

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra mikrobiologie, výživy a dietetiky



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

Nedostatečná výživa vrcholových sportovců 10-15 let

Bakalářská práce

Markéta Štádlíková

Výživa a potraviny

Ing. Zuzana Hroncová, Ph.D.

© 2024 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci " Nedostatečná výživa u vrcholových sportovců 10-15 let " jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 26. 4. 2024

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Zuzaně Hroncové, Ph.D. za odborné vedení, cenné rady, motivaci a čas, který mi věnovala během přípravy mé bakalářské práce. Dále bych chtěla poděkovat své rodině, partnerovi a přátelům, kteří mi poskytli nekonečnou podporu a měli se mnou trpělivost po dobu mého studia.

Nedostatečná výživa u vrcholových sportovců 10-15 let

Souhrn

Značný počet mladých lidí v pubertálním věku, konkrétně v rozmezí 10-15 let, se intenzivně věnuje sportu či jiným mimoškolním aktivitám. V této klíčové životní etapě dochází k výraznému rozvoji sportovních dovedností mladých atletů, přičemž sport začíná nabývat vrcholového charakteru. Sportovní výkony a výsledky jsou stále důležitější nejen pro trenéry a rodiče, ale i pro samotné mladé sportovce, což vede ke zvýšení fyzické zátěže, jež přesahuje běžnou úroveň pro většinu adolescentů.

Vzhledem k tomu, že tito mladí sportovci jsou stále ve fázi vývoje, je zásadní pečlivě dohlížet na adekvátní příjem makroživin – sacharidy (45-65 %), tuky (25-35 %) a bílkoviny (10-30 %) – společně s vitaminy, zejména vitaminem D pro lepší absorpci a regulaci vápníku, minerálními látkami, jako je železo, a dostatečnou hydrataci za účelem prevence dehydratace organismu. Dále je nutné dbát na optimální načasování příjmu potravy k zajištění maximálního zdraví a sportovního výkonu. Ideální je konzumace plnohodnotného jídla 3 hodiny před závodem, aby se předešlo zažívacím potížím. Bezprostředně před závodem se doporučuje konzumace lehce stravitelných potravin, jako je ovoce. Během závodů je pak vhodné přijímat energeticky bohaté snacky, jako jsou ořechy nebo sportovní nápoje, pro rychlé doplnění energie. Po fyzické aktivitě by potraviny bohaté na sacharidy měly být konzumovány do 30 minut za účelem obnovy glykogenních zásob. Nepravidelnost ve stravování, nedostatečný pitný režim a chyby ve výživě, jakými jsou například nedostatky jednotlivých makroživin, mohou vést k řadě zdravotních problémů. Nedostatečný příjem sacharidů může vyústit v riziko vyčerpání zásob glykogenu, což vede k rozpadu svalových bílkovin, zatímco nedostatek tuků může být spojen s nízkým energetickým příjmem. Pokud jsou bílkoviny nedostatečně zastoupeny ve stravě, může dojít ke ztrátě svalové hmoty a zvýšenému riziku úrazů.

Tyto a další chyby stravování sportovců prohlubuje rizika, jako jsou podváha a obezita, které jsou obzvláště závažné u sportovců v období vývoje a mohou vést k poruchám příjmu potravy a dalším zdravotním komplikacím, jako je syndrom triád, který sebou nese další rizika jako je osteoporóza nebo menstruační problémy u dívek. Z tohoto důvodu je správné a vyvážené stravování nenahraditelné nejen pro optimalizaci výkonu, ale i pro udržení dobrého zdravotního stavu mladého sportovce. To vyžaduje kultivovaný přístup k plánování jídelníčku a podporu od trenérů a rodičů v oblasti výživy.

Klíčová slova: Sportující děti, katabolismus, energetická bilance

Consequences of malnutrition in top athletes aged 10-15 years

Summary

A significant number of young people in puberty, specifically between the ages of 10-15, are intensely engaged in sports or other extracurricular activities. During this crucial life stage, there is a marked development of athletic skills among young athletes, with sports beginning to reach competitive levels. Athletic performances and results become increasingly important not only to coaches and parents but also to the young athletes themselves, leading to an increased physical load that surpasses the usual level for most adolescents.

Given that these young athletes are still in a developmental phase, it is essential to carefully monitor the adequate intake of macronutrients—carbohydrates (45-65 %), fats (25-35 %), and proteins (10-30 %) —along with vitamins, particularly vitamin D for better absorption and regulation of calcium, minerals such as iron, and sufficient hydration to prevent dehydration. It is also necessary to ensure optimal timing of food intake to maximize health and athletic performance. Ideally, a substantial meal should be consumed 3 hours before a competition to avoid digestive issues. Just before the competition, the consumption of easily digestible foods like fruit is recommended. During competitions, it is advisable to consume energy-rich snacks, such as nuts or sports drinks, for quick energy replenishment. After physical activity, foods rich in carbohydrates should be consumed within 30 minutes to replenish glycogen stores. Irregular eating habits, insufficient hydration, and nutritional mistakes, such as deficits in specific macronutrients, can lead to a range of health issues. Inadequate carbohydrate intake can result in the risk of depleting glycogen stores, leading to the breakdown of muscle proteins, while a lack of fats can be associated with low energy intake. If proteins are insufficiently represented in the diet, it can lead to muscle mass loss and an increased risk of injuries.

These and other dietary errors in athletes exacerbate risks such as underweight and obesity, which are particularly serious in athletes during developmental periods and can lead to eating disorders and other health complications, such as the female athlete triad, which brings additional risks like osteoporosis or menstrual problems in girls. For these reasons, proper and balanced nutrition is indispensable not only for optimizing performance but also for maintaining the good health of a young athlete. This requires a cultivated approach to meal planning and support from coaches and parents in nutrition.

Keywords: Sporting children, catabolism, energy balance

Obsah

1 Úvod	8
2 Cíl práce.....	9
3 Literární rešerše.....	10
3.1 Adolescent 10-15 let	10
3.2 Výživa adolescenta	10
3.2.1 Sacharidy	11
3.2.1.1 Glykemický index	12
3.2.2 Tuky.....	13
3.2.2.1 Cholesterol.....	14
3.2.3 Bílkoviny	15
3.2.4 Vitaminy	17
3.2.5 Minerální látky.....	19
3.2.6 Pitný režim.....	19
3.2.7 Energie.....	20
3.2.7.1 Bazální metabolismus.....	21
3.3 Hodnocení růstu	22
3.3.1 Index tělesné hmotnosti	23
3.4 Specifika výživy sportovce.....	24
3.4.1 Sacharidy	25
3.4.2 Tuky	25
3.4.3 Bílkoviny	25
3.4.4 Mikronutrienty	25
3.4.5 Tekutiny.....	26
3.4.5.1 Sportovní nápoje.....	26
3.5 Nutriční „timing“ (časové aspekty příjmu potravy).....	26
3.6 Nejčastější chyby při stravování sportovce ve věku 10-15 let.....	27
3.6.1 Nedostatek živin	28
Definice podvýživy založené na výživě:	28
Definice podvýživy založené na výživě a výsledcích:	29
3.6.1.1 Nedostatek bílkovin.....	30
3.6.1.2 Nedostatek tuků	30
3.6.1.3 Nedostatek sacharidů.....	30
3.6.2 Dehydratace	31
3.7 Zdravotní rizika nedostatečného příjmu potravy mladého sportovce.....	31
3.7.1 Obezita.....	31

3.7.2	Podváha.....	32
3.7.3	Poruchy příjmu potravy	33
3.7.4	Syndrom triád (trojčlenný syndrom).....	33
3.7.5	Ovlivnění funkcí gastrointestinálního traktu	34
3.7.6	Ovlivnění funkcí svalů.....	34
3.7.7	Nízká hustota kostní hmoty	34
3.7.8	Psychosociální vlivy	35
4	Závěr.....	36
5	Literatura.....	37
6	Seznam použitých zkratk a symbolů	44
7	Seznam tabulek a obrázků	45
7.1	Seznam tabulek.....	45
7.2	Seznam obrázků	45

1 Úvod

Navzdory roustoucímu pochopení důležitosti správné výživy a stravování u vrcholových sportovců zůstává problematika nedostatečné výživy vrcholových sportovců 10–15 let, která může mít negativní vliv jednak na jejich zdraví, ale také výsledky, často opomíjena. Z tohoto důvodu se má práce zabývat tímto tématem, jelikož jsem si sama vyzkoušela, jaké následky nedostatečná výživa může mít.

Moje osobní zkušenost s problematikou nedostatečné výživy vrcholového sportovce proběhla, když mi bylo 10 let a aktivně jsem se věnovala synchronizovanému plavání na vrcholové úrovni. Před mistrovstvím České republiky jsem podstoupila intenzivní tréninkový režim. Jako dítě se mi nepodařilo dodržovat vyvážený jídelníček se správným rozložením živin. Převažovaly sacharidy na úkor tuků a bílkovin, což vedlo k vážným výživovým problémům, k minimálnímu příjmu potravy, a tím i závažným omezením makro i mikronutrientů nezbytných pro optimální fungování těla, zvláště za daných nároků na energetický výdej.

Mé stravovací návyky byly značně omezené a nedostatečné. Prakticky jsem konzumovala pouze sacharidy, s minimálním přísunem tuků, bílkovin, vitaminů a minerálních látek. Jídelníček byl velmi jednotvárný a zahrnoval například cereálie a mléko k snídani, sýr a pečivo k svačině, těstoviny nebo brambory s omáčkou v rámci školního oběda, ovoce k odpolední svačině a opět těstoviny jako večere doplněné kečupem. Přísun masa byl zanedbatelný – příležitostně konzumované kuřecí maso maximálně třikrát měsíčně.

V důsledku nedostatečného příjmu živin můj organismus nedokázal dál efektivně reagovat na náročné tréninky. Přestala jsem reagovat na strukturální úroveň a začala jsem pociťovat vážné zdravotní problémy, včetně svalové bolesti a celkové slabosti. Po hospitalizaci s diagnózou akutní svalové horečky jsem se zaměřila na úpravu jídelníčku, dostatečný pitný režim a další klíčové stravovací návyky. Tato zkušenost mě ovlivnila a prohloubila mé povědomí o významu správné výživy pro výkon a celkové zdraví. Z této zkušenosti čerpám dodnes.

2 Cíl práce

Cílem této bakalářské práce je zpracovat přehlednou literární rešerži zaměřenou na důsledky kvalitativního i kvantitativního nedostatku výživy u vrcholových sportovců ve věku 10-15 let.

3 Literární rešerše

3.1 Adolescent 10-15 let

Adolescence představuje fázi anatomických, fyziologických, neurologických a behaviorálních změn. Toto období je typicky definováno jako období mezi 10 a 21 rokem života. Anatomické a fyziologické změny, které probíhají v těle během adolescence, jsou intenzivní a odehrávají se relativně v krátkém čase, typicky ve dvou až třech letech u žen a čtyřech až pěti letech u mužů. V tomto období dochází k rozvoji a dozrávání vnějších pohlavních orgánů vedle rozsáhlých hormonálních transformací, které vedou k interním emocionálním a kognitivním změnám. Puberta, klíčová fáze adolescence, je charakterizována zejména tělesnými a hormonálními přeměnami, a proto je pro tuto skupinu jedinců období puberty (které nastává v průměru mezi 10. a 15. rokem života) významným obdobím. U dívek se puberta projevuje nejčastěji mezi jedenáctým až třináctým rokem, u chlapců nastává později, mezi třináctým a patnáctým rokem. Proces puberty je spouštěn interními vlivy, jako je zrání kostí, složení tělesného tuku, genetické a etnické aspekty. Na začátek a rychlost puberty však působí i vnější činitelé, jako jsou stresu, nedostatečný příjem potravy nebo poruchy příjmu potravy, chronické onemocnění a užívání léků (Eckert et al. 2009).

3.2 Výživa adolescenta

V období mezi 10. a 20. rokem věku dochází k nárůstu libové tělesné hmotnosti z průměrně 25 na 63 kg u chlapců a z 22 na 42 kg u dívek. Tělesný tuk se během tohoto období zvyšuje průměrně ze 7 na 9 kg u chlapců a z 5 na 14 kg u dívek (Jim Mann a a. Stewart Truswell 2002). Toto jsou klíčové důvody, proč bychom měli klást důraz na správnou výživu mladých sportovců. V období dospívání dítě prochází intenzivním vývojem a vyžaduje adekvátní množství živin k podpoře svého růstu. Vzhledem k tomu, že sportovci mají větší fyzickou aktivitu, je nutné zajistit ještě větší příjem živin k udržení optimálního zdraví a výkonnosti.

Nejjednodušší definice výživy odkazuje na vědu zkoumající, jaké faktory se podílejí na tom, aby naše tělo bylo správně vyživeno. Denně se snažíme přijímat látky, které naše tělo vyživují. Tyto látky nazýváme živiny – chemické látky nezbytné pro získání energie a podporu různých biologických procesů. Správná výživa je klíčová pro optimální fungování organismu jako je růst, pohyb, imunita, regenerace a prevence proti nemocem, a nevyhnutelně podporuje i základní funkci všeho živého – reprodukci. Energie, kterou denně získáváme z potravy, se skládá z makroživin: sacharidů, bílkovin a tuků. Tyto základní složky ale naše tělo nemůže využít přímo jako zdroj energie, proto musí projít složitými biochemickými procesy, při kterých se rozkládají na formu, která je pro nás přímo využitelná, čímž se z nich uvolněná energie efektivně ukládá. Tyto procesy umožňují, aby byly molekuly energie nejen využity okamžitě, ale i uloženy v těle pro budoucí potřebu. Když jsou makroživiny rozloženy, část uvolněné energie se transformuje do „molekul s vysokou energií“. Nejdůležitějším zástupcem těchto molekul je adenosintrifosfát (ATP), který představuje základní energetickou měnu našeho těla (Wildman 2009).

Mezi základní živinové složky, makronutrienty, zahrnujeme sacharidy, tuky a bílkoviny. Vyvážený příjem by měl obsahovat 60 % sacharidů, 25 % tuků a 15 % bílkovin. Každá potrava má rozdílné poměry těchto složek a vody. Čím vyváženější a pestřejší příjem těchto složek bude, tím lépe to ovlivní vývoj organismu. Příjem potravy můžeme považovat za určitý ukazatel zdraví (Harris a Ruth B 2017).

3.2.1 Sacharidy

Sacharidy jsou nejhojnějším a nejrozmanitějším typem organických sloučenin v přírodě. (Steve W. Cui 2005) Jsou důležitým a primárním zdrojem energie a v organismech plní klíčové funkce (Jiang et al. 2021). Jsou také zdrojem zásobního materiálu u živočichů ve formě glykogenu a u rostlin ve formě rostlinné škrobu (Tomasik 2003).

Sacharidy jsou makroživiny složené z uhlíku, vodíku a kyslíku. V potravinách jsou přítomny ve formě cukrů, škrobů a vláknin. Tyto makromolekuly rozdělujeme do skupin dle jejich chemické struktury, a to na monosacharidy – glukóza, fruktóza, galaktóza – jednoduché cukry, a disacharidy – sacharóza, laktóza, a polysacharidy – škrob, glykogen a celulóza – jako složitější cukry (Großkopf a Simm 2020).

