byla poprvé popsána až v roce 1959. Tehdy totiž Dr. Fritz oznámil, že úkolem této látky je podporovat a umožnit přeměny tuků, respektive v organismu z tuků v průběhu jejich přeměny vzniklých mastných kyselin [7].

Tvorba karnitinu probíhá pouze v játrech, ledvinách a mozku, nikoli však ve svalech a tukové tkáni. Určitě vás okamžitě napadlo, že v tom případě probíhá štěpení tuků především v místě jeho vzniku – ale kupodivu tomu tak není, alespoň ne v plném rozsahu. Naopak, vytvořený karnitin je nutné dopravit do jiných, tzv. cílových tkání. Nejdůležitější z nich jsou svaly, včetně myokardu (srdeční sval) [7].

Karnitin přijatý stravou

Karnitin přijatý stravou se pravděpodobně kompletně vstřebává, ale ke svému vstupu do buněk potřebuje energii a ionty sodíku. Tyto dvě podmínky nejsou konečné – kvalita vstřebávání je totiž závislá na řadě dalších faktorů, jimiž jsou především složení stravy a způsob její přípravy, věk, pohlaví, fyzická aktivita, celkový energetický příjem a dokonce i trvání případného energetického deficitu (nedostatečného příjmu stravy). Významnou roli ovšem hraje i stres [7].

Velmi důležitým faktorem vstřebávání a především tvorby karnitinu je regulace energetického metabolismu štítnou žlázou, jejíž činnost však může být bezchybná jen za předpokladu, že je k dispozici dostatek karnitinu [7].

Tab. č. 13: Teoretický (průměrný) obsah karnitinu v některých běžných potravinách [7]

Potravina	(K v mg 100 g čerstvé potraviny)	Potravina	(K v mg 100 g čerstvé potraviny)
Ovčí maso	210	Jehněčí maso	78
Hovězí maso	64	Kuřecí maso	7,5
Kuřecí játra	0,6	Jehněčí játra	2,6
Kvasnice	2,4	Mléko kravské	2,0
Pšeničné klíčky	1,0	Chléb /obecně/	0,2

Formy L-karnitinu

Fořt [7] uvádí tyto formy L-karnitinu:

1. L-karnitin base (100% karnitinu), vhodný především pro výrobu roztoků, sirupů, sportovních nápojů, dětské tekuté výživy a pro produkci klinických forem.
2. L-karnitin L-tartrat (68% karnitinu), vhodný pro výrobu suchých směsí, například posilujících koktejlů, kapslí, tablet a energetických tyčinek.
3. L-karnitin-magnesium citrát (54% karnitinu spolu se 6% hořčíku), vhodný pro výrobu šumivých tablet, práškových směsí, tyčinek a funkčních potravin. Tento produkt je současně významným zdrojem běžně nedostatkového hořčíku (především pro sportovce a pro osoby, trpící oběhovými onemocněními).
4. Acetyl-L-karnitin hydrochlorid (72% karnitinu) je mimořádně vhodný jako součást produktů, podporujících činnost mozku.

Účinky L-karnitinu na fyzický výkon

Karnitin je látkou, která působí především preventivně. Kromě toho také zlepšuje průběh regenerace. A to je mimořádně důležité! Tak je možné chápát podávání karnitinu v případě rekreačních sportovců, ale stejně tak u profesionálů [7].

Použití karnitinu ke zvýšení kvality sportovního výkonu je předmětem dlouhodobého zájmu. Již před více než 10ti lety byly testovány dávky až okolo 4 g denně, které byly podané především před zahájením dlouhodobého výkonu – výsledkem bylo zlepšení spotřeby kyslíku a v důsledku toho i zlepšení kvality výkonu. S ohledem na velikost dávky musím zdůraznit, že již jednorázové použití 1 g karnitinu nebo dokonce i mírně nižší dávky prokázalo pozitivní efekt. Naprosto minimální dávka, o jejíž účinnosti není nutné pochybovat, je 300 mg karnitin-base, optimální okolo 800 mg až do 2000 mg. Dávky závisí na tělesné hmotnosti a účelu použití. Karnitin lze podat po výkonu i v případě, že jste ho použili před jeho zahájením. Důležité je, aby v jednom dni nebyl součet použitého množství vyšší než 4000 mg [7].

Nežádoucí účinky

Obecně platí, že je karnitin dobře tolerován; toxické účinky spojené s předávkováním nebyly hlášeny. Karnitin může způsobit mírné gastrointestinální symptomy, včetně nevolnosti, zvracení, křeči břicha a průjmu. Dávky větší než 3000 mg / den, můžou způsobit "rybí" zápach těla. Acetyl-Lkarnitin zvyšuje agitace u Alzheimerovy choroby, zvyšuje se frekvence záchvatů [7].

