

Univerzita Karlova

Farmaceutická fakulta v Hradci Králové

Katedra biofyziky a fyzikální chemie



Bakalářská Práce

**Fitness a životní styl s ním spojený a vliv na
zdravotní stav jedince**

Vedoucí bakalářské práce: Mgr. Monika Kuchařová, Ph.D.

Hradec Králové 2022

Tadeáš Čeřovský

Poděkování

Rád bych poděkoval vedoucí bakalářské práce Mgr. Monice Kuchařové, Ph.D., za její čas, cenné rady, odborné vedení a vřelý přístup při zpracování dané problematiky.

„Prohlašuji, že tato práce je mým původním autorským dílem. Veškerá literatura a další zdroje, z nichž jsem při zpracování čerpal, jsou uvedeny v seznamu použité literatury a v práci jsou řádně citovány. Práce nebyla využita k získání jiného nebo stejného titulu“

V Hradci Králové 9.5.2022

Tadeáš Čeřovský

Obsah

1	Úvod	5
2	Fitness jako životní styl	6
3	Lidský metabolismus	7
3.1	Citrátový cyklus.....	8
3.1.1	Mechanismus citrátového cyklu	9
3.1.2	Energetický výtěžek cyklu.....	10
3.2	Dýchací řetězec.....	10
3.2.1	Komplexy v dýchacím řetězci	11
3.2.2	Oxidativní fosforylace.....	12
3.3	Sacharidy a jejich metabolismus	12
3.3.1	Metabolismus glukózy.....	13
3.3.2	Glykogenolýza	16
3.3.3	Syntéza glykogenu.....	16
3.4	Lipidy a jejich metabolismus.....	17
3.4.1	Katabolismus mastných kyselin (β -oxidace)	17
3.4.2	Syntéza mastných kyselin.....	19
3.4.3	Syntéza a degradace triacylglycerolů	19
3.5	Metabolismus bílkovin.....	20
3.5.1	Metabolismus aminokyselin.....	21
4	Výživa ve fitness	22
4.1	Energetická bilance.....	22
4.2	Bazální metabolismus a jeho měření.....	23
4.3	Energetická bilance jednotlivých makroživin a jejich ideální poměr v potravě	24
4.4	Zdroje bílkovin, tuků a cukrů	25

4.5	Důležitost mikroživin v potravě	26
4.5.1	Nejdůležitější vitamíny z hlediska fitness.....	26
4.5.2	Nejdůležitější minerály a stopové prvky z hlediska fitness	27
4.6	Vliv pitného režimu.....	28
4.7	Suplementy a jejich nejčastější zástupci na trhu.....	29
5	Zdravotní výhody fitness	36
5.1	Obezita.....	36
5.2	Vliv na kardiovaskulární systém	37
5.3	Vliv na Diabetes mellitus II. Typu.....	38
5.4	Vliv na kosterní soustavu	39
5.5	Vliv na imunitní systém.....	39
5.6	Vliv na rakovinu	40
5.7	Zlepšení kvality spánku	40
5.8	Zlepšení sexuálního života	41
5.9	Dopady na duševní stav jedince (mental health)	41
6	Závěr	43
7	Seznam použité literatury	46

1 Úvod

Tématem mé bakalářské práce je fitness a životní styl s ním spojený a vliv na zdravotní stav jedince. Cílem mé práce je vysvětlit základní charakteristiku tohoto životního stylu a co všechno obnáší. Budu se zabývat významem cvičení a pohybu pro zdravý život, nejdůležitějšími metabolickými procesy v těle, výživou ve fitness, dále benefity, které ze správného životního stylu plynou.

Dnes již prokazatelně víme, že zdravý životní styl může pozitivně ovlivnit naše zdraví. Bohužel i když je pojem fitness a zdravý životní styl aktuálním tématem, ve společnosti převládá pořád sedavý způsob života, který s sebou nese spoustu rizik. Samotný pojem fitness je ve společnosti vnímán trochu jinak, než je tomu doopravdy. Proto bych v této práci rád objasnil, co fitness vlastně obnáší, dále bych zde osvětlil základní části lidského metabolismu, nejdůležitější poznatky týkající se stravy a výživy člověka. Velice aktuálním a oblíbeným tématem je i vliv suplementace, které zde bude také rozebráno. V poslední části bakalářské práce se budu věnovat tématice benefitů fitness a také tomu, že může sloužit jako prevence vůči spoustě negativních vlivů působících na náš organismus.