Z hlediska výživy, představují sacharidy jednu z nejdůležitějších živin v každodenním jídelníčku člověka. Sacharidy by měly poskytovat asi 55 % energetického příjmu pro obecnou populaci, převážně ve formě škrobů a jiných složitých sacharidů, přičemž cukry by neměly poskytovat více než asi 10 % energetického příjmu (Jian Chen 2018; Maughan a IOC Medical Commission. 2014). Tyto makroživiny najdeme v ovoci, obilovinách, zelenině a mléčných výrobcích (Tab.1) (Kiely Leonie J. and Hickey 2022).

Tabulka 1: Zdroje sacharidů (Holesh et al. 2024)

Sacharid	Příklady	Zdroje
Mono a disacharidy	Fruktóza, maltóza, glukóza	Cukrovinky, ovocné džusy, med, stolní cukr
Složené sacharidy	Celobióza, amyulóza, celulóza	Jablka, špenát, celozrné obiloviny, rýže
Složené sacharidy	Škroby	Brambory, těstoviny
Složené sacharidy	Nerouzoušná vláknina	Otruby, zelenina, slupky brambor
Složené sacharidy	Rozpustná vláknina	Ovoce, brokolice

V potravinách se vyskytují různé typy sacharidů, ať už v důsledku zpracování potravin, či díky jejich přirozenému výskytu. Proto jídla obsahují směs různých typů sacharidů. Většina sacharidů, které požitíme v potravě, a vstoupí po strávení v tenkém střevě do krevního řečiště jako glukóza. Poté se ve formě glykogenu, polymeru s alfa-1,4 a 1,6 vazbami mezi několika molekulami glukózy, jak už bylo zmíněno, ukládá v těle (Obr.1). Největší zásoby glykogenu obsahuje kosterní svalstvo, zatímco játra mají nejvyšší koncentraci. Koncentraci svalového glykogenu můžeme ovlivnit zdravým životním stylem a řádným příjmem sacharidů ve stravě.



Obr. 1: Syntéza glykogenu, převzato a upraveno (Adeva-Andany et al. 2016)

Hlavní funkcí jaterního glykogenu udržování konstatní hladiny krevní glukózy, v poměrně úzkém rozmezí (4-5 mmol/l) (Maughan a IOC Medical Commission. 2014). Fungování některých orgánů, například ledvin, mozku a centrální nervové soustavy, je závislé na jeho příjmu. Mají vysoké energetické potřeby, a proto je důležitý pravidelný přísun. I během klidového stavu spotřebují velké množství glykogenu, až 75 %. Jaterní glukóza je přístupná orgánům ze 75 % díky procesu glykogenolýzy, avšak glukoneogeneze má také důležitý podíl na dané přístupnosti, asi z 25 %. Svalový glykogen a jeho využití je pro orgány zanedbatelné, jeho hlavní funkce je poskytnout energii při zvýšené aktivitě kosterního svalstva (Hargreaves 1991).

3.2.1.1 Glykemický index

Popisné hodnoty, jako glykemický index a glykemická zátěž, byly zavedeny na základě odlišností, jak různé potraviny ovlivňují hladinu cukru v krvi (Großkopf a Simm 2020). Glykemický index potraviny je určován porovnáním nárůstu koncentrace glukózy v krvi po konzumaci 50 g dostupných sacharidů (tj. celkový obsah sacharidů potraviny, které jsou zcela rozloženy a absorbovány ve střevě a využity v metabolismu – tedy celkové sacharidy mínus vláknina) z testovací potraviny se stejným množstvím dostupných sacharidů ze standardní potraviny, jež může být čistá glukóza či bílý chléb. Průměrná změna koncentrace glukózy v krvi během následujících dvou hodin po konzumaci testovací potraviny je pak porovnávána se změnou po konzumaci standardní potraviny a tato hodnota představuje glykemický index konkrétní potraviny (Elena Philippou 2016). Glykemická zátěž, významnější ukazatel, zahrnuje procento sacharidů v potravě. Množství glukózy v krvi je významným impulzem pro

metabolické procesy v těle, jako vstřebávání nebo při nedostatku uvolňování glukózy. Za vstřebávání a ukládání glukózy vděčíme hormonu zvaný inzulín. Naopak za rozklad glykogenu a díky tomu uvolnění glukózy je zodpovědný hormon glukagon. Steroidní hormony glukokortikoidy, například kortizol, udržují takzvanou homeostázu glukózy tím, že potlačují sekreci inzulínu a indikují vylučování glykogenu. Regulace glukózy v krvi má přesné rozmezí, a to 4-12 mM. Ukazatel správné koncentrace v krvi je i interval rychlostní hladiny glukózy, který je v rozmezí 3,3-6,1 mmol/L. Hypoglykemií můžeme označit jako stav, kdy jsou hodnoty nižší než při daném rozmezí. Hyperglykemií naopak označujeme stav, kdy při daném rozmezí jsou naměřené hodnoty vyšší. Poruchy regulace hladiny krevní glukózy jsou různé a mají různé předpoklady a predispozice. Můžeme uvést jako jednu z nejznámějších poruch diabetes, který je jak hypoglykemická, tak hyperglykemická porucha (Großkopf a Simm 2020).

3.2.2 Tuky

Tuky jsou součástí třídy makronutrientů známých jako lipidy (Barness 1976). V lidské výživě hrají zásadní roli, jakožto největší zdroj energie ze všech základních potravin (O'Brien 2008). Obsahují 37 kJ na 1 g hmotnosti (Ronald J. Maughan 2014). Jsou důležité také proto, že obsahují esenciální mastné kyseliny. Tuky využíváme i pro vstřebávání vitaminů rozpustných v tucích (O'Brien 2008).

Struktura tuku je tvořena základem z glycerolu a tří řetězců mastných kyselin. Glycerol, malá organická sloučenina, obsahuje 3 hydroxylové skupiny, zatímco mastná kyselina (MK) je charakterizována dlouhým řetězcem uhlovodíků připojeným ke karboxylové skupině (Sanju Bala Dhull et al.). Lipidy je tedy další širší termín používaný k zahrnutí tuků nebo triglyceridů, ale také cholesterolu, fosfolipidů a mnoha dalších molekul v potravinách nebo syntetizovaných v našem těle (O'Brien 2008). Mastné kyseliny, zejména nasycené, jsou nezbytné pro správné fungování orgánových systémů v těle, hrají klíčovou roli v tom, že plní strukturální funkci jako součást fosfolipidů, které jsou základními stavebními bloky buněčných membrán, dále se podílejí na ukládání energie v buňkách jako součást neutrálních tuků a zapojují se do buněčné signalizace skrze své deriváty, ať už jsou ve volné formě nebo jako součást složitých lipidů (de Carvalho a Caramujo 2018). Jsou nezbytné pro růst a tvorbu myelinu. Další využití tuků zahrnuje chutnost potravin, u živočichů bez srsti tepelnou izolaci a specifické vlastnosti enzymů a transportu (Barness 1976). Na jednom konci své molekuly mají kyselou skupinu a na druhém methylovou. Mastné kyseliny se rozlišují dle přítomnosti dvojných vazby, tj. 0 – nasycené, 1 – mononenasycené, >1 – PUFA (polynenasycené) a >2 – HUFA (vysoce nenasycené) (Sanju Bala Dhull et al.).

Nasycené mastné kyseliny jsou mastné kyseliny bez dvojných vazeb, které se často vyskytují v živočišných produktech, jako je máslo, sýry, plnotučné mléko, smetana a tučné maso, ale také v průmyslových produktech jako je cukroví, rychlé občerstvení, zmrzlina a sušenky. Těchto nasycených MK najdeme hojně i v některých rostlinných olejích jako je kokosový, palmový a palmový jádrový olej. Palmitová kyselina je nejčastěji se vyskytující nasycenou mastnou kyselinou v lidské stravě, nachází se v mase, různých masných výrobcích, zpracovaných potravinách a některých rostlinných olejích. Dalšími hlavními nasycenými mastnými kyselinami ve stravě jsou kyselina stearová, která se vyskytuje v tucích z masa,

mléka a čokoládových výrobcích, a kyselina myristová, kterou najdeme v tucích z masa a mléka. Přírodně se vyskytující nenasycené mastné kyseliny mají tendenci mít dvojně vazby ve formě cis-konfigurace, kde atomy vodíku po stranách dvojně vazby směřují ve stejném směru; v trans-konfiguraci ukazují do opačných směrů. Transmastné kyseliny vznikají při zušlechtní kapalných rostlinných tuků procesem částečné hydrogenace. Tyto částečně zušlechtně tuky zpravidla zůstávají pevné při pokojové teplotě a jsou odolnější vůči oxidaci a škodlivinám. Není tedy divu, že tyto transmastné kyseliny jsou běžně obsaženy v některých margarínech, průmyslových olejích na vaření a nacházejí se ve zpracovaných potravinách jako jsou rychlá jídla, hranolky, koblihy, sušenky, instantní polévkové prášky a cukroví. Nenasycené mastné kyseliny jsou mastné kyseliny se dvěma nebo více dvojnými vazbami a délkou 18 až 22 uhlíkových atomů. Tyto nenasycené mastné kyseliny zahrnují n-6 a n-3 cis mastné kyseliny, rovněž známé jako rodiny omega 6 a omega 3 mastných kyselin, které se strukturálně liší polohou jejich dvojných vazeb od methylového konce na 6. a 3. vazbu (Chong et al. 2006).

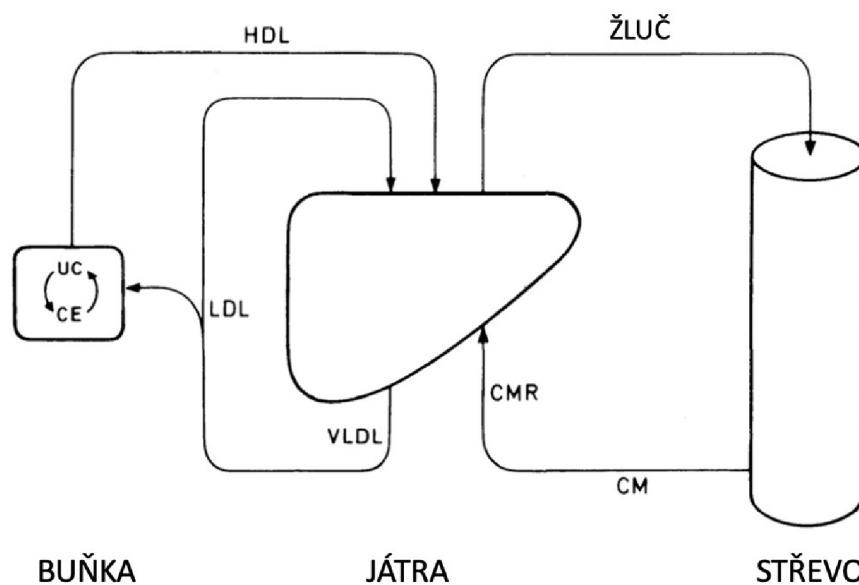
Příjem průmyslově vyráběných transmastných kyselin vede ke zvýšení hladiny lipoproteinů s nízkou hustotou (LDL) a k poklesu hladiny lipoproteinů s vysokou hustotou (HDL) cholesterolu v krvi (Brouwer et al. 2013) a tím se zvyšuje riziko koronárních srdečních onemocnění (Pipoyan et al. 2021; Brouwer et al. 2013). Příjem hydrogenovaných rostlinných olejů přispívá k riziku infarktu myokardu. Trans MK zvyšují hladiny C-reaktivního proteinu (CRP), což vede k ateroskleróze (Bhardwaj et al. 2011), diabetu (Bhardwaj et al. 2011) a může vést až k náhlé smrti v důsledku srdečního selhání (Bhardwaj et al. 2011).

Aby příjem tuků byl u dospělých osob adekvátní a splnil energetické požadavky, jako dostatečný příjem esenciálních mastných kyselin, v jídelníčku by tuky měly pokrýt alespoň 15 % celkové energie (Jim Mann a a. Stewart Truswell 2002).

3.2.2.1 Cholesterol

Cholesterol, steroidní alkohol, se může vyskytovat volně v membránách nebo tvoří estery s MK, jako jsou plazmatické lipoproteiny. Cholesterol může být syntetizován v játrech savců, v rostlinách nikoliv, proto je obsažen pouze v živočišných produktech, jako jsou maso, vnitřnosti, vejce. Je to přirozená látka, která je nezbytným metabolitem, ale není nezbytnou živinou, z důvodu vlastní částečné syntézy v játrech. Je nenahraditelnou složkou buněčných membrán, steroidních hormonů a žlučových kyselin (Chong et al. 2006).

Lipoproteiny slouží jako transportní systém a mají na starost hned několik funkcí, které jsou klíčové pro přežití, počínaje transportem tuků z potravy ze střev do jater, sekundárním transportem zpracovaných částí cholesterolu do periferních tkání pro produkci steroidních hormonů a syntézu membrán a zpracování volných MK, které slouží jako zdroj energie pro okamžité, či budoucí potřeby. Existuje několik typů lipoproteinů a tradičně jsou rozdělovány dle velikosti a hustoty. Nízkohustotní (VLDL), relativně velký a lehký lipoprotein, nízkohustotní (LDL) a vysokohustotní lipoprotein (HDL) jsou postupně menší a těžší (Ridker 2014). VLDL lipoproteiny pocházejí především z jater a přenášejí tuky, LDL jsou hlavními transportéry cholesterolu do periferních tkání, HDL odvádí nadbytečný cholesterol do jater k degeneraci (Obr.2) (Chong et al. 2006).



Obr.2: endogenní transport cholesterolu – UC: neesterifikovaný cholesterol, cholesterol v jeho volné formě; CE: cholesterolový ester, forma, v níž je cholesterol často ukládán v těle; CM, CMR: chylomikrony, malé částičky tuku a cholesterolu; převzato a upraveno (Norum et al. 1983)

3.2.3 Bílkoviny

Bílkoviny tvoří polymery složené z 19 druhů α -aminokyselin a jedné iminokyseliny, které jsou spojeny pomocí amidových neboli peptidových vazeb. Jednotlivé aminokyseliny (AMK) se liší pouze charakterem bočního řetězce připojeného k α -uhlíku. Fyzikální a chemické vlastnosti, jakými jsou náboj, rozpustnost a chemická reaktivita aminokyselin (tedy proteinů), závisí na povaze právě těchto bočních řetězců (Damodaran a Paraf 2017). Aminokyselinové boční řetězce se liší velikostí, nábojem a reaktivitou a význam jednotlivých AMK se odlišuje – některé jsou esenciální nebo podmíněně esenciální, jiné neesenciální (Tabulka 2) (Loveday 2019).