5.2.4. HMB

Beta-hydroxy- β -methylbutyrát (HMB) je metabolit aminokyseliny leucinu a je v současné době jedním z nejpopulárnějších doplňků stravy. Tvrdí se o něm, že zvyšuje sílu a tělesnou hmotnost ve spojení s posilováním, podporuje úbytek tělesného tuku a

zotavení po zátěži. Říká se, že tyto účinky má díky svému anabolickému působení, které omezuje odbourávání bílkovin a poškození buněk, vznikajících při zátěži o vysoké intenzitě. Je známo, že podávání leucinu ovlivňuje metabolismus bílkovin, zejména snižuje jejich odbourávání v období stresu nebo úrazu, kdy dochází ke zvýšenému katabolismu bílkovin. Byla vyslovena domněnka, že je to právě zvýšení metabolitů leucinu, jako je HMB, které k tomuto účinku vede. Dodnes se v uznávané literatuře objevilo jen málo studií věnovaných podávání HMB u lidí [16].

Účinky HMB na fyzický výkon

V jedné studii zahrnující zdravé ale netréované muže bylo zjištěno, že každodenní podávání HMB snižuje vylučování 3-methylhistidinu (ukazatel odbourávání svalových bílkovin) a plazmatickou koncentraci kreatinkinázy (nespecifický ukazatel poškození buněk) během tréninkového programu. Podávání HMB bylo spojeno se zvýšením váhy zvedané při tréninku závislým na dávce (zejména při menší fyzické síle) a projevil se sklon ke zvýšení množství beztukové tělesné hmoty spolu se zvyšováním dávky HMB. Další výzkum podávání HMB (3 mg/den) při posilování u dříve trénovaných jedinců ukázal trend k většímu nárůstu beztukové tělesné hmoty (hodnoceno pomocí celkové tělesné elektrické vodivosti) ve skupině s HMB a ke zvýšení měřené svalové síly, které bylo větší u některých (horní polovina těla), ale ne u všech (dolní polovina těla) svalových skupin [16].

I když tyto výsledky podporují možnost příznivých účinků podávání HMB, jsou některé otázky metodicky zmíněných výzkumů sporné, např. absence kontroly jídelníčku nebo skutečnost, že skupiny nebyly na začátku sledování zcela srovnatelné [16].

Větší úspěchy ve skupině s HMB lze vysvětlit nižšími vstupními hodnotami a větším potenciálem pro změny dané tréninkem. Další dvě studie podávání HMB u trénovaných jedinců nenašly žádný rozdíl v nárůstu tělesné hmotnosti, síly ani ukazatelů poškození svalů při dodržování srovnatelného tréninkového programu. Proto dokud neproběhnou a nebudou kompletně publikovány další studie věnované podávání HMB, není možné užívání tohoto doplňku doporučovat, zejména ne u dobře trénovaných jedinců [16].

Nežádoucí účinky

Vzhledem k populárnosti HMB i jeho poměrně vysokému dávkování (okolo 3 g za den) byla problematika možných nežádoucích účinků poměrně intenzívně studována. Bylo kupodivu prokázáno, že užívání HMB není doprovázeno prakticky žádnými nežádoucími účinky. Zkoumaly se nejen vlivy na orgánové funkce, ale i celá řada biochemických a hematologických parametrů [25].

Z těchto analýz vyplynulo, že HMB dokonce zlepšuje některé metabolické parametry, jako jsou například krevní tuky. Vliv na snížení krevního cholesterolu je obzvláště zajímavý, uvědomíme-li si, že HMB slouží jako prekurzor pro syntézu cholesterolu a tudíž by měla suplementace HMB vést teoreticky spíše ke zvýšení hladin cholesterolu. Je možné, že HMB zvyšuje využití cholesterolu pro stavbu buněčných membrán, a tím se podílí na tomto příznivém metabolickém efektu [25].

HMB má také příznivý účinek na psychický stav, ovlivňuje pozitivně náladu, působí proti odbourávání bílkovin, čehož je využíváno nejen ve sportu, ale i v klinické medicíně. HMB se používá k suplementaci nemocných s nádorovými chorobami i s AIDS a v obou případech byl zaznamenán jednoznačný příznivý účinek na stav výživy [25].

Lze tedy říci, že HMB je jeden z mála sportovních doplňků, u kterého nebyly nalezeny negativní vlivy na lidský organismus, které by zpochybňovali bezpečnost či etiku suplementace touto látkou [25].

5.2.5. L-Glutamin

L-glutamin je nejčastější aminokyselina v krvi, a protože jí lidské buňky snadno syntetizují, je obvykle považována za základní aminokyselinu. Nachází se ve vysoké koncentraci v kosterních svalech, plicích, játrech, mozku, žaludeční tkáni. Kosterní sval obsahuje nejvyšší intracelulární koncentrace glutaminu, tvoří až 60 procent z celkového množství glutaminu v těle [27].

Glutamin je nejen významnou aminokyselinou pro metabolismus svalů, ale také pro metabolismus imunitních buněk a buněk střevní sliznice, kde jeho přítomnost je nezbytná pro rychlou obnovu střevní sliznice i pro rychlé množení imunitních buněk v odpovědi na imunitní podnět [27].

Aminokyselina glutamin je patrně nejpobulárnějším antikatabolickým doplňkem používaným ve sportovní medicíně. Glutamin je hlavním konečným produktem metabolismu aminokyselin ve svalu. Je to současně nejrychleji syntetizovaná aminokyselina v lidském organismu a je také nejvíce zastoupena v krevní plazmě i ve svalech [27].