2 Fitness jako životní styl

Fitness jakožto termín se rozšířil do povědomí lidí teprve nedávno. První zmínky o jeho filosofii a celkovém smyslu se však datují již do dob starověkého Řecka a Říma, kde byl tento termín znám pod názvem Kalikagathia – jednota ducha a těla. Principem bylo vytvořit soulad mezi tělesným a duševním. Postupem času a celkovým vývojem společnosti dostalo slovo trošku odlišnou novodobou podobu. V dnešní době je tedy slovo „fitness“ vnímáno spíše jako zdravý životní styl. Pojem fitness je přejatý z anglického kořene fit, což značí tělesné i duševní zdraví [1].

Definic je mnoho a žádná z nich není úplně korektní. Jedná se o dost široký pojem. Nejčastěji však jde o udržení všeobecné tělesné kondice, rozvoj tělesné zdatnosti a zlepšení držení těla, kdy tato definice je nejvíce rozšířená mezi lidmi. Nejedná se ale jen o fyzickou aktivitu, fitness zahrnuje i duševní stránku, dále výživu, kondici a v neposlední řadě odpočinek, relax a spánek [2].

Dle Ostena se označení fitness vnímá spíše jako životní styl. Ten by měl zahrnovat ve větší míře správné životní návyky, pevné zdraví a tělesnou kondici na vyšší úrovni. Fitness pak nemá pouze vliv na tělesnou kondici, ale ovlivňuje i psychické zdraví, sexuální život, stres, délku života, vliv má dokonce i na zaměstnání a koníčky [2].

Celkovým cílem tohoto životního stylu je schopnost provádět úkoly denního života efektivně a bez větších problémů. Snažíme se o efektivní funkci těla, kterou tvoří svalová síla a vytrvalost, dále pak kloubní flexibilita a složení těla. V neposlední řadě i kardiorespirační vytrvalost [3].

Není pravdou, že tento životní styl je tak spíše pro mladé sportující lidi, benefitovat z něho může úplně každý a každý si ho může upravit podle svých možností. Fitness má mnoho zdravotních výhod a díky němu dokážeme účinně předcházet některým chorobám a zdravotním problémům, které budu zmiňovat v kapitole, ve které se přímo budu věnovat vlivu na zdravotní stav jedince [3].

3 Lidský metabolismus

Významnou roli ve fitness má bezpochyby správně fungující metabolismus lidského těla. Metabolismus (řecky metabolé = změna), neboli látková výměna je soubor enzymatických reakcí (tzv. metabolických drah), v rámci, kterých dochází k přeměně látek a energií. Dle směru můžeme probíhající změny rozdělit na 2 procesy. A to buď na proces anabolický (skládací, výstavbový, endergonní, syntetický), nebo na proces katabolický (štěpný, degradační, exergonní, rozkladný). Součástí všech metabolických drah jsou meziprodukty, které nazýváme metabolity, případně intermediáty – tento meziprodukt může být dále přeměněn na různé produkty, záleží na konkrétní metabolické dráze. Existují i procesy amfibolické, ty mají pak charakter katabolický i anabolický zároveň (řecky amfi = na obě strany) [4].

Člověk je heterotrof, přijímá tedy potravu a živiny v ní obsažené přeměňuje na vlastní struktury. Všechny syntetické děje a fyziologické funkce potřebují energii. Tu získává právě exergonními neboli katabolickými reakcemi v těle. Zdrojem energie mohou pak být látky z potravy, ale i látky uložené v těle. Lidské tělo tedy (nejčastěji v době hladu) funguje jako kanibal, tráví samo sebe, aby udrželo energetickou bilanci a základní funkce nutné k životu. Nejčastějšími zásobními látkami jsou glykogen (uložený ve svalech a játrech), tukové zásoby a vysokomolekulární bílkoviny [4].