AMK složení je pro každý protein specifické. Pro syntézu proteinu je nezbytné, aby byly v místě syntézy k dispozici všechny potřebné AMK. Nedostatek jakékoli AMK může limitovat syntézu proteinu. Takovou AMK označujeme jako „limitující“. I když nemusíme zajišťovat příjem proteinů jako takových prostřednictvím stravy, klíčové je přijímat konkrétní AMK, které obsahují. Existuje 20 druhů AMK, které jsou pro tvorbu proteinů nezbytné a jsou označovány jako „metabolicky esenciální“. Z těchto AMK je osm považováno u dospělých za „nezbytné“ nebo „esenciální“ (Tabulka 2), které musí být ve stravě zastoupeny v již vytvořené formě. Ostatní AMK nemusí být nutně dodávány ve stravě v předem formované podobě, jsou-li schopny být v těle syntetizovány z dostupných prekurzorů v potřebném množství, tudíž se nazývají „volitelné“ nebo „ne-esenciální“. Přesto tyto ne-esenciální aminokyseliny nejsou méně důležité pro biologické procesy. Je důležité, aby je tělo dokázalo vyrobit v dostatečném množství. Jejich dostupnost ve stravě může přispět k úspoře esenciálních AMK nebo jiných

zdrojů dusíku, které by jinak byly potřebné pro jejich výrobu (Jim Mann a a. Stewart Truswell 2002).

Tabulka 2: Rozdělení AMK – esenciální, podmíněně esenciální, neesenciální (Jim Mann a a. Stewart Truswell 2002)

Esenciální AMK	Podmíněně esenciální	Neesenciální
Leucin (Leu)	Tyrosin (Tyr)	Kyselina glutamová (Glu)
Isoleucin (Ile)	Glycin (Gly)	Alanin (Ala)
Valin (Val)	Serine (Ser)	Kyselina asparagová (Asp)
Fenylalanin (Phe)	Cystein (Cys)	
Threonin (Thr)	Arginin (Arg)	
Tryptofan (Trp)	Glutamin (Gln)	
	Asparagin (Asn)	
	Prolin (Pro)	
	Histidin (His)	

Proteiny představují základní strukturální a funkční složky ve všech buňkách a podléhají rozsáhlým metabolickým procesům. Tyto procesy jsou úzce propojeny s metabolismem energie a dalších živin. Ve zdravém organismu následují po vodě bílkoviny a tuky jako nejhojnější chemické sloučeniny. Všechny tkáně a buňky proteiny obsahují. U dospělé osoby s hmotností 70 kg proteiny tvoří asi 16 % její váhy, což odpovídá zhruba 11 kg. Z tohoto množství je většina lokalizována ve svalstvu (43 %), kůži (15 %) a v krvi (16 %). Polovinu celkového množství tvoří pouze 4 hlavní proteiny – kolagen, hemoglobin, aktin a myosin, přičemž 25 % celkového množství tvoří sám kolagen (Jim MANN a A. Stewart TRUSWELL 2002). Bílkoviny jako dietní makronutrienty hrají v těle klíčové strukturální a funkční úlohy; bez dostatku proteinů bychom nepřežili (Loveday 2019).

Doporučený denní příjem proteinů je stanoven jako nejméně 10 % a nejvýše 35 %, nebo 0,8 g na 1 kilogram tělesné hmotnosti do přibližně 2,5 g na 1 kilogram (Phillips et al. 2020). Tato doporučení jsou odvozena jako minimální množství pro udržení dusíkové rovnováhy a neberou v potaz úroveň fyzické aktivity. Osoby s nízkou úrovní této aktivity mají sníženou schopnost zadržovat dusík, a proto potřebují vyšší příjem proteinů pro udržení svalové hmoty ve srovnání s těmi, které jsou aktivní. Vzhledem k tomu, že fyzická aktivita klesá s věkem,

jedná se o důležitý faktor při posuzování potřeb bílkovin. Navíc tělo starších dospělých prochází fyziologickými změnami, které ovlivňují využití bílkovin (Lonnie et al. 2018).

Bílkoviny se nacházejí v potravinách živočišného, rostlinného původu, ale i v neobvyklých zdrojích, jako jsou řasy, bakterie a houby (Lonnie et al. 2018). Pokud jde o výživové aspekty, různé potraviny, jako jsou semena, luštěniny, ořechy, ovoce a zelenina, mohou být nejen alternativními zdroji bílkovin, ale také nabízejí bohaté množství zdraví prospěšných živin, jako jsou vitamíny, minerály, vláknina a antioxidanty. Ačkoliv některé zeleninové zdroje obsahují velké množství bílkovin, tradiční bílkoviny živočišného původu jsou obecně považovány za vysoce kvalitní, zatímco rostlinným bílkovinám často chybí určité esenciální AK. Doporučuje se kombinovat rostlinné a živočišné zdroje bílkovin tak, aby byla zajištěna vyvážená směs esenciálních AK (Fasolin et al. 2019). Zvýšený příjem rostlinných bílkovin může být spojen s rizikem přítomnosti antinutrientů, což jsou přirozeně produkované látky rostlin. Tyto látky mohou zasahovat do procesů trávení, absorpce a využití živin, což může mít negativní důsledky. Příkladem jsou lektiny, které mohou vyvolávat autoimunitní reakce, nebo inhibitory α -amylázy zasahující do trávení sacharidů. Je však důležité si uvědomit, že antinutrienty nemusí být vždy škodlivé a v některých případech mohou mít i pozitivní účinky na zdraví. Například v nízkých koncentracích mohou lektiny pomáhat v regulaci hladiny glukosy nebo cholesterolu v krvi. Jiné rostlinné složky (lignany, fytoestrogeny) mohou přispívat k nižšímu riziku výskytu rakoviny (Hertzler et al. 2020). Konzumace živočišných produktů, hlavně červeného masa, je spjata s celou řadou zdravotních komplikací včetně obezity, kardiovaskulárních onemocnění, diabetu 2. typu a určitých forem rakoviny. Bílkoviny ve stravě se obvykle nevyskytují izolovaně, ale jako součást celé stravy a celkového stravovacího plánu. Každá skupina potravin bohatých na bílkoviny přináší různé specifické složky mimo proteiny, které mohou mít vliv na zdraví srdce a cév (Tharrey et al. 2018). Globálně jsou potraviny rostlinného původu hlavním zdrojem bílkovin, představující 57 % celkového denního příjmu, následovaných masem (18 %), mlékem (10 %), rybami a mořskými plody (6 %) a jinými živočišnými produkty (9 %) (Lonnie et al. 2018).

3.2.4 Vitaminy

Vitaminy, skupina organických sloučenin, jsou nezbytné pro normální fungování těla ve velmi malém množství (Ball 2005). Jsou rozšířené v rostlinných i živočišných zdrojích a do potravy je zařazujeme v čisté formě i jako součást potravinových aditiv (Jiang Jiang 2016). V lidské výživě existuje celkem 13 druhů vitaminů, které pohodlně rozdělíme do 2 skupin na základě jejich rozpustnosti. Vitaminy A, D, E a K zastupují skupinu vitaminů rozpustných v tucích (Tab. 3). Vitaminy rozpustné ve vodě zastupují vitaminy C a členové skupiny vitaminů B – thiamin (B1), riboflavin (B2), niacin, vitamin B6, kyselina pantothenová, folát a vitamin B12 (Tab. 4) (Ball 2005).

Tabulka 3: Vitaminy rozpustné v tucích (Jim Mann a a. Stewart Truswell 2002)

Vit.	DDD	Funkce	Zdroje
A	6 µg beta karotenu/ 12 µg provitaminu A	Vidění, růst imunita	Mléko, máslo, vaječný žloutek, játra, tučné ryby a žlutě a oranžově zbarvené ovoce a zelenina
D	0-50 let: 5 µg 51-70 let: 10 µg 70 a více: 15 µg	Imunita, udržování homeostázy vápníku a fosforu	Ryby, mořské plody, vejce a UV záření
E	10 mg	Antioxidant	Potraviny s vysokým obsahem tuku, sladké brambory, pšeničné klíčky
K	1 µg/kg	Srážlivost krve, správná činnost jater	Špenát, růžičková kapusta, petržel, zelí, salát, hovězí játra, zelený čaj

Tabulka 4: Vitaminy rozpustné ve vodě (Bier et al. 2015)

Vitamin	DDD	Funkce	Zdroje
B1	Muži: 1,4 mg Ženy: 1,1 mg	Koenzym v energetickém metabolismu, redukce oxidačního stresu	Otrubová rýže, pekárenské kvasnice, cereálie, ořechy a luštěniny
B2	Muži: 1,3 mg Ženy: 1,1 mg	Role v metabolismu makronutrientů, přeměňuje kys. Listovou a vitamin B6 do aktivních forem	Zelenina, maso, mléčné produkty
B3	Muži: 16 mg Ženy: 14 mg	Udržuje zdravou kůži, role v metabolismu makronutrientů	Masné výrobky, obiloviny, pivovarský kvas
B5	5-7 mg	Syntéza koenzymu A	Játra, srdce, zelenina, kvas
B6	Muži: 2 mg Ženy: 1,6 mg	Kofaktor metabolických reakcí makronutrientů	Maso, celozrnné výrobky, ořechy a zelenina
B9	400 µg	Koenzym pro buněčný metabolismus, syntéza purinu a přeměna AMK	Ovoce, obohacené cereálie, játra, mléčné výrobky a zelenina
B12	2 µg	Přenos nervových vzruchů, krvetvorba	Potraviny živočišného původu (převážně jen maso)
C	Muži: 90 mg Ženy: 75 mg	Kofaktor v syntéze kolagenu, udržování kovových iontů, antioxidant	Ovoce (pomeranč, jahody, meloun) a zelenina (brokolice, paprika, květák)

U vitaminů rozpustných ve vodě je nutné je pravidelné doplňování, díky dobré rozpustnosti je organismus velmi rychle zpracuje. K využití vitaminů rozpustných v tucích je nutné přijímat tuk v potravě.

3.2.5 Minerální látky

Minerální látky (ML) jsou součástí všech živočišných i rostlinných organismů. Pro lidský organismus jsou nepostradatelné a hrají velmi důležitou roli v tělesných funkcích. Z pohledu výživy je těchto 6 minerálních látek – makroprvků – železo, vápník, hořčík, jod, selen, zinek (Tab. 5). Jsou to hlavní složky organické hmoty, ale mají také důležité metabolické funkce. Makroprvky jsou hlavními stavebními materiály buněk. Mikronutrienty, jako jsou brom, kobalt, fluor, měď a další, jsou složkami enzymů, vitaminů a hormonů a účastní se některých metabolických funkcí. Minerální látky přijímáme potravou a nedostatek, ale i nadbytek může způsobit nepříznivé účinky v organismu (Szefer a Nriagu 2007).

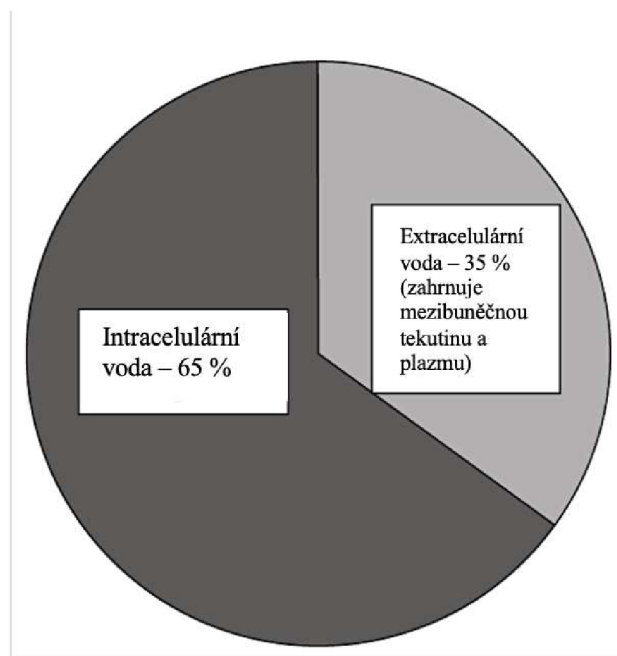
Tabulka 5: Makroprvky (Stathopoulou et al. 2012; Adams et al. 2021)

Makroprvek	DDD	Funkce	Zdroje
Vápník (Ca)	800 mg	Mineralizace kostí, přenos nervových vzruchů, svalové kontrakce	Mléko a mléčné výrobky, zelenina, luštěniny, mořské plody
Hořčík (Mg)	360 mg	Enzymatický kofaktor, syntéza nukleových kyselin, součást kostí	Celozrnné výrobky, kakaové boby, ořechy, luštěniny
Železo (Fe)	20–30 mg	Transport kyslíku, buněčná proliferace	Převážně maso, játra, luštěniny
Selen (Se)	55–200 mg	Vykonává funkce začleňováním do proteinů	Brazílské ořechy, bílý chléb, maso a vejce
Zinek (Zn)	8–11 mg	Funkce více než 300 enzymů, pomáhá udržovat homeostázy těla	Ústřice, červené maso, ryby, luštěniny, ořechy
Jod (I)	200 µg	Vývoj a funkce nervového systému	Mořské plody, mořská sůl, některé ovoce

3.2.6 Pitný režim

Voda je nezbytná pro život. Od doby, kdy pravěké druhy živočichů opustily oceány a začaly žít na pevnině, bylo zabránění dehydrataci klíčové pro přežití. Důležité adaptace probíhají napříč celou řadou druhů, včetně lidí. Bez vody mohou lidé přežít pouze několik dní. Podíl vody v těle se pohybuje od 75 % u kojenců až po 55 % u starších jedinců a je klíčový pro buněčnou rovnováhu a život (Popkin et al. 2010). Voda v lidském těle je rozdělena do dvou hlavních kompartmentů – intracelulárního (uvnitř buněk) a

extracelulárního (mimo buňky). Intracelulární kompartment obsahuje zhruba 65 % celkové tělesné vody, zatímco extracelulární kompartment obsahuje zhruba 35 % této vody. Extracelulární tekutina se dále dělí na mezibuněčnou tekutinu (nacházející se v prostorech mezi buňkami) a plazmu (tekutinu, která transportuje krevní buňky po celém těle) (Obr. 3).



Obr.3: Celkové množství vody v těle, průměrně 60 % hmotnosti těla, což přibližně činí 42 litrů u muže vážícího 70 kg s normálním indexem tělesné hmotnosti, převzato a upraveno (Benelam a Wyness 2010)

Voda má v těle důležité úkoly. Je klíčovou složkou tekutiny, která tvoří základ slin pro polykání, synoviálních tekutin, které tlumí klouby a zajišťuje mazání (slzy) očí. Je podstatná pro průběh většiny chemických reakcí v těle, chrání nervový systém (mozkomíšni mok), umožňuje nám zbavit se odpadních produktů, především prostřednictvím ledvin a reguluje teplotu skrze pocení (Benelam a Wyness 2010).

Rozdílné potřeby vody se odvíjejí od různých faktorů (např. metabolismus, strava, klima, oblečení), což znamená, že normální hydratace vyžaduje variabilitu v příjmu tekutin. Doporučení pro potřeby vody u lidí by neměla vycházet z „minimální“ spotřeby, neboť by to mohlo nakonec způsobit deficit a negativně ovlivnit výkon a zdraví. Institut medicíny stanovuje potřeby vody na základě adekvátního příjmu, od kterého očekáváme, že budou vyhovovat většině zdravé populace. Potřeby vody rostou s věkem, začínaje od raného věku kojenců (přibližně 0,6 litru) až po dětství (přibližně 1,7 litru). U dospělých mužů se doporučené množství denní potřeby vody pohybuje kolem 2,5 litru v klidu a může stoupnout až na 3,2 litru při mírné fyzické aktivitě. Aktivnější jedinci žijící v teplejších oblastech mohou potřebovat až 6 litrů vody denně (Sawka et al. 2005).