Ačkoli člověk umí glutamin syntetizovat, označují tuto aminokyselinu někteří autoři jako "podmíněně esenciální", neboť za stavů enormně zvýšené potřeby (stres, nemoc, vyčerpání...) syntéza glutaminu nestačí pokrýt požadavky organismu [27].

Na základě klinických pozorování, v kterých bylo zjištěno, že nemocní se sepsí ("otravou krve"), s těžkými úrazy či popáleninami, což jsou stavy doprovázené negativní dusíkovou bilancí se zvýšeným odbouráváním svalových bílkovin, mají nízké koncentrace glutaminu ve svalech i v plazmě, vznikla tzv. "glutaminová" hypotéza. Bylo provedeno několik studií, kdy těžce nemocným pacientům byl podáván intravenózně glutamin a tato léčba skutečně zlepšovala dusíkovou bilanci i funkci střevní sliznice i imunitního systému [27].

Účinky glutaminu na fyzický výkon

Po intenzivní zátěži dochází k útlumu funkce imunitního systému a k odbourávání svalových bílkovin, glutamin by měl mít schopnost stimulovat resyntézu svalového glykogenu a snižovat kyselost vnitřního prostředí. Hladina glutaminu v krevní plazmě klesá několik hodin po vytrvalostním výkonu o 10 až 50 %, současně dochází i k poklesu cirkulujících lymfocytů stejně tak jako dalších funkcí imunitního aparátu (například klesají koncentrace slizničních imunoglobulinů (IgA) - někdy se hovoří o "otevřeném okně" pro vstup infekce po sportovním výkonu. Vyšší nebezpečí infekcí,

zejména horních cest dýchacích, u vytrvalostních sportovců je známým jevem. Podle studie provedené na maratonecích, kteří absolvovali maratón v Los Angeles, je výskyt infekcí horních cest dýchacích během 1 týdne po doběhnutí závodu až 13% [27].

Výsledky kontrolovaných studií, ve kterých se sportovcům podával glutamin:

1. Ačkoli suplementace glutaminem nevede k normalizaci snížených imunitních funkcí po vytrvalostních závodech, bylo v jedné (a jediné) studii prokázáno, že suplementace glutaminem (2x 5 g, těsně a 2 hodiny po závodě) významně snížilo výskyt infekcí horních cest dýchacích u maratonců. Většina autorů se však shoduje, že data z provedených studií nejsou dostatečně přesvědčivá, aby oprávnila použití glutaminu v prevenci infekcí spojených s fyzickou námahou.
2. Glutamin má skutečně antikatabolický účinek (snižuje odbourávání svalových bílkovin), podobný efekt mají však i jiné aminokyseliny a jejich kombinace.
3. Data podporující zvýšení resyntézy svalového glykogenu glutaminem jsou také nespolehlivá. Rozhodně platí, že rozhodujícím podnětem pro resyntézu glykogenu je příjem sacharidů.
4. Ve studiích zkoumajících efekt glutaminu na pH (kyselost) vnitřního prostředí po sportovním výkonu nebyl tento účinek prokázán. Autoři uzavírali, že by musely být dávky glutaminu podstatně vyšší, aby k nějakému účinku mohlo dojít [27].

Nežádoucí účinky

Glutamin je jinak relativně bezpečným suplementem. Nebezpečí hrozí pouze při dlouhodobém dávkování nadměrného množství, což v tomto případě představuje dávku vyšší než 40 g pro stokilogramového sportovce. Jde o možnost nahromadění amoniaku v organismu. Mnoho odborníků proto v devadesátých letech minulého století od užívání glutaminu zrazovalo a doporučovalo jej nahradit OKG (ornitinem alfa ketoglutarátem), z něhož si pak organismus dokáže dle potřeby glutamin syntetizovat [27].

Stále větší použití také glutamin nachází v klinické oblasti, kde se nasazuje k urychlení regenerace po zraněních nebo operacích. Dříve se též používal u pacientů s těžkými popáleninami či po vážných operacích s bakteriálními infekcemi [17].

6. Strava sportovce při výkonu

Správné načasování stravy před, během a po výkonu, stejně jako její složení hraje důležitou roli pro podání optimálního výkonu sportovce a jeho následnou regeneraci. Mnoho sportovců, kteří věnují velké úsilí svému tréninku, následně při závodech, nepodá svůj maximální výkon z důvodu podcenění svojí stravy.

6.1. Strava před výkonem

Kvalitní strava před výkonem umožňuje jeho zahájení s dostatečnými zásobami jaterního a svalového glykogenu, který by měl zajistit dostatečný zdroj energie pro úvodní část výkonu. Clarková [5] rozlišuje čtyři hlavní funkce stravy před výkonem:

1. Zabránění hypoglykémii a jejím příznakům, které mohou komplikovat výkonnost.
2. Zklidnění žaludku a zmírnění pocitu hladu.
3. Dodání energie svalům.
4. Zklidnění mysli vědomím, že tělo je energeticky dobře zásobeno.