Potrava jako taková obsahuje mnoho sloučenin. K hlavním pilířům ve výživě patří proteiny, sacharidy a lipidy, všechny kategorie jsou však velmi různorodé a rozmanité. Kdyby pak každá sloučenina měla zcela vlastní metabolismus, muselo by existovat v buňce nesmírně moc enzymů. Proto je mnohem výhodnější, aby organismus postupně unifikoval rozmanitost sloučenin a dokázal tyto dráhy propojit, aby nakonec vzniklo pouze pár látek, nebo jen jedna jediná, z každého druhu živin. Tyto produkty pak mají již společný metabolismus, čímž se omezí počet enzymů, které jsou k jejich degradaci potřeba. Většina živin se přeměňuje na acetyl koenzym A (Acetyl-CoA), do této fáze však metabolické přeměny nedosahují dostatečného energetického zisku ve formě adenosin trifosfátu (ATP). Proto je nutná až úplná oxidace acetylu, při kterém se uvolní voda (H_2O) a oxid uhličitý (CO_2), což jsou konečné produkty metabolismu. [4]

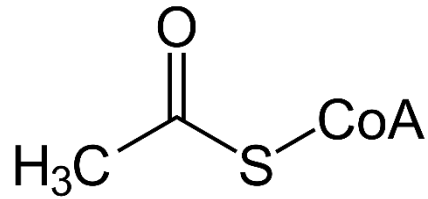
Energetický výtěžek oxidace pokryje veškeré pochody, respektive všechny endergonické (syntetické) děje v těle. Jedná se tedy o katabolismus. K tomuto ději dochází v tzv. citrátovém cyklu, o kterém se ještě budu zmiňovat dále. Důležité však je, že zde vznikají důležité enzymové kofaktory, a to konkrétně nikotinamidadeninukleotid (NADH) a flavinadeninukleotid (FADH₂). Oxidací těchto produktů na NAD⁺ a FAD²⁺ pak vzniká energie (při katabolické reakci) a přenosem vodíků a elektronů voda – další konečný metabolický produkt všech organických látek. Tento přenos se nazývá dýchací řetězec. Získaná energie se pak váže v průběhu řetězce na sloučeniny ATP (aerobní fosforylace). Tato energie se může uvolňovat v případě její potřeby v dalších anabolických reakcích v těle (syntézy, svalová činnost atd.) [5].

3.1 Citrátový cyklus

Odbouráváním většiny substrátů při aerobním katabolismu vzniká sloučenina acetyl-CoA. Acetyl-CoA je společným meziproduktem všech 3 základních živin – lipidů, sacharidů a bílkovin. Tvoří tak pomyslnou křižovatku aerobního metabolismu. Při katabolismu těchto živin na acetyl-CoA se však uvolňuje pouze malá část energie – ¼ energie zůstává v acetyl-CoA. Uvolnění této energie nastává až ve fázi, kdy se acetyl-CoA oxiduje na oxid uhličitý. K tomuto ději slouží právě citrátový cyklus, nazývaný též jako Krebsův cyklus (dle objevitele sira Hanse A. Krebse), nebo také cyklus trikarboxylových kyselin [6].

Citrátový cyklus nenajdeme pouze u eukaryot, ale i u prokaryot. Jedná se o vývojově velmi starý mechanismus. Obsahuje soustavu reakcí, které slouží nejen k degradaci živin, ale vycházejí od něj i další syntetické dráhy. Nejedná se tedy pouze o katabolický proces, nýbrž amfibolický – katabolický i anabolický. Nejčastěji jde o syntézy postradatelných aminokyselin, hemoglobinu, glukózy (v případě potřeby) a lipidů [4].