3.2.7 Energie

Z počátku se zdá, že koncept energetické rovnováhy těla je jednoduchý – přijatá energie by měla odpovídat vynaložené energii. Avšak skutečné biologické mechanismy, které

podporují tento vzorec, jsou mnohem složitější a zahrnují procesy na různých úrovních, včetně biochemické, endokrinní, fyziologické, neurologické a behaviorální. Tato komplexnost vychází z toho, že procesy popsané v rovnici, nejsou statické ani nezávislé, což vede ke vzájemné interakci mezi ukládáním, výdejem a příjmem energie. Změny v energetickém příjmu často souvisejí s poruchami v energetických zásobách a výdajích, což zdůrazňuje důležitost mechanismů, které převádějí tyto změny v chování. Kontrola chování při jídle je ovlivňována různými sensorickými systémy, jako je čich a chuť, které hrají klíčovou roli při výběru potravy a regulaci příjmu, jak krátkodobě, tak dlouhodobě. To dokazují signály z trávicího traktu a postabsorpční metabolismus potravy, které ovlivňují chování při jídle nejen v krátkodobém, ale v dlouhodobém měřítku (Friedman 1995).

Při zaměření na energetickou výživu se klade důraz na chemickou energii obsaženou v potravě, energetické potřeby těla pro vykonávání činností, energetické zásoby těla a jeho schopnost přizpůsobení. Pro člověka představuje chemická energie z potravy jediný zdroj energie. Tento druh energie může být tělem využit k provádění mechanické práce (svalové kontrakce), elektrické práce (udržování iontových gradientů napříč membránami) a chemické práce (syntéza nových makromolekul). V případě, že energie z požití potravy není využita k provádění aktivit, bude uložena jako chemická energie (zejména ve formě tělesného tuku) (Jim Mann a a. Stewart Truswell 2002).

V rámci Mezinárodní soustavy jednotek se energie vyjadřuje v joulech (J), což je množství energie potřebné k přemístění 1 kilogramu (kg) o 1 metr (m) silou 1 newtonu (N). Většinou se pro pohodlnost ve výživě používají kilojouly (kJ) nebo megajouly (MJ), protože 1 joule je velmi malé množství energie. Zavedení Mezinárodních jednotek do výživy bylo postupné a mnoho textů stále udává energetický obsah v kilokaloriích (kcal). Při použití termochemického konverzního faktoru kalorií, platí že 1 kcal = 4,184 kJ (Jim Mann a a. Stewart Truswell 2002).

3.2.7.1 Bazální metabolismus

Energie nezbytná pro udržení bazálního metabolismu představuje množství energie potřebné pro podporu základních životních funkcí a udržení zdraví těla, včetně podpory růstu tam, kde je to relevantní. Tento energetický požadavek se označuje jako bazální metabolická rychlost (BMR), která tvoří největší podíl na celkovém denním energetickém výdeji člověka, a to 50-70 %. BMR bývá často stanovována metodou Douglasova sáčku nebo ventilové kapuce, nebo někdy také pomocí přenosných respirometrů. Měří se v kJ/min, avšak často se extrapoluje na 24 hodin a poté vyjadřuje jako MJ/den (Jim Mann a a. Stewart Truswell 2002).

Určení bazálního metabolismu je možné provést i pomocí výpočtu:

$$\text{Muži} \quad h = 66.4730 + 13,7516W + 5,0033S - 6,7750A$$

$$\text{Ženy} \quad h = 665,0955 + 9,5634W + 1,8496S - 4,6756A$$

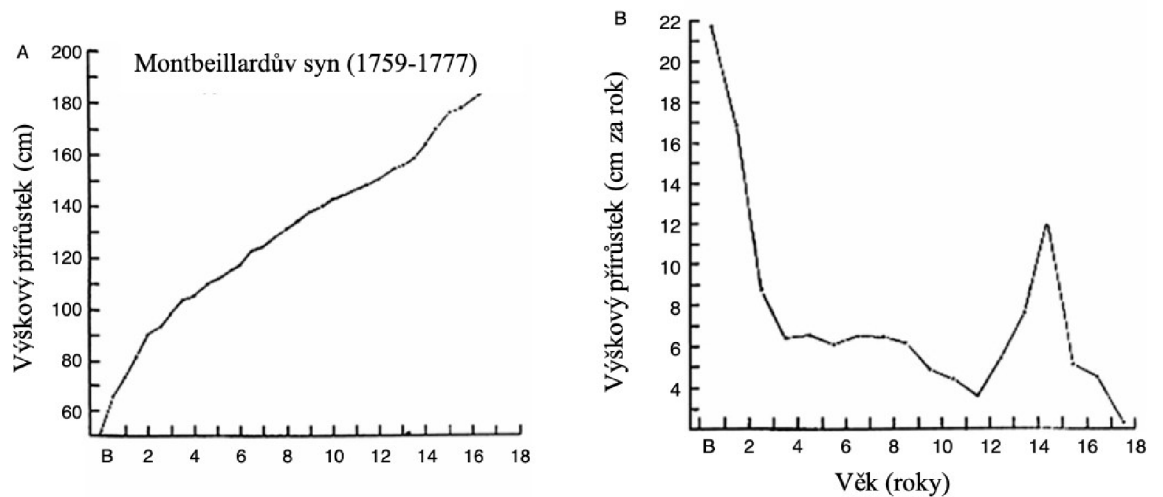
Kdy, h = kcal/den, W = váha (kilogramy), S = výška (centimetry), A = věk (roky) (Henry 2005)

BMR závisí na mnoha dalších faktorech, včetně velikosti těla, složení těla, pohlaví, nutričního a fyziologického stavu. Právě velikost a složení těla hrají klíčovou roli v určení BMR. Například tuková tkáň má nižší metabolickou rychlost než ostatní tkáně, což často způsobuje, že BMR se lépe vyjadřuje na základě kilogramu tuku než na kilogram hmotnosti. Věk také ovlivňuje energetické výdaje tím, že BMR na kilogram hmotnosti mírně klesá od narození až do stáří. U dětí je vedle bazálního metabolismu potřeba energie pro růst. Další faktory, které mohou ovlivnit BMR jsou hormonální stav, farmakologické látky a nemoc (Jim Mann a a. Stewart Truswell 2002).

3.3 Hodnocení růstu

Používání objektivních antropometrických ukazatelů, jako jsou váha, výška a index tělesné hmotnosti, má v péči o děti zásadní význam pro posouzení nutričního stavu a identifikaci růstových poruch. Referenční hodnoty hrají klíčovou roli v monitoringu růstu a umožňují lékařům a zdravotním pracovníkům rozpoznávat stavy jako je podvýživa, nadváha, obezita a další související zdravotní problémy (Khadilkar a Khadilkar 2011). Pro aplikaci antropometrických měření ve výzkumu a klinické praxi je nezbytné disponovat standardizovanými referenčními hodnotami, které umožňují srovnání jednotlivců a skupin. Používají se percentilové tabulky Národního střediska pro zdravotní statistiku z roku 1997, obsahující údaje o hmotnosti, výšce, délce a obvodu hlavy podle pohlaví a věku. Tyto tabulky byly uznány i Světovou zdravotnickou organizací pro globální použití, neboť efektivně reprezentují zdravý vývoj v různorodých rasových a etnických skupinách (Roberts a Dallal 2009).

Růstová křivka představuje efektivní grafický nástroj, který nejen ukazuje velikost dítěte v různých věkových obdobích, ale také vizualizuje tempo jeho růstu skrze čas díky sklonům křivky. Růstová reference je statistické shrnutí měření zdravé referenční skupiny dětí, typicky prezentované pomocí rozdělení frekvencí v různých věkových kategoriích. Růstové reference ilustrují, jak typicky děti rostou, a mohou být použity k porovnávání s jinými dětmi, aby se zjistilo, zda jejich měření odpovídá normám skupiny. Růstový standard se liší tím, že výchozí vzorek je vybrán s ohledem na zdravotní stav, a tedy reprezentuje ideál zdravého růstového vzoru. Norma definuje, jak by děti měly růst, místo popisu, jak skutečně rostou (Cole 2012; Wei et al. 2020). Koncept zaznamenávání tělesných rozměrů dítěte do grafu pro vizualizaci jeho růstu je přisuzován hraběti Philibertu de Montbeillardovi (1720-1785). Hrabě systematicky měřil výšku svého syna každých 6 měsíců od jeho narození až do věku osmnácti let (Obr.4) (Cole 2012).



Obr.4: Graf rychlosti výšky u syna hraběte de Montbeillarda, převzato a upraveno, (Cole 2012)

3.3.1 Index tělesné hmotnosti

Index tělesné hmotnosti (BMI = body mass index) je ukazatel, který využívá váhu a výšku jedince k odhadu tělesného tuku u mužů i žen v jakémkoli věku. Vypočítá se jako

$$\text{BMI} = \frac{\text{tělesná váha (kg)}}{\text{tělesná výška (m)}^2}$$

Číslo získané z této rovnice představuje individuální BMI. V současnosti se BMI používá k určení, zda je osoba podvážená, má normální váhu, nadváhu nebo obezitu, namísto tradičních tabulek výška vs. Váha. BMI je využíváno NIH a WHO pro bílé, hispánské a černé populace. Klasifikační hranice podceňují riziko obezity v asijských a jihoasijských populacích, což má za následek mírné úpravy těchto klasifikací. Hodnota BMI a s ní spojené kategorie jsou uvedeny v tabulce 6. Avšak existující individuální variace a BMI není samotným dostačujícím prostředkem pro klasifikaci osoby jako obézní nebo podvyživené. V určitých populacích, jako jsou elitní sportovci a kulturisté, zvýšené BMI nemusí přímo kolerovat s jejich zdravotním stavem kvůli zvýšené svalové hmotnosti, která může falešně zvýšit jejich BMI (Weir a Jan 2024).

Tabulka 6: hodnoty BMI (Weir a Jan 2024)

BMI	Výsledek
Méně než 16,5	Závažná podváha
Méně než 18,5	Podváha
18,5 – 24,9	Normální váha
25 – 29,9	Nadváha
Větší nebo rovno 30	Obezita I. Třídy
35 – 39,9	Obezita II. Třídy
Větší nebo rovno 40	Extrémní obezita

Asijská a jihoasijská populace: BMI mezi 23 a 24,9 – nadváha; BMI větší než 25 – obezita

3.4 Specifika výživy sportovce

Dětsí sportovci vyžadují zdravou a vyváženou výživu v závislosti na typu a intenzitě sportovní aktivity. Správná výživa může přispět k lepšímu výkonu, zabránění zraněním, usnadnění rekonvalescence po cvičení, zlepšení životního stylu a udržení dobrého zdravotního stavu a adekvátní hmotnosti (Llorente-Cantarero et al. 2018a).

Správná výživa je zásadní pro dětské a adolescentní sportovce, aby dosáhli správného růstu a optimálního výkonu ve sportu. U mladých sportovců je nutné znát, jaké potraviny jsou vhodné, kdy jíst určité potraviny, jak jíst během závodů, kdy a co jíst pro regeneraci po fyzické aktivitě. Vyvážená strava obsahující vhodné množství makronutrientů a mikronutrientů je zásadní pro růst a aktivitu. Tekutiny jsou také nezbytné pro hydrataci a podporu růstu a sportovního výkonu (Purcell 2013).

U elitních sportovců 10–15 let je obvykle potřebný větší příjem kalorií a je nutné se zvláště zaměřit na příjem nezbytných živin a mikronutrientů z důvodu intenzivní obnovy na molekulární úrovni. Výživové potřeby dětí jsou extrémně citlivé kvůli vysokému požadavku na živiny. Výkyvy v energetické bilanci, ať už nadměrné nebo nedostatečné, u dětí a mládeže mohou mít vliv nejen na složení těla, ale i na proces zrání a rozvoj funkčních a strukturálních vlastností tkání. Ačkoliv každá živina působí na sportovní výkon odlišně, výživové potřeby mladých sportovců jsou primárně ovlivněné energetickou rovnováhou. Jelikož se výživové potřeby vypočítávají pro osoby s normálním BMI, mohou se u jednotlivců s podváhou, nadváhou nebo zvýšeným svalstvem lišit. Pro určení potřeb v průběhu dětství a adolescence je potřeba rozlišit předškolní věk (do 3 let), školní věk (3-10 let) a období adolescence (10-18 let). V rámci těchto skupin se bere v úvahu energie potřebná pro růst a úroveň fyzické aktivity (FA). Tyto údaje, v kombinaci s bazálním metabolismem (vzhledem k věkové skupině, pohlaví, výšce a váze), slouží k vypočítání potřeb pro jednotlivé věkové kategorie. Avšak osoby mohou mít odlišnou úroveň FA, než je obvyklé pro jejich věkovou skupinu. Proto by stravování mělo být uzpůsobené tak, aby podporovalo přiměřenou úroveň FA. FA může představovat přibližně 25-30 % z celkového denního energetického výdeje u osob nevykonávající sport profesionálně. Rozdíly v energetických požadavcích mezi sedavými dětmi a těmi, které se intenzivně věnují sportu, mohou být až patnáctinásobné (Llorente-Cantarero et al. 2018a).

Markonutrienty, mikronutrienty a tekutiny v odpovídajících množstvích jsou nezbytné pro poskytnutí energie pro růst a aktivitu. Pro optimalizaci výkonu mladí sportovci potřebují znát co, kdy a jak jíst a pít před, během a po aktivitě (Purcell 2013).

3.4.1 Sacharidy

Sacharidy jsou pro mladé sportovce nejdůležitějším zdrojem paliva, neboť poskytují glukózu, která je využívána jako energie. Tato glukóza je uložena jako glykogen ve svalcích a játrech. Svalový glykogen je nejrychleji dostupným zdrojem energie pro pracující svaly a může být rychleji uvolněn než jiné zdroje energie. Pro 4-18leté děti by měly sacharidy tvořit 45 % - 65 % jejich celkového energetického příjmu. Celozrnné výrobky, ovoce, zelenina a mléko jsou výživnými zdroji sacharidů (Purcell 2013; Meyer et al. 2007).

3.4.2 Tuky

Tuk je nezbytný pro tělo k absorpci tukem rozpustných vitaminů (A, D, E, K), poskytování důležitých mastných kyselin, ochranu vitálních orgánů a poskytuje izolaci. Tuk pomáhá také udržovat pocit sytosti. Navzdory svému vysokému kalorickému obsahu je tuk složitější na trávení a zpracování než jiné živiny. Pro děti ve věku 4–18 let by měl tuk tvořit 25 % - 35 % jejich celkového energetického příjmu. Důležité je, aby příjem nasycených tuků nepřesahoval 10 % celkové energetické hodnoty. Stravovací pokyny také zdůrazňují nízký příjem trans tuků a cholesterolu. Kvalitními zdroji tuků jsou libové maso, drůbež, ryby, ořechy (Purcell 2013; Meyer et al. 2007).