3 – 4 hodiny před výkonem

Mnoho sportovců považuje 3 – 4 hodiny před začátkem výkonu za optimální čas pro příjem stravy, která zajistí obnovení zásob glykogenu ve svalech i játrech, k jejichž poklesu došlo při předchozí fyzické zátěži nebo celonočním lačnění. V této době je možné sníst poměrně velké jídlo, neboť je dostatek času na jeho strávení. Lidské tělo je schopné zpracovat velké množství sacharidů, které do doby startu stabilizují hladinu glykémie. Výzkumy ukazují, že příjem stravy právě v tomto období zvyšuje následný výkon sportovce. Doporučená dávka sacharidů je přibližně 1g na 1kg tělesné váhy na každou hodinu, která zbývá do výkonu. Jídlo konzumované čtyři hodiny před výkonem by tak mělo obsahovat g sacharidů na 1kg tělesné váhy sportovce [5, 16].

2 hodiny před výkonem

Při brzkých ranních startech většinou není možné zachovat optimální dobu pro příjem stravy minimálně 3 hodiny před začátkem výkonu. Stále platí výše uvedené doporučení o množství sacharidů, které je potřeba přijmout na 1kg váhy, ale zároveň je nutné mít na paměti, že je potřeba konzumovat takové porce, které je tělo schopné zpracovat. V této době už je pro mnoho sportovců vhodnější přijímat stravu ve formě různých gelů, které jsou dobře a rychle stravitelné. Načasování stravy dvě hodiny před výkonem se doporučuje i při časných odpoledních startech, kdy není možné sníst klasický oběd. V takovém případě je vhodné si naplánovat vydatnou snídani a následně doplnit potřebné množství sacharidů [16].

1 hodina před výkonem

Důvodů pro nutnost doplnění energie hodinu nebo méně před startem může být více. Mohou to být extrémně brzké starty, neočekávaně dlouhá prodleva od předchozího jídla nebo potřeba sportovce jíst i poměrně krátkou dobu před zahájením výkonu. Názory na příjem sacharidů v takto krátké době před startem se různí, neboť jejich metabolismus probíhá odlišným způsobem.

Clarková [5] uvádí, že tělo sportovce nemá dostatek času na stabilizaci cukru v krvi a prvotní zvýšení glykémie může být následováno jejím poklesem těsně před výkonem, což může vyústit v hypoglykémii a nemožnost podat optimální výkon. Z výše uvedeného důvodu doporučuje v období před startem pouze omezený příjem sacharidů, který by neměl glykémii negativně ovlivnit.

Také Maughan a Burke [16] upozorňuje na studii, která prokázala horší výkon u sportovců, kteří snědli 30 minut před zátěží 75g glukózy, ale zároveň dodává, že mnoho dalších sledování ukázalo, že podání sacharidů před zátěží mělo neutrální nebo dokonce pozitivní dopad. Ve většině případů sice došlo k poklesu glykémie během prvních 20 minut fyzické aktivity, ale následně samovolně došlo k její úpravě bez zjevného vlivu na výkon sportovce.

Přes rozličné výsledky studií se autoři shodují, že příjem sacharidů v období kratším než jednu hodinu před výkonem může být pro některé sportovce rizikový. Z tohoto důvodu je vhodné otestovat optimální příjem sacharidů, zvláště pro období těsně před startem, během tréninku a vyvarovat se konzumaci sacharidů s vysokým glykemickým indexem [16].

6.2. Strava během výkonu

Při déle trvajících nebo vysoce intenzivních výkonech by měla být průběžně doplňována energie. Sacharidy přijímané během zátěže pomáhají stabilizovat glykémii a dodávají energii svalům, které mají nedostatek glykogenu. Doplňování sacharidů má pozitivní vliv i na mozkovou činnost, neboť nízká hladina cukru v krvi může negativně ovlivňovat centrální nervový systém. Mezi příznaky poklesu glykémie patří únava, zhoršená koordinace nebo pocit zvýšené únavy. Příjem sacharidů se doporučuje u výkonů trvajících déle než 90 minut, pozitivní efekt se projevuje i při zátěžích o vysoké intenzitě, které trvají zhruba jednu hodinu [16].

Doporučený příjem sacharidů je 30 – 60g na každou hodinu výkonu. Ten odpovídá maximálnímu množství sacharidů, které lidské tělo může zabudovat během výkonu z krve do svalů. Je důležité zahájit doplňování sacharidů před prvními příznaky únavy, neboť může trvat až třicet minut, než dojde k vstřebání sacharidů. Vhodné je začít s doplňováním energie během prvních třiceti minut výkonu [1].

Lidské tělo nerozlišuje, zda jsou sacharidy přijímané v tuhé nebo tekuté formě. Obě možnosti jsou stejně efektivní a tak záleží spíše na osobních preferencích každého sportovce. Vhodným zdrojem energie jsou sportovní nápoje, které zároveň zajistí dostatečnou hydrataci. Důležitou vlastností nápojů je jejich koncentrace, která určuje rychlost vyprázdnění žaludku a průtok vody střevem. Zatímco izotonické nápoje jsou svým složením blízké tělesným tekutinám a patří proto k těm nejvhodnějším, nápoje hypertonické mohou dočasně zhoršit úroveň hydratace. Důvodem je přechodná sekrece vody do střevního lumenu způsobená vysokou koncentrací nápoje. Další možnosti příjmu sacharidů jsou různé sportovní gely a energetické tyčinky, které jsou vhodné

hlavně v případě, kdy potřeba doplnění energie převyšuje nutnost příjmu tekutin. I v tomto případě je nutné mít na paměti, že tyčinky i gely mají být konzumovány s určitým množstvím tekutiny. Důvodem je jejich vysoká koncentrace, díky které trvá delší dobu, než dojde ke vstřebání živin [5, 16].