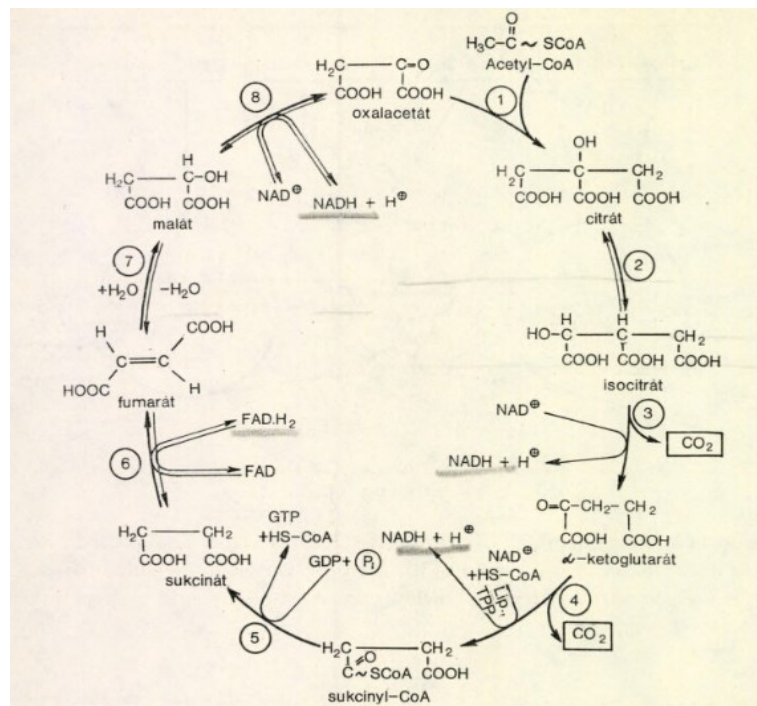
Koenzym A (CoA) (Obrázek 1) je metabolicky principiální látka, která slouží jako nosič acylů – z toho plyne označení písmenkem A. Jedná se o adeninový nukleotid, který je velmi energeticky bohatý. Na něj je pak vázaná kyselina pantothenová (alifatická složka vitamínového charakteru) s navázaným koncovým cystaminem, který dále váže SH-skupinu. Na SH-skupinu se váží acyly [4,5].



Obrázek 1 Vzorec Acetyl-CoA zdroj: <https://www.wikiskripta.eu/w/Acetyl-CoA>

3.1.1 Mechanismus citrátového cyklu

Celý cyklus (Obrázek 2) je tvořen osmi reakcemi, které probíhají v mitochondriích. Tyto reakce postupně katalyzuje 8 enzymů [6]. Pro správné fungování cyklu je nezbytné zajištění aerobních podmínek cyklu. Toho je dosaženo právě díky lokalizaci v mitochondriích. [4,7].



Obrázek 2: Schéma citrátového cyklu s jednotlivými meziprodukty ve vzorcích [5]

Ve výše uvedeném obrázku cyklu můžeme vidět všechny jeho meziprodukty, každá reakce je katalyzována specifickým enzymem. Citrátového cyklu se účastní následující enzymy:

1. Citrátsyntháza
2. Akonitáza
3. Isocitrátdehydrogenáza
4. 2-oxoglutarátdehydrogenáza
5. Sukcinyl-CoA-synthetáza
6. Sukcinátdehydrogenáza
7. Fumaráza (někdy také fumaráthydratáza)
8. Malátdehydrogenáza [5]

Do celého komplexu reakcí vstupují také sloučeniny: NAD^+ , FAD^{2+} . Ty slouží jako akceptory vodíků, které jsou velmi důležité pro další oxidoredukční řetězce. Po jejich navázání vznikají produkty – $\text{NADH} + \text{H}^+$ a FADH_2 . Do reakce také vstupuje guanosindifosfát (GDP), po navázání fosfátu vzniká produkt guanosintrifosfát (GTP). Dalším významným produktem cyklu je CO_2 . [5].

V drtivé většině reakce probíhají právě v matrix mitochondrie. Pouze reakce sukcinátdehydrogenázová (6.) a z části 2-oxogluatátdehydrogenázová (4.) probíhají ve vnitřní membráně. Díky tomu se jejich produkty – NADH a FADH_2 snadno dostávají do dýchacího řetězce [4].