3.4.3 Bílkoviny

Bílkoviny hrají klíčovou roli při formování a obnově svalů. Při mírném a krátkodobém cvičení nejsou hlavním zdroje energie, ale při delším cvičení mohou pomoci udržovat stabilní hladinu glukózy v krvi prostřednictvím procesu glukoneogeneze v játrech. Pro děti ve věku 4-18 let by měly bílkoviny tvořit přibližně 10 % - 30 % celkového energetického příjmu. Mezi zdroje bílkovin řadíme libové maso, drůbež, ryby, vejce, luštěniny a ořechy (Purcell 2013; Meyer et al. 2007).

3.4.4 Mikronutrienty

I když je přijímat dostatek vitaminů a ML pro udržení dobrého zdraví, je stejně důležité zajistit, aby dětští sportovci konzumovali správné množství vápníku, vitaminu D a železa.

Vápník je klíčový pro pevnost kostí, dobrou enzymatickou činnost a kvalitní svalovou kontrakci. DDD vápníku je 1300 mg pro 9–18leté sportovce. Vitamin D je nezbytný pro zdraví kostí a hraje roli v absorpci a regulaci vápníku. Aktuální doporučení DDD pro děti 4–18 let je 600 UI (15 µg). Sportovci žijící v severních zeměpisných šířkách nebo ti, kteří trénují v interiérech (např. krasobruslaři, gymnasté, tanečníci), jsou s větší pravděpodobností postiženi nedostatkem vitaminu D. Železo je klíčové pro přepravu kyslíku do tkání těla. Během dospívání je zapotřebí více železa pro podporu růstu a zvýšení objemu krve a svalové hmoty. Chlapci a dívky ve věku 9-14 let by měli přijímat 8 mg/den, aby si udrželi dostatečné zásoby a zabránili ztrátě a anémii. Adolescenti ve věku 14-18 let potřebují železa více, a to až

11 mg/den pro chlapce a 15 mg/den pro dívky. Nedostatek železa je běžný u sportovců s nevyváženou stravou chudou na maso, ryby, nebo kvůli ztrátám železa močí, stolicí, potem nebo menstruačním krvácením. Proto by měli být sportovci, zejména ženy, vegetariáni a běžci dlouhých tratí, pravidelně kontrolováni ohledně hladiny železa v organismu (Purcell 2013).

3.4.5 Tekutiny

Co, kolik a kdy sportovec pije může ovlivnit jeho výkon. Tekutiny pomáhají udržovat tělesnou teplotu a nahrazovat ztráty potu během cvičení. Podmínky, jako teplota a vlhkost ovzduší, mohou ovlivnit množství potu, které sportovec produkuje, a tak i množství tekutin, které musí doplnit. Vysoké teploty a vysoká vlhkost způsobují intenzivnější pocení a vyžadují tak větší množství tekutin pro udržení hydratace. Množství tekutin potřebných k doplnění závisí na různých faktorech, včetně věku a tělesné hmotnosti. Před začátkem aktivity by měl sportovec vypít 400–600 ml studené vody 2–3 hodiny před závody. Během sportovních aktivit by měl sportovec pít 120–150 ml tekutin každých 20 minut. Pokud aktivita trvá několik hodin, doporučuje se požit i izotonický nápoj. Po ukončení aktivity by měl vypít dostatečné množství tekutin (alespoň 1,5krát více než při běžném režimu) na nahrazení ztrát potem. Konzumace tekutin a svačín s obsahem sodíku po cvičení mohou pomoci s rehydratací tím, že podporují žízeň a udržují tekutiny v těle (Arnaoutis et al. 2015; Purcell 2013).

3.4.5.1 Sportovní nápoje

Při vysoce intenzivním tréninku, dlouhodobých vytrvalostních akcích či týmových sportech se vyčerpají zásoby sacharidů a tekutin, které lze doplnit pomocí sportovních nápojů. Hlavními sacharidy používanými ve sportovních nápojích jsou glukosa, fruktosa, sacharóza a maltodextriny, známé také jako polymery glukosy. Je známo, že zvýšení koncentrace sacharidů v nápoji, a tedy i osmolality, může zpomalit průchod trávicím traktem a absorpci tekutin. Správná koncentrace sacharidů ve sportovním nápoji se odvíjí od individuálních potřeb jedince. Nápoje, obsahující méně než 8 g sacharidů na 100 ml, jsou klasifikovány jako hypertonické. V teplém klimatu, kde dochází k významným ztrátám potu, mohou tyto nápoje zvýšit riziko dehydratace. V klimatických podmínkách s nízkou mírou pocení, ale s vysokými energetickými požadavky, jsou velmi oblíbené. Nápoje obsahující mezi 4-8 g sacharidů na 100 ml nazýváme jako izotonické. Jedná se o nejběžnější typ sportovních nápojů. Jsou navrženy tak, aby osmolalita nápoje odpovídala osmolalitě tělesných tekutin, čímž se zvyšuje rychlost trávení a absorpce (Horgan 2018).

3.5 Nutriční „timing“ (časové aspekty příjmu potravy)

Pokud si člověk zajistí dostatečný energetický příjem, správný poměr živin a dostatek mikronutrientů ve stravě, a dokáže je správně strávit a vstřebat, teprve pak má smysl zkoumat nutriční timing, tedy ideální časování a rozložení příjmu energie a živin během dne. Jestliže je jedinec schopen získat dostatečné množství energie, makronutrientů ve svém stravovacím režimu a je schopen je efektivně využít, může si vybrat mezi různými způsoby četnosti stravování, které mu nejlépe vyhovují v souladu se svým životním stylem a zdravotním stavem. Nutriční timing se ve skutečnosti používá především ve vrcholovém sportu, a tedy i u

sportovců ve věku 10–15 let, kde je nezbytné zajistit adekvátní příjem energie a živin (a zajištění jejich stravitelnosti a vstřebatelnosti) mezi různými fázemi tréninků (Ekmekcioglu a Toutou 2011).

Plánování stravy kolem sportovních událostí a správné načasování jídel je klíčové. Je důležité, aby mladí sportovci objevili potraviny, které nejen preferují, ale které jim také pomáhají dosáhnout maximálního výkonu. Je vhodné se vyvarovat experimentování s novými potravinami nebo novými rutinami právě v den soutěže (Purcell 2013; Clark 2008).

Všeobecná doporučení zahrnují konzumaci jídla minimálně 3 hodiny před událostí, což umožní správné trávení a minimalizaci zažívacích problémů během cvičení. Ideální strava by měla obsahovat sacharidy, bílkoviny i tuky, přičemž je důležité omezit příjem vlákniny. Vyhnut by se mělo jídlům s vysokým obsahem tuku, protože mohou brzdit vyprazdňování žaludku, způsobit pocit ospalosti a negativně ovlivnit výkon (Purcell 2013).

Při brzkých ranních trénincích či závodech je vhodné před cvičením požit svačinu nebo tekutou stravu 1-2 hodiny před začátkem, následovanou po události plnou snídaní, což zajistí dostatečnou energii k maximálnímu výkonu (Purcell 2013).

Předzápasové svačiny nebo tekutá jídla by měly být požitá 1-2 hodiny před zápasem, aby bylo zajištěno trávení před začátkem cvičení. Ideální svačiny mohou být například čerstvé ovoce, sušené ovoce, miska cereálií s mlékem, džus nebo ovocné smoothie.

Během výkonu je vhodné konzumovat sportovní nápoje, ovoce nebo ovocné či ořechové tyčinky na doplnění energie (Purcell 2013).

Potraviny pro regeneraci by měly být konzumovány do 30 minut po cvičení a poté opět do 1-2 hodin po cvičení, aby pomohly obnovit zásoby glykogenu ve svalech a podpořily správnou regeneraci. Syntéza svalového glykogenu je dvojnásobně rychlejší, pokud jsou sacharidy konzumovány okamžitě po cvičení. Tato strava by měla obsahovat bílkoviny a sacharidy. Konkrétní příklady mohou zahrnovat jogurt s ovocem nebo sportovní nápoj s ovocem a sýrem (Purcell 2013; Clark 2008).

3.6 Nejčastější chyby při stravování sportovce ve věku 10-15 let

Nesprávná nutriční volba a nevyvážená nutriční rovnováha mohou snížit kapacitu cvičení tím, že ovlivňují jak zdraví a tělesnou stavbu nepřímo, tak přímo prostřednictvím nedostatečné nutriční přípravy pro cvičení, nevhodné hydratace a slabší regenerace po cvičení. Tyto faktory ve spojení s intenzivním tréninkem mohou urychlit vývoj syndromu přetrénování u sportovců ve věku 10–15 let (Barbara Frączek 2020).

Nejčastější chyby: (Clark 2008)

1. Nedostatečný kalorický příjem během aktivní části dne
 - Existují dva důvody, proč sportovci nejedí během aktivní části dne: Argumentují, že jsou „příliš zaneprázdnění“ na jídlo. Snaží se zhubnout (toto se týká spíše adolescentů a dospělých)
2. Nerovnoměrné porce a nepravidelně naplánovaná jídla
3. Přílišná nebo nedostatečná konzumace tuku ve stravě

Někteří sportovci konzumují příliš mnoho (>35 %) kalorií z tuků. Tuk zbytečně zastupuje sacharidy potřebné pro optimální zásobování svalů energií a obnovu vyčerpaných zásob glykogenu. Díky vyčerpaným zásobám ve svalích může jeho výkon utrpět. Jiní sportovci zase konzumují příliš málo tuků (<20 %). Můžou tak selhat v doplnění intramuskulárních tukových zásob, které podporují výkonnost při vytvrvalostních disciplínách.

4. Nedostatečný příjem bílkovin
5. Nedostatečný příjem železa
6. Nekonzumují potraviny pro regeneraci
7. Vynechání dnů odpočinku pro svaly k doplnění energie
8. Nedostatečný přísun tekutin
9. Nedostatečné/žádné využití poradenství dietologů

3.6.1 Nedostatek živin

Jak hlad, tak podvýživa odrážejí kombinaci záměrných jednání jednotlivců v souladu s jejich preferencemi a omezeními, spolu s biologickými procesy. Hlad je definován jako stav, kdy lidem chybí základní příjem potravy poskytující energii a živiny pro plně produktivní život (Behrman et al. 2004). Pocit hladu, který v nás vzbuzuje touhu začít jíst, je aktivován orexigenním hormonem ghrelin, kdežto pocit sytosti, vedoucí nás k přerušení příjmu potravy, je podceňován různými anorexigenními hormony, jako jsou například proopiomelanokortin a kortikoliberin (Broom et al. 2009). Nesmíme podceňovat význam pocitu hladu, zejména u jedinců aktivně sportujících. Tělo nám skrze pocit hladu sděluje potřebu doplnit specifické živiny nezbytné pro správné fungování organismu. I když některé studie naznačují, že fyzická aktivita může krátkodobě potlačit chuť k jídlu (hlad), je důležité si uvědomit, že fyzická aktivita zvyšuje energetickou spotřebu našeho těla, což vyžaduje i adekvátní doplnění energie (Pomerleau et al. 2004).

O podvýživě, což je častý problém v mnoha oblastech, neexistuje shoda ohledně jednotné definice. 15 definic podvýživy bylo pečlivě posouzeno, aby byla zjištěna jejich škála a různorodost. Od jednoduchých popisů po kombinovanou podvýživu a převýživu, od začátku pouhého příjmu dietního proteinu a energie po vyšší množství zahrnující diety i nefunkční příjmy všech živin. Uvedený seznam obsahuje 15 definic podvýživy, zahrnující slovníkové definice a ty od národních i mezinárodních organizací. Tyto definice jsou využívány jak odborníky, tak i širokou veřejností pro získávání informací (Elia 2017).

Definice podvýživy založené na výživě:

1. Podvýživa je stav, který nastane, když vaše tělo nedostává dostatek živin. (US National Library of Medicine)
2. Jedinci trpí podvýživou, pokud jejich strava nedodává dostatečný počet kalorií a bílkovin pro udržení a růst, nebo nemohou plně využít potravu, kterou jedí, kvůli nemoci. (Medical news today)
3. Nesprávná výživa v důsledku nedostatečného nebo nevyváženého příjmu živin nebo jejich porušené asimilace nebo využití. (Merriam-Webster Dictionary)
4. Jakákoliv výživová nerovnováha. (Dorland's Medical Dictionary)

5. Podvýživa je vážný stav, který nastane, když strava osoby nedodává správné množství živin. Znamená špatnou výživu a může odkazovat na podvýživu – nedostatek živin a převýživu – příjem více živin, než je potřeba (NHS)

Definice podvýživy založené na výživě a výsledcích:

6. Podvýživa je stav výživy, při kterém nedostatek nebo přebytek (nebo nerovnováha) energie, bílkovin a dalších živin způsobuje měřitelné nepříznivé účinky na tkáň/tělesnou formu, tělesnou funkci a klinický výsledek (BAPEN)
7. Nedostatečná výživa pro udržení a růst. (Medical news today)
8. Termín používaný k odkazování na jakýkoliv stav, při kterém tělo nedostává dostatek živin pro správnou funkci. (Medical Definition of Malnutrition)
9. Lidé jsou podvyživení, pokud jejich strava nedodává dostatečné kalorie a bílkoviny pro růst a udržení, nebo nemohou plně využít potravu, kterou jedí, kvůli nemoci (podvýživa). Jsou také podvyživení, pokud konzumují příliš mnoho kalorií (převýživa). (UNICEF; Dorland's Medical Dictionary for Health Consumers)
10. Buněčná nerovnováha mezi nabídkou živin a energie a tělesnou poptávkou po nich za účelem zajištění růstu, udržení a specifických funkcí (WHO)
11. Protein-energetická podvýživa znamená nerovnováhu mezi nabídkou proteinů a energie a tělesnou poptávkou po nich za účelem zajištění optimálního růstu a funkce. Tato nerovnováha zahrnuje jak nedostatečný, tak nadměrný příjem energie; první vede k podvýživě ve formě vyhublosti, zastavení růstu a podváhy, a druhý vede k nadváze a obezitě (WHO)
12. Podvýživa může být definována jako stav vyplývající z nedostatku příjmu nebo vstřebávání výživy, který vede ke změně tělesného složení (snížené množství tělesné hmoty bez tuku) a tělesné buňkové hmoty vedoucí k oslabení fyzické a mentální funkce a zhoršenému klinickému výsledku onemocnění (ESPEN)
13. Akutní, subakutní nebo chronický stav výživy, ve kterém kombinace různých stupňů převýživy nebo podvýživy s nebo bez zánětlivé aktivity vedla ke změně tělesného složení a oslabení funkce (ASPEN)
14. Podvýživa je stav, který vzniká, když je strava taková, že živiny jsou buď nedostatečné nebo až příliš mnoho tak, že strava způsobuje zdravotní problémy. Může zahrnovat kalorie, bílkoviny, sacharidy, vitaminy nebo minerální látky (Wikipedia)
15. Podvýživa je stav, který nastává, když ve stravě člověka chybí určité životně důležité živiny. Nedostatek těchto živin nesplňuje potřeby těla, což vede k dopadům na růst, fyzické zdraví, náladu chování a další funkce těla. (Medical Life Sciences)

Mladí sportovci vyžadují zdravou a vyváženou stravu odpovídající intenzitě sportovní aktivity. Nedostatečná energetická výživa u sportovců může vést k fyziologickým dysfunkcím, což může mít za následek zdravotní komplikace. Nedostatek vitaminů a minerálních látek může ovlivnit jejich zdraví, zejména v dlouhodobém horizontu. Je nezbytné udržovat stravu pod kontrolou bez použití jakýchkoli doplňků výživy. Rovněž je klíčové rozpoznat, jaké živiny mají schopnost podpořit výkonnost mladých sportovců, a to jak

v průběhu tréninku, tak při závodech (Llorente-Cantarero et al. 2018b). Dospívání představuje zásadní fázi pro fyzický vývoj sportovců, které zahrnuje proměny v tělesném složení, metabolické a hormonální výkyvy, dozrávání systémů orgánů a vytváření zásob nutričních látek, a tudíž by se k poruchám zdravotního stavu spojeným s RED-S (syndrom reaktivního energetického deficientu ve sportu) mělo přistupovat s velkou seriózností, zvláště u této věkové skupiny. V oblasti stravování je také dospívání klíčovým obdobím pro formování osobního vztahu k potravinám (Peklaj et al. 2023).