6.3. Strava po výkonu

Při pravidelné fyzické zátěži je důležité, jakou sportovec přijímá stravu mezi jednotlivými fázemi. Pro podání kvalitního výkonu je nezbytné nejen to, aby denní příjem živin plně pokrýval potřeby sportovce, ale také správné načasování stravy. Schopnost organismu nahradit spotřebovaný svalový glykogen je zvýšená 4 -6 hodin po skončení zátěže, neboť časná fáze zotavení se vyznačuje zvýšenou propustností membrán svalových buněk a zvýšenou senzitivitou svalů vůči inzulínu. Vědecké studie doporučují přijmout asi 1-1,5g sacharidů na 1kg váhy do dvou hodin po skončení výkonu a následně pokračovat v jejich příjmu každé dvě hodiny tak, aby potřebná dávka byla zkonsumována během následujících 24 hodin. Pokud další fáze následuje v období kratším než 24 hodin, je vhodné se vyvarovat jídlům s příliš nízkým glykemickým indexem nebo vysokým obsahem vlákniny, neboť jejich přínos pro okamžitou regeneraci je nízký a mohou být ihned po zátěži hůře snášena. Při tréninkové zátěži jednou denně a méně, není nutné přijímat potraviny s vysokým glykemickým indexem, které zajišťují co nejrychlejší obnovu svalového glykogenu, naopak potraviny s nízkým glykemickým indexem mohou přispět k lepšímu výkonu v dalších dnech [5].

Často diskutovanou otázkou je příjem bílkovin po zátěži a jejich přínos pro regeneraci. Samotné sacharidy mohou zajistit optimální regeneraci, ale bílkoviny se na tomto procesu mohou také podílet (doporučený poměr sacharidů a bílkovin je 1:3) a navíc mohou urychlit proces obnovy svalových vláken a poskytnout důležité živiny pro imunitní systém. Některé studie prokázaly zvýšenou úroveň obnovy glykogenu v případech, kdy bílkoviny byly součástí stravy po výkonu. Z výše uvedeného vyplývá, že zahrnutí bílkovin do stravy po výkonu má pozitivní efekt, a proto je možné jejich příjem doporučit. Při jejich konzumaci je vhodné volit jejich kvalitní zdroje (mléčné

produkty, libové maso) a zároveň kontrolovat příjem tuků, které mohou zpomalit zažívání a vytěsnit daleko důležitější živiny jako jsou sacharidy nebo bílkoviny [1, 16].

7. Energetické krytí při rychlostním a vytrvalostním zatížení a její vliv na stravování

U krátkých sprintů, slouží jako téměř výhradní zdroj energie makroergní fosfáty uložené ve svalové buňce - tedy adenosintrifosfát a kreatinfosfát. Tato energie postačuje na pokrytí celého běhu. Nedochozí ani k nahromadění laktátů (únavných látek ve svalu), tedy odpadních produktů energetického metabolismu. S postupující délkou tratě dochází k využívání svalového glykogenu jako zdroje energie a protože intenzita běhu je příliš vysoká, kardiovaskulární systém nestačí pracující svaly dostatečně zásobovat kyslíkem. Proto mluvíme o práci na kyslíkový dluh, neboli sval pracuje za anaerobních podmínek. V této situaci narůstá ve svalu množství únavných látek - laktátů. Je to látka kyselého povahy, neboť to je kyselina mléčná a její nahromadění způsobuje bolestivost svalů, narušení koordinace pohybů a při vyšší koncentraci zpomalení nebo přerušování běhu. Taková koncentrace laktátů, které organismus již není schopen zpracovat a jeho množství prudce vzrůstá, se nazývá anaerobní práh. Ten je u trénovaných jedinců podstatně vyšší a příslušným tréninkem se dá posunovat. K nejvyššímu zvýšení jejich hladiny dochází při bězích na 400 m a 800 m, kdy stoupá až desetinásobně. Ovšem množství energie takto získávané - tedy anaerobně a na kyslíkový dluh - je omezené a se vzrůstající délkou závodní tratě a se snižující se rychlostí běhu narůstá podíl energie získávané aerobním způsobem - tedy již za dostatečného přístupu kyslíku [28].