3.1.2 Energetický výtěžek cyklu

Zisk volné energie cyklu se hodnotí dle počtu vystupujících vodíků, které byly uvolněny při 4 dehydrogenacích meziproductů. Tyto vodíky, navázané na přenašeče, pak putují do vnitřní membrány mitochondrie, kde probíhá aerobní fosforylace, jinými slovy tvorba ATP [4,7].

V celém cyklu vzniká celkem $3 \times \text{NADH} + \text{H}^+$, kdy z každého z nich vznikají 3 ATP (celkem tedy 9 ATP) $1 \times \text{FADH}_2$, které se rovná 2 ATP. Při reakci sukcinyl-CoA na sukcinát vzniká ještě GTP, které se rovná energeticky 1 ATP. Celkový výtěžek cyklu je 12 ATP. Výpočet však není zcela přesný, jelikož dochází ke ztrátám během přesunu ATP z mitochondrie do cytosolu [4,6,7].

3.2 Dýchací řetězec

Na citrátový cyklus navazuje dýchací řetězec. Jedná se o nejdůležitější aerobní katabolický děj. Probíhá ve vnitřní membráně mitochondrie, kde dochází k odebírání vodíků ze substrátů citrátového cyklu – konkrétně $\text{NADH} + \text{H}^+$ a FADH_2 . Vodíky se následně váží na kyslík za vzniku vody. Díky tomuto přenosu dochází k uvolnění velkého množství volné energie (zvané též Gibbsova energie), která následně slouží k syntéze ATP v procesu zvaném aerobní fosforylace [4].

Reakce vodíku s kyslíkem, která probíhá právě v dýchacím řetězci, je silně exergonický děj. V případě, že by se vodíky ze substrátů přenesly přímo na kyslík, došlo by k obrovskému uvolnění energie ($\Delta G = -238 \text{ kJ/mol}^{-1}$), kterou by však buňka nedokázala využít a zachytit. Proto

je slučování rozděleno do stupňovitého průběhu, který zajišťuje několik akceptorů. Ty tvoří enzymové komplexy [6].

Důležitou součástí řetězce jsou, mimo NADH a FADH_2 , také FeS proteiny, koenzym Q a cytochromy. FeS-proteiny (obsahující nehemové železo) mají za úkol přenášet elektrony, které jsou napojeny na cystein. Koenzym Q (CoQ) neboli ubichinon je hydrofobní molekula, která se nachází ve fosfolipidové membráně. CoQ má schopnost vázat elektrony za vzniku hydrochinonu (ubichinolu – CoQH_2). Slouží jako přenašeč mezi komplexy I, II a III, které budou popsány níže. Cytochromy jsou železitá buněčná barviva, která slouží k přenosu elektronů. V mitochondrii nacházíme 3 druhy cytochromů – a, b, c [4].

3.2.1 Komplexy v dýchacím řetězci

1. Komplex I (NADH – koenzym Q oxidoreduktáza)

Transportuje elektrony z NADH na koenzym Q (CoQ, ubichinon – chinový přenašeč mezi komplexem I, II a III). Vzniká redukovaný produkt ubichinol (CoQH_2). Energie, která se při tomto ději uvolní se využívá k transportu vodíků z matrix mitochondrie do mezimembránového prostoru.

2. Komplex II (sukcinát – koenzym Q oxidoreduktáza)

V tomto případě se jedná o přenášení elektronů z FADH_2 na CoQ za vzniku stejného produktu jako v případě předešlém – CoQH_2 . Přes tento komplex nedochází k přenosu protonů do mezimembránového prostoru, jelikož se neuvolňuje dostatečné množství energie, která je zapotřebí.

3. Komplex III (koenzym Q – cytochrom c oxidoreduktáza)

Dochází zde k přenosu elektronů z CoQ na cytochrom c. Cytochrom c zde slouží k přenosu elektronů mezi III. a IV. komplexem.