3.6.1.1 Nedostatek bílkovin

Nedostatek příjmu bílkovin v potravě nazýváme protein energy malnutrition (Grover a Ee 2009). U dětí a adolescentů, kteří potřebují více bílkovin než dospělí, se pravděpodobně současně s vážnou podvýživou projeví vyčerpání bílkovin. Deplece bílkovin může ovlivnit organismus dvěma způsoby: Při somatické depleci bílkovin se ztráta tkání projevuje jako celkové ochabnutí svalů, které obsahují největší množství bílkovin v těle. Ve viscerální depleci bílkovin nese největší část ztráty bílkovin játra, slinivka břišní a střeva (Jim Mann a a. Stewart Truswell 2002). Změny chování, včetně únavy, letargie, podrážděnosti a apatie, nebo fyzické poruchy, jako jsou časté infekce a zranění měkkých tkání, mohou také naznačit nedostatek proteinů (Zanker 2006).

3.6.1.2 Nedostatek tuků

Tuky jsou klíčovou součástí stravy pro sportovce, poskytují důležité MK a podporují absorpci tukem rozpustných vitaminů. Kromě toho tuky hrají důležitou roli při zajištění dostatečného energetického příjmu potřebného pro pokrytí zvýšené energetické náročnosti spojené s fyzickou aktivitou. Omezení tuku ve stravě může vést k obtížím při pokrytí energetických potřeb sportovců, zejména těch, účastnících se vytrvalostních akcí. Proto je důležité, aby sportovci, zejména děti ve vývinu, dodržovali adekvátní kalorický příjem pro maximalizaci výkonnosti. Nedostatečný energetický příjem snížením tuků může narušit endokrinní funkci u žen, snížit sílu a vytrvalost a oslabit imunitní systém. Správné plánování stravy a zajištění dostatečného energetického příjmu je rovněž nezbytné pro udržení AMK pro syntézu proteinů a budování či ochranu svalové hmoty, místo jejich využití pro energii. Nedostatek energie může rovněž způsobit dehydrataci, nedostatečný příjem živin, zejména tukem rozpustných vitaminů, a potenciálně vést k poruchám příjmu potravy (Puglisi 2019).

3.6.1.3 Nedostatek sacharidů

Během dlouhodobé fyzické zátěže jsou pro tělo klíčovými zdroji energie glykogen a glukóza, které získáváme ze sacharidů v potravě. Intenzita a délka cvičení ovlivňují rychlost a rozsah katabolismu těchto paliv. Při dlouhodobém a náročném cvičení se mohou nakonec vyčerpat zásoby glykogenu ve svalech i játrech, protože ATP musí být vytvářeno po delší dobu vysokou rychlostí. Svalový glykogen a krevní glukóza jsou klíčovými prvky při takovém cvičení. Když se zásoby glykogenu postupně snižují a dochází k hypoglykémii, mění se poměr plazmatické koncentrace inzulínu a glukagonu, což vede k vyšší plazmatické koncentraci kortizolu, což stimuluje rozklad svalových bílkovin (proteolýzu). Tento rozklad

vede k uvolňování volných AMK. Aktivní svaly jsou schopny zpracovat (extrahovat a oxidovat) rostoucí množství AMK s rozvětveným řetězcem, jako je leucin, izoleucin a valin, zatímco ostatní AMK mohou být přeměněny (transaminovány) na alanin a glutamin pro tvorbu glukózy v játrech (glukoneogenezi). AMK však nejsou optimálním palivem pro ATP, což zvyšuje riziko negativní dusíkové bilance z rozkladu tkáňových bílkovin. Pokud negativní dusíková bilance přetrvává, může to vést k horšímu zdravotnímu stavu a potlačení imunity, poranění měkkých tkání a zhoršení tvorby kostí. Vzhledem k důležitosti pozitivní dusíkové bilance pro růst je pravděpodobné, že negativní důsledky vyčerpání glykogenu v dětství způsobené cvičením budou větší než u dospělých (Zanker 2006).

3.6.2 Dehydratace

Dehydratace znamená nedostatek vody v těle. Kromě vody, tělesné tekutiny obsahují i látky ve vodě rozpuštěné. Pokud dojde ke ztrátě těchto tekutin, může dojít k redistribuci vody přes buněčné membrány. Je-li koncentrace ztracených tekutin nižší než koncentrace plazmy, vytvoří se osmotický gradient a voda se rozdělí mezi vnitrobuněčný a mimobuněčný prostor. Velká ztráta vnitrobuněčných tekutin a zvýšená koncentrace mimobuněčných tekutin se označuje jako „intracelulární dehydratace“. Pokud jsou koncentrace tekutin stejné, dojde ke smrštění mimo buněčného prostoru, což je označováno jako „extracelulární dehydratace“ (Cheuvront a Kenefick 2014).

Dehydratace má významný negativní dopad na sportovní výkon. Pot zabezpečuje odvádění tepla, které vzniká jako vedlejší produkt svalové činnosti. Postupná dehydratace vede k poklesu svalové síly, vytrvalosti a koordinace. Současně zvyšuje riziko křečí, úpalu, zátěže na kardiovaskulární systém, změn v činnosti centrálního nervového systému a šanci na zranění (Grout et al. 2016).

3.7 Zdravotní rizika nedostatečného příjmu potravy mladého sportovce

Zdravá výživa je klíčová pro dobře fungující život mladých sportovců. Pomáhá snižovat riziko mnoha nemocí, včetně těch spojených s kardiovaskulárním a trávicím systémem. Naopak nedostatečná strava může mít dlouhodobé negativní dopady, jak na fyzické, tak i psychické zdraví, zejména u dětí a adolescentů. Trvalá podvýživa může narušit intelektuální, emocionální a sociální vývoj a vést k oslabení imunitního systému a nižší fyzické zdatnosti u postižených jedinců (Łuszczki et al. 2023).

3.7.1 Obezita

Obezita je definována jako stav, kdy je množství uloženého tělesného tuku nadměrné k výšce, hmotnosti, pohlaví a etnickému původu osoby natolik, že to má negativní dopad na zdraví. Faktory vedoucí ke vzniku obezity jsou rozmanité a zahrnují přejídání, genetické predispozice, prostředí, ve kterém jedinec žije a míru fyzické aktivity. U adolescentních sportovců je obezita méně běžná, což je dáno zejména jejich fyzickou aktivitou. Nicméně i mezi nimi se objevují případy obezity, které mohou být zapříčiněny genetickými faktory, endokrinními poruchami nebo vzácnými syndromy, které tvoří asi 2 % (McHugh 2010; Kanbur et al. 2002).

K určení celkového objemu tělesného tuku existují různé metody. Techniky jako bioelektrická impedance (BIA) a duální rentgenová absorpciometrie (DEXA) se stávají široce dostupnými a jsou častěji využívány z těchto pokročilých metod. Ovšem tyto postupy jsou příliš drahé, složité a časově náročné pro běžné použití v klinické praxi a mnoha výzkumných studiích. I když samotná váha není spolehlivým ukazatelem míry tělesného tuku, výpočet BMI poskytuje užitečný odhad množství tuku a je běžně používán jak v medicíně, tak ve výzkumu. Další často používanou nepřímou metodou pro hodnocení adipozity je měření tloušťky kožních záhybů na určitých místech těla (Jim Mann a. Stewart Truswell 2002).

U sportovců s nadměrným nárůstem tělesného tuku panují obavy ohledně zdravotních komplikací, jež jsou spojovány s vysokým BMI (Tab. 7). Dalším rizikem je větší pravděpodobnost vzniku onemocnění spojených s přehřátím, což je způsobeno skvělou schopností tuku izolovat teplo (Griffin et al. 2016).

Tabulka 7: Zdravotní problémy související s nadměrným BMI u sportovců (Griffin et al. 2016)

Metabolický syndrom
Hypertenze
Aterosklerotická choroba srdce
Cukrovka
Poruchy dýchání spojené se spánkem
Osteoartritida
Vyšší výskyt zranění a úrazů pohybového aparátu
Choroby způsobené vysokými teplotami
Intenzivější zánětlivé stavy

3.7.2 Podváha

Nízký příjem energie a živin u sportovců ve vývinu může vést k různým fyziologickým problémům a následně k celé řadě klinických i psychologických obtíží spojených s nedostatečným stravováním (Peklaj et al. 2022). Je obecně uznáváno, že nízká dostupnost energie, popsána jako nedostatečný příjem energie vzhledem k energetickému výdeji při sportu, je hlavním faktorem vyvolávajícím nepříznivé zdravotní a výkonnostní důsledky spojené s RED-S (Logue et al. 2020). V roce 2014 byl RED-S ve sportu definován jako porucha tělesné funkčnosti v důsledku této energetické nerovnováhy. Centrálním patofyziologickým mechanismem RED-S je nedostatečná či omezená energetická dostupnost (LEA), která není schopna podporovat potřebné tělesné funkce nutné pro udržení optimálního zdraví a výkonu během fyzické aktivity. O nedostatečné energetické dostupnosti hovoříme, pokud je příjem nižší než 30 kcal/kg tělesné hmoty bez tuku. Syndrom RED-S může ovlivnit funkci několika tělesných systémů, a tím způsobit krátkodobé i dlouhodobé zdravotní problémy a pokles výkonnosti sportovců. Jedinci s dlouhodobou LEA často trpí nedostatkem živin, chronickou únavou a mají vyšší riziko infekčních onemocnění. Důsledkem mohou být

různé fyziologické komplikace spojené s podvýživou, jako jsou potíže s kardiovaskulárním, gastrointestinálním, endokrinním, reprodukčním, skeletálním, renálním a nervovým systémem. Psychický tlak nebo deprese mohou být jak důvodem, tak následkem LEA (Peklaj et al. 2022).

U elitních mladých sportovkyň, zejména v disciplínách vyžadujících specifickou váhu nebo štíhlost, se často vyskytují poruchy příjmu potravy a mentální poruchy spojené s jídlem. Tato situace je spojená s perfekcionismem a kompulzivním chováním ve sportu, což přispívá k neschopnosti snížit intenzitu tréninku a může vést k nepříznivým důsledkům, jako jsou zranění a emocionální úzkost. Psychologické faktory, jako stres, úzkost a deprese mohou také hrát roli v rozvoji poruch příjmu potravy a nízké dostupnosti energie mezi sportovci. Je též diskutováno, že kompulzivní cvičení může zvýšit riziko pro negativní zdravotní a výkonnostní následky (Logue et al. 2020).

3.7.3 Poruchy příjmu potravy

Sportovci, kteří potřebují větší přísun živin, se často uchylují k nevhodným stravovacím návykům za účelem kontroly své tělesé váhy nebo tvaru s cílem dosáhnout optimálního sportovního výkonu nebo splnit ideální fyzické normy pro svůj sport. Sportovci mají zvýšené riziko rozvoje poruch příjmu potravy oproti běžné populaci. Poruchy stravovacího chování u sportovců se vyvíjejí postupně. Začínají optimální výživou, která zahrnuje zdravé návyky vedoucí přirozeně k úbytku váhy, a pokračují občasným použitím intenzivnějších metod hubnutí, jako jsou krátkodobé restriktivní diety. Tato cesta může pokračovat až k extrémním metodám, jako je chronické omezení příjmu energie, hladovění nebo používání škodlivých látek s cílem ovlivnit hmotnost. Tento přístup může vést až k výskytu klinických poruch příjmu potravy. Odhaduje se, že až 45 % adolescentních sportovců trpí poruchami příjmu potravy (Kontele a Vassilakou 2021).

3.7.4 Syndrom triád (trojčlenný syndrom)

Sportovci na nejvyšší úrovni, kteří usilují o maximální výkon, musí být schopni překonat své individuální limity během tréninku. Pokud k tomuto překonání nedochází, může to vést k rozvoji složek tzv. trojčlennému syndromu (TALITA ADÃO PERINI DE OLIVEIRA et al. 2018). Tento syndrom byl poprvé popsán v roce 1992. Aktuální definice zahrnuje různé dysfunkce spojené s energetickou dostupností, menstruační problémy a nízkou hustotou kostní tkáně. Složky triády existují v kontinuu. Není neobvyklé, že jedinec na začátku může mít pouze 1 nebo 2 složky, v takovém případě je zásadní zasáhnout, aby se zabránilo průniku (Daily a Stumbo 2018). U mladých elitních sportovců může být přítomnost celé trojice složek závislá na typu sportu. Tento syndrom je častý u sportovců, u kterých se klade důraz na fyziologicky a/nebo esteticky nízké procento tělesného tuku. Aby byl zajištěn úspěch na vrcholové soutěžní úrovni a zachovány podmínky pro zdraví sportovce, je nezbytné pravidelně monitorovat trénink, zejména u sportovců disciplín, které jsou spojovány s rizikem pro vývoj tohoto syndromu (krasobruslení, synchronizované plavání, gymnastika). Spolupráce odborníků, jako jsou výživoví poradci, psychologové a fyzioterapeuti, je klíčová pro podporu optimálního výkonu bez ohrožení zdraví sportovce a jeho vývoje, zejména během adolescence. Ačkoliv byl trojčlenný syndrom původně spojen pouze se

sportovkyněmi, je třeba zdůraznit, že může postihnout jakékoliv adolescenty nebo ženy zabývající se fitness a výkonem (TALITA ADÃO PERINI DE OLIVEIRA et al. 2018).

3.7.5 Ovlivnění funkcí gastrointestinálního traktu

Správný stravovací režim hraje klíčovou roli při zachování zdravého trávicího traktu. Nicméně u sportovců trpících chronickou podvýživou z důvodu špatných nebo neadekvátních stravovacích návyků se mohou projevit změny v pankreatické funkci, průtoku krve ve střevech stavbě střevních klků a průchodnosti střevní sliznice (Saunders a Smith 2010). Fyzická aktivita způsobuje změny v oběhu, ischemii a zvyšuje propustnost střevní sliznice. Tím může dojít až k 80 % poklesu krevního oběhu do trávicího traktu, což může být následováno nevolností, zvracením, bolestmi břicha a průjmem (Horgan 2018).