Aerobní metabolismus se začíná více uplatňovat po 60 vteřinách běhu a zhruba stejný podíl je dosažen při běhu na 1 500 m. A co se děje s kyslíkovým dluhem? Ten se při bězích na kratší vzdálenosti buď zlikviduje po jeho ukončení, nebo u delších běhů se postupně snižuje. Stále ovšem jako energetický zdroj se uplatňuje svalový glykogen. Ten spolu s jaterním glykogenem (ten udržuje stálou hladinu krevního cukru) vytváří zásoby kolem 400 až 500 gramů - to vystačí zhruba na hodinu a půl běhu, pokud by tyto zásoby byly jediným zdrojem energie. To ovšem nejsou. Postupně se přímo úměrně s délkou běhu stále více začínají uplatňovat tukové látky, jejichž maximální využití je při dlouhých bězích 10 000 m a maratónu [28].

Zde dochází již k prakticky stoprocentnímu využití tuků jako zdroje energie. Ovšem při závodech nad 2 hodiny je i tak potřeba udržovat zásoby sacharidů a proto musí být během závodu doplňovány. Z předcházejícího textu je vidět, že energetická náročnost a potřeba jednotlivých běžeckých disciplín je velmi různorodá a z toho vyplývají i rozdílné nároky na výživu [28].

U sprinterů - tedy u silově rychlostních disciplín - jsou relativně nejvyšší nároky na potřebu bílkovin, uvádí se od 1,2 do 1,7 g na 1 kg hmotnosti. To znamená při váze 80 kg je potřeba od 96 gramů do 136 gramů čisté bílkoviny. Většina přirozených zdrojů, například kuřecí a hovězí libové maso má obsah kolem 20% - tedy ve 100 gramech v syrovém stavu dodáte organismu 20 gramů bílkovin. Podstatně výhodnější je využití bílkovinných koncentrátů, které obsahují i minerály, vitamíny, trávicí enzymy a řadu dalších, biologicky aktivních látek. Bílkoviny by se měly přijímat ne dříve než dvě hodiny po tréninku, platí zásada, čím vyšší koncentrace bílkovin, tím musí být delší odstup od tréninku. Naprosto nevhodný je i příjem bílkovin před tréninkem [28].

U vytrvalostních disciplín narůstá podíl a význam sacharidů ve stravě. Poslední jídlo před závodem či tréninkem by nemělo být později než 3 hodiny s bohatým obsahem sacharidů a s minimálním množstvím tuků. Vhodný je pudink či uvařená rýže nasladko s kompotovaným ovocem. Samozřejmě vytrvalostní disciplíny vyžadují podstatně vyšší dodávku energie a dochází k vyčerpání glykogenu jak během tréninku, tak během závodů. Proto je velmi vhodné bezprostředně po ukončení výkonu dodat tělu dobře vstřebatelné sacharidy s určitým množstvím bílkovin. Vyhýbejte se tukům, ty jednoznačně zpomalují procesy zotavení a superkompenzace po tréninku. Jednorázová dávka sacharidů, na rozdíl od bílkovin, může být poměrně vysoká a udává se 1 až 1,5 gramů na kg tělesné hmotnosti. K tomuto účelu jsou velmi vhodné takzvané gainery - tedy sacharidové koncentráty. Ty průměrně obsahují 65 až 70% sacharidů různého typu a od 10 do 20% bílkovin [28].

U vytrvalců je možno použít specifický výživový postup určený ke zvýšení výkonu a to je sacharidová superkompenzace. Jejím účelem je zvýšit zásoby glykogenu o zhruba 50%. Principem je krátkodobé, dvou až třídní značné omezení příjmu sacharidů, spojený s náročným tréninkem. Základem stravy v těchto dnech jsou bílkoviny a

zelenina. Během těchto tří dnů dojde k téměř úplnému vyčerpání zásob jak svalového, tak jaterního glykogenu. Poté následující zhruba tři dny naopak přijímáme v potravě co nejvíc sacharidů. K tomu můžeme použít již výše zmíněné gainery. A protože organismus pracuje na principu kyvadla, vychýlení na jednu stranu (vyčerpání glykogenu) je vzápětí následováno výchylkou na druhou stranu (naplnění glykogenu nad původní hodnotu). To má pochopitelně vliv v oddálení vyčerpání glykogenu při vytrvalostním výkonu. Jakmile organismus zcela přechází na spalování tuků, tak se to projeví snížením výkonu [28].

8. Diskuse

Téma „Doplňky stravy jako součást sportovní přípravy“ jsem si vybral záměrně, protože působím jako kondiční trenér ve fitness centru a poskytuji rady v oblasti výživy, která je jednou z nejdůležitějších složek výkonu a která je také nejvíce podceňována.

V bakalářské práci se věnuji problematice vyvážené stravy a jejímu vlivu na sportovní výkon a doplňkům stravy, které by měli ovlivnit výkon sportovce. Mým hlavním cílem bylo poskytnout ucelené informace o jejich správném užívání, načasování, účinků na fyzický výkon a nežádoucích účinků.

Mým zdrojem byla především odborná literatura českých a světových autorů, kteří jsou nejznámější a nejrespektovanější v oboru. Zdroje jsem pečlivě prostudoval a na základě toho jsem poskytl ucelené informace o základních živinách a vybraných doplňcích stravy, které se s velkou oblibou používají ve fitness centrech.

Užívání doplňků stravy je ve světě velmi rozšířené. Vrcholoví sportovci uvádějí užívání doplňků stravy v 60%. Všechny průzkumy zjistily, že prevalence a typ užívaných přípravků se liší podle druhu sportu, pohlaví sportovců a úrovně, na které soutěží. Podle některých průzkumů užívá některou formu z doplňků stravy 100% kulturistů a sportovců, kteří chodí do fitness centra. Doplňky stravy se staly doslova fenoménem dnešní doby. Snadná dostupnost a rychlost přípravy z nich činí nejprodávanější sortiment. Výrobci uvádějí na svých etiketách takové účinky, které nemá ani lecjaký anabolický steroid, přitom jejich účinek na fyzický výkon není doložen žádnou vědeckou studií, ale sportovci je kupují na základě klamavé reklamy, které věří.

Ve fitness centrech se s oblibou používají i anabolické steroidy a používají je nejen profesionální sportovci, ale i běžná populace lidí navštěvující sportoviště, protože jejich účinek na sportovní výkon je evidentní, ale neuvědomují si, jaký můžou mít dopad na zdraví sportovce. Informace o anabolických steroidech jsem neuvedl z osobních a humánních důvodů a také, abych neposkytl návod na jejich zneužití.

Jelikož hraje vyvážená strava a doplňky stravy klíčovou roli k rozvoji pohybových schopností a je mým koníčkem a obživou, budu se touto problematikou zabývat i v navazující diplomové práci.

9. Závěr

Již nikdo dnes nepochybuje o tom, že výživa je jedním z klíčových faktorů ovlivňujících sportovní výkon. Příjem pestré a vyvážené stravy je základem pro podání kvalitního výkonu každého sportovce a působí také jako zdravotní prevence. Může však nastat situace, kdy naše tělo není schopno přijmout nebo zpracovat dostatek běžné stravy k vyrovnání energetické bilance (či navýšení energetického příjmu) z důvodu vysokého tréninkového nasazení. V tomto i v jiných případech, spojených s problematickým příjmem stravy, je vhodné využít doplňků stravy.

Doplňky stravy se staly doslova fenoménem dnešní doby. Snadná dostupnost a rychlost přípravy z nich činí nejprodávanější sortiment nabízený ve specializovaných prodejnách, v internetových obchodech a fitness centrech. Avšak jak již jejich název napovídá, jsou pouze doplňkem běžné každodenní stravy, nikoliv její adekvátní náhradou (nejsou tedy nezbytně nutné). Každý sportovec si tak musí uvědomit, že ani sebekvalitnější doplněk není schopen nahradit běžnou stravu. Z mého pohledu jsou nejvhodnější doplňky proteinové, aminokyselinové a sacharidové přípravky, které urychlují regeneraci po náročném fyzickém zatížení.

Předložená práce obsahuje souhrn aktuálních poznatků o výživě ve sportu. Pozornost byla věnována základním živinám (sacharidy, bílkoviny, tuky) a jejich významu pro sportovce. V části zabývající se potravinovými doplňky byly popsány nejen jejich deklarované pozitivní účinky na výkonnost sportovce, ale také dávkování a nežádoucí účinky, které mohou být vyvolány špatnou informovaností o jejich užívání. Poslední kapitola byla věnována vhodnosti podání stravy před výkonem, během výkonu a po výkonu, energetickému krytí při rychlostním a vytrvalostním zatížení a rozdílu v přijímání stravy.

10. Seznam použitých zkratek

ACSM - American College of Sports Medicine

ADA - American Dietetic Association

AIDS - Acquired Immune Deficiency Syndrome

AMP – adenosinmonofosfát

BCAA – branched chain amino acids

DC - Dietitians of Canada

g – gram

GI – glykemický index

h – hodina

HDL - vysokodenzitní lipoprotein

HMB - Beta-hydroxy- β -methylbutyrát

kcal – kilokalorie

kg – kilogram

kJ – kilojoul

km – kilometr

LDL - nízkodenzitní lipoprotein

m – metr

mg – miligram

min – minuta

např. – například

obr. – obrázek

OH – Olympijské hry

tab. – tabulka

tj. – to jest

USA – United States

VO₂max – maximální využití kyslíku

11 . Seznam použité literatury

- [1] BEAN, A. *Sports Nutrition*. 5th edition. London: A & C Black, 2006. 291s
- [2] BRAND-MILLER, J., FOSTER-POWELL, K., COLAGIURI, S. *Glukózová revoluce*. 1.vyd. Praha: Triton, 2004. 223 s
- [3] BURKE LM. An interview with Dr Gary Green about supplements and doping problems from an NCAA perspective. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 2001, č. 11, str. 397 – 400)
- [4] BURKE, L. *Practical sports nutrition*. 1.vyd. USA, 2007. 531s. ISBN-13: 978-0-7360-46954.
- [5] CLARKOVA, N. *Sportovní výživa*. 1. vyd. Praha: Grada, 2000. 266 s. ISBN 80-247-9047-5.
- [6] EMBELTON, P., THORNE, G. *Suplementy ve výživě*. 1. vyd. Svět kulturistiky: Pardubice 1999. 576 s. ISBN 80-902589-7-2
- [7] FOŘT, P. *L-karnitin : Pro zdraví a krásu*. 2004. vyd. [s.l.] : Svoboda servis s.r.o. , 2004. 48 s. ISBN 80-86320-35-9.
- [8] FOŘT, P. *Sport a správná výživa*. 1. vyd. Praha: Ikar, 2002. 351 s. ISBN 80-249-0124-2.
- [9] FOŘT, P. *Zdraví a potravní doplňky*. Praha: Euromedia Group - Ikar, 2005. 398 s. ISBN 80-249-0612-0.
- [10] HARRIS RC, SODERLUND K, HULMAN E. Elevation of creatine in rating and exercise muscle of normal subjects by creatine supplementation. *Clin Sci*, 1992, č. 83, str. 367 – 74.