3.7.6 Ovlivnění funkcí svalů

Úbytek hmotnosti způsobený vyčerpáním tuku a svalové hmoty, včetně hmotnosti orgánů, je často nejvýraznějším znakem nedostatečné výživy. Funkce svalů klesá dříve, než dojde ke změnám ve svalové hmotnosti, což naznačuje, že změny v příjmu živin mají významný dopad nezávisle na svalovou hmotnost (Saunders a Smith 2010). K těmto problémům může dojít již po krátkém období hladovění. Pokud však stravovací příjem nevyhovuje a organismus nedostává dostatečné množství paliva, tělo čerpá z funkčních rezerv v tkáních, jako jsou svaly, tuk a kosti, což vede k proměnám v tělesné kompozici, procesem glukoneogeneze (Deutz et al. 2019). Časem dochází k přímým důsledkům pro tkáň, což vede ke ztrátě funkčnosti a ke křehkému, ale stabilnímu metabolickému stavu. Při náhlém zhoršení stavu, například při infekci nebo úrazech, dochází k rychlé dekompenzaci. Je důležité si uvědomit, že nevyvážené nebo náhlé zvýšení energetického příjmu také zvyšuje riziko dekompenzace a refeedingového syndromu u podvyživených jedinců (Saunders a Smith 2010).

3.7.7 Nízká hustota kostní hmoty

Během dospívání probíhá klíčový proces růstu a zrání kostí. Adolescence je obdobím, kdy dochází k nejrychlejšímu nárůstu kostní hmoty, 25 % této hmoty je vytvořeno během dvou let kolem nástupu menstruace (Schtscherbyna et al. 2019). Kostní hmota akumulovaná během dětství a adolescence je klíčová pro dosažení maximální hustoty kostní hmoty a pro prevenci osteoporózy v dospělém věku. Dosažení optimální kostní hmoty během puberty závisí na výživě, zahrnující celkovou energii, přísun určitých živin a pravidelnou fyzickou aktivitu zatěžující kosti. Riziko nízké hustoty kostní hmoty souvisí s několika faktory, jako je nízká tělesná hmotnost, nadměrné cvičení, dietní omezení a menstruační nerovnováha (Kontele a Vassilakou 2021). U sportovních populací jsou právě tyto faktory spojeny s nadměrným cvičením a nedostatečnou energií. Příjem celkové energie je klíčový, protože nedostatečný příjem způsobuje hormonální změny, které vedou ke snížené absorpci a zvýšené mobilizaci vápníku v kostech (Schtscherbyna et al. 2019). Sportovcům s nedostatečným příjmem narušuje pravidelný menstruační cyklus, a nakonec vede k nerovnováze v procesu modelace kostí, což může vést k osteopenii nebo osteoporóze. Tyto tři vzájemné stavy – amenorea (vynechání menstruace), osteoporóza a poruchy stravování byly pojmenovány jako syndrom

triád. Toto zdůrazňuje důležitost správné výživy a pečlivého přístupu ke stravování, jelikož zdravotní rizika spolu často navzájem úzce souvisí (Kontele a Vassilakou 2021).

3.7.8 Psychosociální vlivy

Kromě těchto fyzických důsledků má nedostatečná výživa také dopad na duševní stav a sociální život, a to v podobě apatie, deprese, úzkosti a sebepodceňování (Saunders a Smith 2010).

4 Závěr

- Nedostatečná výživa představuje závažnou problematiku, která se dotýká velkého počtu, možná až většiny, mladých sportovců zapojených do vrcholového sportu. Nedostatky ve výživě se mohou projevit nejen na snížení sportovních výkonů, ale především na zhoršení zdravotního stavu dotčených jedinců. Cílem této bakalářské práce bylo prozkoumat důsledky jak kvalitativního, tak kvantitativního deficitu výživy mezi vrcholovými sportovci v pubertálním věku, konkrétně mezi deseti a patnácti lety. Práce se zaměřila na identifikaci možných zdravotních komplikací, které mohou nastat, a jak je možné se jim předcházet prostřednictvím správného množství stravy a načasování příjmu potravin.
- Pokud sportovci nekonzumují dostatečné množství makroživin, ve výsledku to znamená také nedostatek konkrétních mikroživin, jako jsou vitaminy a minerální látky. Dlouhodobý nedostatek konkrétních makroživin může sportovce vystavit značným rizikům. Období puberty a adolescence je z pohledu vývoje a růstu kritické, a nedostatečná výživa v tomto věku může mít dalekosáhlé důsledky pro budoucí život sportovců, včetně zvýšeného rizika osteoporózy – zejména u dívek, kde nedostatečná výživa může ovlivnit menstruační cyklus a následně i metabolismus kostí. Většina zdravotních problémů spojených s nedostatkem výživy je silně propojena, a vznik jednoho problému často vede k rozvoji dalších, postupných komplikací.
- Pro minimalizaci rizik je zásadní, aby sportovci přijímali adekvátní množství sacharidů, tuků a bílkovin a dbali na dostatečný pitný režim. Měli by také zajišťovat, aby jejich příjem odpovídal intenzitě fyzické aktivity a vývojovým potřebám. Kromě toho je klíčové správné načasování příjmu potravy před, během a po sportovních událostech. Největší význam pro udržení dobrého zdravotního stavu však stále připadá na celkový příjem živin. Výživa by měla být přizpůsobena individuálním potřebám každého jednotlivce. Tyto informace by měly být využity trenéry, rodiči a samotnými mladými sportovci k zajištění, že tito atleti dostávají nezbytné živiny pro zdravý růst a optimalizaci jejich výkonu.

5 Literatura

1. ADAMS, James B., Jacob C. SORENSON, Elena L. POLLARD, Jasmine K. KIRBY a Tapan AUDHYA, 2021. *Evidence-based recommendations for an optimal prenatal supplement for women in the U.S., part two: Minerals* [online]. 1. červen 2021. B.m.: MDPI AG. ISSN 20726643. Dostupné z: doi:10.3390/nu13061849
2. ADEVA-ANDANY, M. M., González-Lucán, M., Donapetry-García, C., Fernández-Fernández, C., & Ameneiros-Rodríguez, E., 2016. Glycogen metabolism in humans. 85–100.
3. ARNAOUTIS, Giannis, Stavros A. KAVOURAS, Athanasia ANGELOPOULOU, Chara SKOULARIKI, Stefani BISMPIKOU, Stamatis MOURTAKOS a Labros S. SIDOSSIS, 2015. Fluid Balance During Training in Elite Young Athletes of Different Sports. *Journal of Strength and Conditioning Research* [online]. **29**(12), 3447–3452. ISSN 1064-8011. Dostupné z: doi:10.1519/JSC.0000000000000400
4. BALL, George F.M., 2005. *Vitamins In Foods* [online]. B.m.: CRC Press. ISBN 9780429074738. Dostupné z: doi:10.1201/9781420026979
5. BARBARA FRĄCZEK, Maria Gacek, Aleksandra Pięta, Florentyna Tyrała, Paulina Mazur-Kurach, Ewa Karpęcka, 2020. Dietary mistakes of Polish athletes in relation to the frequency of consuming foods recommended in the Swiss food pyramid for active people. *Roczniki Państwowego Zakładu Higieny* [online]. ISSN 00357715. Dostupné z: doi:10.32394/rpzh.2020.0104
6. BARNES, Lewis A., 1976. The importance of fats and fatty acids in infant nutrition. *Current Medical Research and Opinion* [online]. **4**(S1), 28–32. ISSN 03007995. Dostupné z: doi:10.1185/03007997609109349
7. BEHRMAN, Jere R., Harold ALDERMAN a John HODDINOTT, 2004. Malnutrition and hunger. In: *Global Crises, Global Solutions* [online]. B.m.: Cambridge University Press, s. 363–442. Dostupné z: doi:10.1017/CBO9780511492624.008
8. BENELAM, B. a L. WYNESS, 2010. Hydration and health: a review. *Nutrition Bulletin* [online]. **35**(1), 3–25. ISSN 14719827. Dostupné z: doi:10.1111/j.1467-3010.2009.01795.x
9. BHARDWAJ, Swati, Santosh Jain PASSI a Anoop MISRA, 2011. Overview of trans fatty acids: Biochemistry and health effects. *Diabetes and Metabolic Syndrome: Clinical Research and Reviews* [online]. **5**(3), 161–164. ISSN 18780334. Dostupné z: doi:10.1016/j.dsx.2012.03.002
10. BIER, Dennis M., Jim MANN, David H. ALPERS, H. H. VORSTER a Michael J. GIBNEY, 2015. *Nutrition for the primary care provider*. ISBN 9783318026665.
11. BROOM, David R., Rachel L. BATTERHAM, James A. KING a David J. STENSEL, 2009. Influence of resistance and aerobic exercise on hunger, circulating levels of acylated ghrelin, and peptide YY in healthy males. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology* [online]. **296**(1), R29–R35. ISSN 0363-6119. Dostupné z: doi:10.1152/ajpregu.90706.2008
12. BROUWER, I A, A J WANDERS a M B KATAN, 2013. Trans fatty acids and cardiovascular health: research completed? *European Journal of Clinical Nutrition* [online]. **67**(5), 541–547. ISSN 0954-3007. Dostupné z: doi:10.1038/ejcn.2013.43

13. CLARK, Nancy, 2008. *Keynote Presentation at the 7 th SCSEPF Annual Conference PROPER NUTRITION FOR ATHLETES: THE MISSING LINK.*
14. COLE, T.J., 2012. The development of growth references and growth charts. *Annals of Human Biology* [online]. **39**(5), 382–394. ISSN 0301-4460. Dostupné z: doi:10.3109/03014460.2012.694475
15. DAILY, Jennifer P. a Jessica R. STUMBO, 2018. Female Athlete Triad. *Primary Care: Clinics in Office Practice* [online]. **45**(4), 615–624. ISSN 00954543. Dostupné z: doi:10.1016/j.pop.2018.07.004
16. DAMODARAN, Srinivasan a Alain PARAF, 2017. *Food Proteins and their Applications* [online]. B.m.: CRC Press. ISBN 9780203755617. Dostupné z: doi:10.1201/9780203755617
17. DE CARVALHO, Carla a Maria CARAMUJO, 2018. The Various Roles of Fatty Acids. *Molecules* [online]. **23**(10), 2583. ISSN 1420-3049. Dostupné z: doi:10.3390/molecules23102583
18. DEUTZ, Nicolaas E.P., Ione ASHURST, Maria D. BALLESTEROS, Danielle E. BEAR, Alfonso J. CRUZ-JENTOFT, Laurence GENTON, Francesco LANDI, Alessandro LAVIANO, Kristina NORMAN a Carla M. PRADO, 2019. The Underappreciated Role of Low Muscle Mass in the Management of Malnutrition. *Journal of the American Medical Directors Association* [online]. **20**(1), 22–27. ISSN 15258610. Dostupné z: doi:10.1016/j.jamda.2018.11.021
19. DHULL, Sanju Bala, Sneha PUNIA a Kawaljit Singh SANDHU, 2020. *Essential Fatty Acids* [online]. First edition. | Boca Raton: CRC, 2021.: CRC Press. ISBN 9780429321115. Dostupné z: doi:10.1201/9780429321115
20. ECKERT, Kathryn L., Vincent A. LOFFREDO a Kathleen O'CONNOR, 2009. Adolescent Physiology. In: *Behavioral Approaches to Chronic Disease in Adolescence* [online]. New York, NY: Springer New York, s. 29–45. Dostupné z: doi:10.1007/978-0-387-87687-0_4
21. EKMEKCIOGLU, C. a Y. TOUITOU, 2011. Chronobiological aspects of food intake and metabolism and their relevance on energy balance and weight regulation. *Obesity Reviews* [online]. **12**(1), 14–25. ISSN 1467-7881. Dostupné z: doi:10.1111/j.1467-789X.2010.00716.x
22. ELENA PHILIPPOU, 2016. *The Glycemic Index* [online]. B.m.: CRC Press. ISBN 9781498703673. Dostupné z: doi:10.1201/9781315371764
23. ELIA, Marinos, 2017. *Defining, Recognizing, and Reporting Malnutrition* [online]. 1. prosinec 2017. B.m.: SAGE Publications Inc. ISSN 15526941. Dostupné z: doi:10.1177/1534734617733902
24. FASOLIN, L. H., R. N. PEREIRA, A. C. PINHEIRO, J. T. MARTINS, C. C.P. ANDRADE, O. L. RAMOS a A. A. VICENTE, 2019. *Emergent food proteins – Towards sustainability, health and innovation* [online]. 1. listopad 2019. B.m.: Elsevier Ltd. ISSN 18737145. Dostupné z: doi:10.1016/j.foodres.2019.108586
25. FRIEDMAN, Mark I, 1995. *Control of energy intake by energy metabolism* [online]. B.m.: OS. Dostupné z: <https://academic.oup.com/ajcn/article-abstract/62/5/1096S/4651726>

26. GRIFFIN, Jordyn Ramsey, Tanya M. MAXWELL a Letha GRIFFIN, 2016. The prevalence and consequences of obesity in athletes. *Current Orthopaedic Practice* [online]. **27**(2), 129–134. ISSN 1940-7041. Dostupné z: doi:10.1097/BCO.0000000000000346
27. GROSSKOPF, Anne a Andreas SIMM, 2020. *Carbohydrates in nutrition: friend or foe?* [online]. 1. červenec 2020. B.m.: Springer Medizin. ISSN 09486704. Dostupné z: doi:10.1007/s00391-020-01726-1
28. GROUT, Anna, Stephen A. MCCLAVE, Melina B. JAMPOLIS, Kristine KRUEGER, Ryan T. HURT, Sarah LANDES a Laszlo KIRALY, 2016. Basic Principles of Sports Nutrition. *Current Nutrition Reports* [online]. **5**(3), 213–222. ISSN 2161-3311. Dostupné z: doi:10.1007/s13668-016-0177-3
29. GROVER, Zubin a Looi C. EE, 2009. Protein Energy Malnutrition. *Pediatric Clinics of North America* [online]. **56**(5), 1055–1068. ISSN 00313955. Dostupné z: doi:10.1016/j.pcl.2009.07.001
30. HARGREAVES, Mark, 1991. Carbohydrates and exercise. *Journal of Sports Sciences* [online]. **9**(sup1), 17–28. ISSN 0264-0414. Dostupné z: doi:10.1080/02640419108729864
31. HARRIS a RUTH B, 2017. *Appetite and Food Intake* [online]. Second edition. | Boca Raton: CRC Press, 2017. | Previous edition: CRC Press. ISBN 9781315120171. Dostupné z: doi:10.1201/9781315120171
32. HENRY, CJK, 2005. Basal metabolic rate studies in humans: measurement and development of new equations. *Public Health Nutrition* [online]. **8**(7a), 1133–1152. ISSN 1368-9800. Dostupné z: doi:10.1079/phn2005801
33. HERTZLER, Steven R., Jacqueline C. LIEBLEIN-BOFF, Mary WEILER a Courtney ALLGEIER, 2020. Plant Proteins: Assessing Their Nutritional Quality and Effects on Health and Physical Function. *Nutrients* [online]. **12**(12), 3704. ISSN 2072-6643. Dostupné z: doi:10.3390/nu12123704
34. HOLESH, Julie E., Sanah ASLAM a Andrew MARTIN, 2024. *Physiology, Carbohydrates* [online]. Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/0>
35. HORGAN, Gillian, 2018. The Role of Nutrition in Sport. In: *Sports Dentistry* [online]. B.m.: Wiley, s. 121–138. Dostupné z: doi:10.1002/9781119332619.ch8
36. CHEUVRONT, Samuel N. a Robert W. KENEFICK, 2014. Dehydration: Physiology, Assessment, and Performance Effects. In: *Comprehensive Physiology* [online]. B.m.: Wiley, s. 257–285. Dostupné z: doi:10.1002/cphy.c130017
37. CHONG, Elaine, Elaine W-T CHONG, Andrew J Sinclair BAGRSCI, Robyn H GUYMER a Phd FRANZCO, 2006. Perspective Facts on fats. *Clinical and Experimental Ophthalmology* [online]. **34**, 464–471. Dostupné z: doi:10.1111/j.1442-9071.2006.1250.x
38. JIAN CHEN, Yang Zhu, Song Liu, 2018. *Functional Carbohydrates Development, Characterization, and Biomanufacture* [online]. Dostupné z: <http://taylorandfrancis.com>
39. JIANG, Hongfei, Xiaofei QIN, Qi WANG, Qi XU, Jie WANG, Yudong WU, Wujun CHEN, Chao WANG, Tingting ZHANG, Dongming XING a Renshuai ZHANG, 2021. Application of carbohydrates in approved small molecule drugs: A review.