- [11] HESPEL P, OP'T EIJNDE B, BEREVE W, RICHTER EA. Creatin supplementation: exploring the role of the creatine kinase/phosphocreatin systém in the human muscle. *Can J Appl Prysil*, 2001, č.26(suppl.), str. S79 – S102.
- [12] KALAČ, P.: *Funkční potraviny*. České Budějovice, DONA, 2003. ISBN 80-7322-029-6.
- [13] KONOPKA, P. *Sportovní výživa*. 1. vyd. Česke Budějovice: Kopp, 2004. 125 s. ISBN 80-7232-228-1.
- [14] MACH, I. *Doplňky stravy*. [s.l.]: Svoboda servis , 2004. 158 s. ISBN 80-86320-34-0
- [15] MANDELOVÁ, L., HRNČIŘÍKOVÁ, I. *Základy výživy ve sportu*, 1.vyd. Brno: Masarykova univerzita, 2007. 72s. ISBN 978-80-210-4281-0.
- [16] MAUGHAN, R., BURKE, L. *Výživa ve sport : příručka pro sportovní medicínu*. vyd. Oxford : Galén, 2006. 311 s. ISBN 80-7262-318-4.
- [17] SMEJKAL, RUDZINSKYJ, J. *Kulturistika pro všechny*. Svět kulturistiky: Pardubice 1999. 167 s. ISBN 80-902589-2-1
- [18] STACKEOVÁ, D. *Fitnes programy teorie a praxe: Metodika cvičení ve fitness centrech*. 2. přeprac. vyd. Praha : Galén, 2008. 209 s. ISBN 978-80-7262-541-3.
- [19] WELBURNNOVA, H. *Výživa a tělesná zátěž*. 2. vyd. Brno: Drobek Publishing, 2004. 100 s.

Internetové zdroje:

- [20] URL:<<http://www.tentaclecz.com/banik/jun/index.php?pg=load&nam=vyziva2>> [citováno 2009-7-10]
- [21] URL:<<http://www.google.com/search?q=cache:vEF0vvYF8kIJ:www.kanoe.cz/files/rychlost/scm/Vyzivamladychkanoistu.doc+ml%C3%A9ko+a+pitn%C3%BD+r%C5%BEim+sportovce&hl=cs&ct=clnk&cd=10&gl=cz>> [citováno 2009-7-8]
- [22] URL:<<http://www.behej.com/2008061801-energie-tuky-a-bilkoviny.html/>> [citováno 2009-7-20]
- [23] URL:< http://www.stob.cz/?page_id=5> [citováno 2009-7-20]
- [24] URL:<http://www.bodybuilding.cz/divis/aminokyseliny_popis_funkce_s_zamere_nim_na_vyuziti_v_kulturistice.html> [citováno 2009-7-25]
- [25] URL:<http://cs.wikipedia.org/wiki/HMB_-_hydroxymetylbutyr%C3%A1t> [citováno 2009-7-27]
- [26] URL:<<http://toxicology.emtrading.cz/modules.php?%20%20name=News&file=article&sid=50>> [citováno 2009-7-27]
- [27] URL:<<http://www.behej.com/2007010902-doplňky-stravy-glutamin.html>> [citováno 2009-7-29]
- [28] URL:< <http://www.lekarnadomu.cz/vyziva-v-atletice>> [citováno 2009-8-13]

Seznam Příloh:

Příloha 1 – Seznam tabulek

Příloha 2 – Seznam obrázků

Příloha 1 Seznam tabulek

Tab. č. 1: Optimální poměr výživných látek

Tab. č. 2: Obsah bílkovin ve vybraných potravinách

Tab. č. 3: Dělení aminokyselin

Tab. č. 4: Další dělení aminokyselin

Tab. č. 5: Množství glykogenu v těle

Tab. č. 6: Rozdělení sacharidů

Tab. č. 7: Glykemický index různých druhů potravin

Tab. č. 8: Potravin y bohaté na vlákninu

Tab. č. 9: Potřeba sacharidů ve vztahu k fyzické zátěži

Tab. č. 10: Doporučené denní množství sacharidů

Tab. č. 11: Sacharidy ve vybraných potravinách

Tab. č. 12: Dělení mastných kyselin

Tab. č. 13: Teoretický (průměrný) obsah karnitinu v některých běžných potravinách

Příloha 2 Seznam obrázků

Obr. č. 1: Pyramida důležitosti doplňků stravy

Obr. č. 2: Hladina glykémie (po přijetí potravin s vysokým GI a s nízkým GI)