- European Journal of Medicinal Chemistry* [online]. **223**, 113633. ISSN 0223-5234. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1016/j.ejmech.2021.113633>
40. JIANG JIANG, Youling L. Xiong, 2016. Natural antioxidants as food and feed additives to promote health benefits and quality of meat products: A review, *Meat Science*. **120**.
 41. JIM MANN a A. STEWART TRUSWELL, 2002. Essentials of human nutrition, 2nd ed. *Appetite*. **41**(1), 99. ISSN 01956663.
 42. KANBUR, Nuray Ö., Orhan DERMAN a Erol KINIK, 2002. Prevalence of obesity in adolescents and the impact of sexual maturation stage on body mass index in obese adolescents. *International Journal of Adolescent Medicine and Health* [online]. **14**(1). ISSN 2191-0278. Dostupné z: doi:[10.1515/IJAMH.2002.14.1.61](https://doi.org/10.1515/IJAMH.2002.14.1.61)
 43. KHADILKAR, Vaman a Anuradha KHADILKAR, 2011. Growth charts: A diagnostic tool. *Indian Journal of Endocrinology and Metabolism* [online]. **15**(7), 166. ISSN 2230-8210. Dostupné z: doi:[10.4103/2230-8210.84854](https://doi.org/10.4103/2230-8210.84854)
 44. KIELY LEONIE J. AND HICKEY, Rita M, 2022. Characterization and Analysis of Food-Sourced Carbohydrates. In: Gavin P DAVEY, ed. *Glycosylation: Methods and Protocols* [online]. New York, NY: Springer US, s. 67–95. ISBN 978-1-0716-1685-7. Dostupné z: doi:[10.1007/978-1-0716-1685-7_4](https://doi.org/10.1007/978-1-0716-1685-7_4)
 45. KONTELE, Ioanna a Tonia VASSILAKOU, 2021. Nutritional Risks among Adolescent Athletes with Disordered Eating. *Children* [online]. **8**(8), 715. ISSN 2227-9067. Dostupné z: doi:[10.3390/children8080715](https://doi.org/10.3390/children8080715)
 46. LLORENTE-CANTARERO, Francisco, Laura PALOMINO-FERNÁNDEZ a Mercedes GIL-CAMPOS, 2018a. Nutrition for the Young Athlete. *Journal of Child Science* [online]. **08**(01), e90–e98. ISSN 2474-5871. Dostupné z: doi:[10.1055/s-0038-1669382](https://doi.org/10.1055/s-0038-1669382)
 47. LLORENTE-CANTARERO, Francisco, Laura PALOMINO-FERNÁNDEZ a Mercedes GIL-CAMPOS, 2018b. Nutrition for the Young Athlete. *Journal of Child Science* [online]. **08**(01), e90–e98. ISSN 2474-5871. Dostupné z: doi:[10.1055/s-0038-1669382](https://doi.org/10.1055/s-0038-1669382)
 48. LOGUE, Danielle M., Sharon M. MADIGAN, Anna MELIN, Eamonn DELAHUNT, Mirjam HEINEN, Sarah-Jane Mc DONNELL a Clare A. CORISH, 2020. Low Energy Availability in Athletes 2020: An Updated Narrative Review of Prevalence, Risk, Within-Day Energy Balance, Knowledge, and Impact on Sports Performance. *Nutrients* [online]. **12**(3), 835. ISSN 2072-6643. Dostupné z: doi:[10.3390/nu12030835](https://doi.org/10.3390/nu12030835)
 49. LONNIE, Marta, Emma HOOKER, Jeffrey M. BRUNSTROM, Bernard M. CORFE, Mark A. GREEN, Anthony W. WATSON, Elizabeth A. WILLIAMS, Emma J. STEVENSON, Simon PENSON a Alexandra M. JOHNSTONE, 2018. *Protein for life: Review of optimal protein intake, sustainable dietary sources and the effect on appetite in ageing adults* [online]. 16. března 2018. B.m.: MDPI AG. ISSN 20726643. Dostupné z: doi:[10.3390/nu10030360](https://doi.org/10.3390/nu10030360)
 50. LOVEDAY, Simon M, 2019. 10:22.1-22.29 The Annual Review of Food Science and Technology is online at food.annualreviews.org. *New Zealand Annu. Rev. Food Sci. Technol* [online]. **4442**(1). Dostupné z: doi:[10.1146/annurev-food-032818](https://doi.org/10.1146/annurev-food-032818)

51. ŁUSZCZKI, Edyta, Paweł JAGIELSKI a Alejandro MARTÍNEZ-RODRÍGUEZ, 2023. Editorial: Metabolic pathways and consequences of malnutrition in children and adolescents. *Frontiers in Nutrition* [online]. **10**. ISSN 2296-861X. Dostupné z: doi:10.3389/fnut.2023.1282445
52. MAUGHAN, Ron J. a IOC MEDICAL COMMISSION., 2014. *Sports nutrition*. B.m.: [publisher not identified]. ISBN 9781118275764.
53. MEYER, Flavia, Helen O'CONNOR a Susan M. SHIRREFFS, 2007. Nutrition for the young athlete. *Journal of Sports Sciences* [online]. **25**(sup1), S73–S82. ISSN 0264-0414. Dostupné z: doi:10.1080/02640410701607338
54. MCHUGH, M P, 2010. Oversized young athletes: a weighty concern. *British Journal of Sports Medicine* [online]. **44**(1), 45–49. ISSN 0306-3674. Dostupné z: doi:10.1136/bjism.2009.068106
55. NORUM, Kaare R, Trond BERG a Christian A DREVON, 1983. *Transport of Cholesterol* [online]. Dostupné z: www.physiology.org/journal/physrev
56. O'BRIEN, Richard D., 2008. *Fats and Oils* [online]. B.m.: CRC Press. ISBN 9780429148064. Dostupné z: doi:10.1201/9781420061673
57. PEKLAJ, Eva, Nina REŠČIČ, Barbara KOROUŠIČ SELJAK a Nada ROTOVNIK KOZJEK, 2022. Is RED-S in athletes just another face of malnutrition? *Clinical Nutrition ESPEN* [online]. **48**, 298–307. ISSN 24054577. Dostupné z: doi:10.1016/j.clnesp.2022.01.031
58. PEKLAJ, Eva, Nina REŠČIČ, Barbara KOUROŠIČ SELJAK a Nada ROTOVNIK KOZJEK, 2023. New Epidemic of Malnutrition in Young Slovenian Athletes. *Zdravstveno varstvo* [online]. **62**(3), 121–128. ISSN 0351-0026. Dostupné z: doi:10.2478/sjph-2023-0017
59. PHILLIPS, Stuart M., Douglas PADDON-JONES a Donald K. LAYMAN, 2020. Optimizing adult protein intake during catabolic health conditions. *Advances in Nutrition* [online]. **11**(4), S1058–S1069. ISSN 21565376. Dostupné z: doi:10.1093/ADVANCES/NMAA047
60. PIPOYAN, Davit, Stella STEPANYAN, Seda STEPANYAN, Meline BEGLARYAN, Lara COSTANTINI, Romina MOLINARI a Nicolò MERENDINO, 2021. The Effect of Trans Fatty Acids on Human Health: Regulation and Consumption Patterns. *Foods* [online]. **10**(10), 2452. ISSN 2304-8158. Dostupné z: doi:10.3390/foods10102452
61. POMERLEAU, Marjorie, Pascal IMBEAULT, Torrey PARKER a Eric DOUCET, 2004. Effects of exercise intensity on food intake and appetite in women. *The American Journal of Clinical Nutrition* [online]. **80**(5), 1230–1236. ISSN 00029165. Dostupné z: doi:10.1093/ajcn/80.5.1230
62. POPKIN, Barry M, Kristen E D'ANCI a Irwin H ROSENBERG, 2010. Water, hydration, and health. *Nutrition Reviews* [online]. **68**(8), 439–458. ISSN 00296643. Dostupné z: doi:10.1111/j.1753-4887.2010.00304.x
63. PUGLISI, Michael, 2019. Dietary Fat and Sports Performance. In: *Nutrition and Enhanced Sports Performance* [online]. B.m.: Elsevier, s. 555–569. Dostupné z: doi:10.1016/B978-0-12-813922-6.00047-3

64. PURCELL, LK, 2013. Sport nutrition for young athletes. *Paediatrics & Child Health* [online]. **18**(4), 200–202. ISSN 1205-7088. Dostupné z: doi:10.1093/pch/18.4.200
65. RIDKER, Paul M., 2014. *LDL cholesterol: Controversies and future therapeutic directions* [online]. 2014. B.m.: Elsevier B.V. ISSN 1474547X. Dostupné z: doi:10.1016/S0140-6736(14)61009-6
66. ROBERTS, Susan B. a Gerard E. DALLAL, 2009. The New Childhood Growth Charts. *Nutrition Reviews* [online]. **59**(2), 31–36. ISSN 00296643. Dostupné z: doi:10.1111/j.1753-4887.2001.tb06973.x
67. RONALD J. MAUGHAN, PhD, 2014. Sports Nutrition. In: .
68. SAUNDERS, John a Trevor SMITH, 2010. Malnutrition: causes and consequences. *Clinical Medicine* [online]. **10**(6), 624–627. ISSN 14702118. Dostupné z: doi:10.7861/clinmedicine.10-6-624
69. SAWKA, Michael N., Samuel N. CHEUVRONT a Robert CARTER, 2005. Human Water Needs. *Nutrition Reviews* [online]. **63**, S30–S39. ISSN 00296643. Dostupné z: doi:10.1111/j.1753-4887.2005.tb00152.x
70. SCHTSCHERBYNA, Annie, Beatriz Gonçalves RIBEIRO a Farias MARIA LUCIA FLEIUSS, 2019. Bone Health, Bone Mineral Density, and Sports Performance. In: *Nutrition and Enhanced Sports Performance* [online]. B.m.: Elsevier, s. 73–81. Dostupné z: doi:10.1016/B978-0-12-813922-6.00006-0
71. STATHOPOULOU, Maria G., Stavroula KANONI, George PAPANIKOLAOU, Smaragdi ANTONOPOULOU, Tzortzis NOMIKOS a George DEDOUSSIS, 2012. Mineral intake. In: *Progress in Molecular Biology and Translational Science* [online]. B.m.: Elsevier B.V., s. 201–236. ISSN 18771173. Dostupné z: doi:10.1016/B978-0-12-398397-8.00009-5
72. STEVE W. CUI, 2005. *Food Carbohydrates* [online]. B.m.: CRC Press. ISBN 9780429095641. Dostupné z: doi:10.1201/9780203485286
73. SZEFER, Piotr a Jerome O NRIAGU, 2007. *Mineral Components in Foods; Edition 1* [online]. Dostupné z: doi:10.4324/9780429122576
74. TALITA ADÃO PERINI DE OLIVEIRA, GLAUBER LAMEIRA DE OLIVEIRA, JOÃO RAFAEL VALENTIN-SILVA, ESTÉLIO HENRIQUE MARTINS DANTAS a JOSÉ FERNANDES FILHO, 2018. Female athlete triad in high performance sports: implications from performance and women health. *Journal of Physical Education and Sport*. **2018**(04). ISSN 22478051.
75. THARREY, Marion, François MARIOTTI, Andrew MASHCHAK, Pierre BARBILLON, Maud DELATTRE a Gary E FRASER, 2018. Patterns of plant and animal protein intake are strongly associated with cardiovascular mortality: the Adventist Health Study-2 cohort. *International Journal of Epidemiology* [online]. **47**(5), 1603–1612. ISSN 0300-5771. Dostupné z: doi:10.1093/ije/dyy030
76. TOMASIK, P. (Ed.), 2003. *Chemical and Functional Properties of Food Saccharides* [online]. B.m.: CRC Press. ISBN 9780203495728. Dostupné z: doi:10.1201/9780203495728
77. WEI, Rong, Cynthia L. OGDEN, Van L. PARSONS, David S. FREEDMAN a Craig M. HALES, 2020. A method for calculating BMI z-scores and percentiles above the

- 95th percentile of the CDC growth charts. *Annals of Human Biology* [online]. **47**(6), 514–521. ISSN 0301-4460. Dostupné z: doi:10.1080/03014460.2020.1808065
78. WEIR, Connor B. a Arif JAN, 2024. *BMI Classification Percentile And Cut Off Points* [online]. Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11234459>
79. WILDMAN, Robert E.C., 2009. *The Nutritionist* [online]. B.m.: Routledge. ISBN 9781135695965. Dostupné z: doi:10.4324/9780203887004
80. ZANKER, C.L., 2006. Sport Nutrition in Childhood: Meeting the Metabolic Demands of Growth and Exercise. *Annales Nestlé (English ed.)* [online]. **64**(2), 63–76. ISSN 0517-8606. Dostupné z: doi:10.1159/000093013

6 Seznam použitých zkratk a symbolů

AMK	aminokyseliny
ATP	adenosintrifosfát
BMI	index tělesné hmotnosti
BMR	bazální metabolická rychlost
DDD	doporučená denní dávka
FA	fyzická aktivita
HDL	vysokohustotní cholesterol
LDL	nízkohustotní cholesterol
LEA	omezená energetická dostupnost
MK	mastné kyseliny
ML	minerální látky
PUFA	polynasycené mastné kyseliny
RED-S	syndrom relativního energetického deficitu ve sportu

7 Seznam tabulek a obrázků

7.1 Seznam tabulek

Tabulka 1: Zdroje sacharidů

Tabulka 2: Rozdělení AMK – esenciální, podmíněně esenciální, neesenciální

Tabulka 3: Vitaminy rozpustné v tucích

Tabulka 4: Vitaminy rozpustné ve vodě

Tabulka 5: Makroprvky

Tabulka 6: Hodnoty BMI

Tabulka 7: Zdravotní problémy související s nadměrným BMI u sportovců

7.2 Seznam obrázků

Obrázek 1: Syntéza glykogenu

Obrázek 2: Endogenní transport cholesterolu

Obrázek 3: Celkové množství vody v těle

Obrázek 4: Graf rychlosti výšky u syna hraběte de Montbeillarda