4. Komplex IV (cytochrom c oxidáza)

Dochází zde k oxidaci čtyř cytochromů c a redukci čtyř molekul kyslíku za vzniku vody. Současně jsou z matrix mitochondrie pumpovány přes IV. komplex čtyři protony. Ty pak putují do mezimembránového prostoru, kde se využívají pro další děj – oxidativní fosforylaci [4,6].

3.2.2 Oxidativní fosforylace

Za pomoci komplexu ATP syntázy je volná energie, která vznikla při transportu vodíkových protonů, využita k syntéze ATP. Dochází k přeměně adenosindifosfátu (ADP) na ATP (adenosintrifosfát) na základě připojení třetího fosforu na molekulu ADP. Jedná se o proces endergonický. Přes komplex ATP syntáza procházejí elektrony, které se v komplexu IV přesunuly do mezimembránového prostoru, zpátky do matrix mitochondrie. Díky tomuto procesu vzniká energie, která se pak využije pro samotnou syntézu ATP [4].

3.3 Sacharidy a jejich metabolismus

Sacharidy (cukry, glycidy) jsou důležitou součástí živých organismů. Z chemického hlediska se jedná o polyalkoholy s oxo-skupinou. Jejich název pochází z řeckého slova sákcharon (v překladu jako cukr, sladkost). Jejich obsah v těle (živočišném, tedy i lidském) je mnohem menší, než je obsah bílkovin a tuků. V lidském těle tvoří cukry asi 2% sušiny. Jinak tomu je například u rostlin, kde některé druhy obsahují až 80 % sacharidů v sušině. Význam sacharidů v lidském těle je i při tak malém procentu velice důležitý. Slouží jako základní živina („palivo“) pro přímé využití – v případě potřeby rychlé energie. Nebo druhotně jako energetická zásoba uložená v těle. Sacharidy se v lidském těle mohou vyskytovat v různých sloučeninách, nejčastější jsou to monosacharidy a polysacharidy. Dále tvoří součást některých složitějších látek jako jsou například nukleové kyseliny, lipidy, bílkoviny, ATP, koenzymy, atd. [4,5,6].

V metabolismu mají sacharidy velmi významnou roli – představují živinu pro každou buňku v těle. Nejvíce však ovlivňují buňky mozku, sítnice, erytrocytů, varlat, kůry nadledvin. Jedním z nejvyšších konzumentů sacharidů obecně jsou pak zhoubné nádory. Ze všech cukrů má nejvýznamnější roli v metabolismu D-glukóza. Ostatní monosacharidy na ni metabolickými procesy navazují, jinými slovy se všechny monosacharidy v těle přeměňují právě na D-glukózu. Ta se pak přeměňuje jinými procesy na jiné potřebné látky (příkladem může být i tuk) [4].

Je důležité říct, že jednoduché cukry (neboli monosacharidy) ještě dělíme na dvě velké skupiny podle toho, zda obsahují ketonickou či aldehydickou skupinu. Rozeznáváme tedy aldocukry – aldózy a ketocukry – ketózy [5]. Dále se ještě monosacharidy dělí podle toho, kolik uhlíkatých skupin obsahují. V případě 3 skupin se jedná o triózy, dále pak tetrózy, pentózy, hexózy a heptózy. Zmíněná glukosa patří do skupiny hexóz [6,7].

Trávení cukrů začíná už v dutině ústní za pomoci enzymu Ptyalinu. Tento enzym, patřící do skupiny amyláz, štěpí škrob a glykogen na maltózu. Toto štěpení však ani zdaleka nestačí, proto pokračuje i v žaludku, dále pak v případě složitějších cukrů v duodenu (dvanáctníku) pomocí pankreatické šťávy, která rovněž obsahuje amylázu. A celkově v tenkém střevě, kde dochází k definitivnímu rozštěpení až na monosacharidy. Poté dochází k resorpci, primárně v jejunu (lačník – část tenkého střeva), do krve. Všechny monosacharidy (např. fruktóza, maltóza, galaktóza) mimo glukózu se metabolizují v játrech právě na glukózu, která se ukládá ve formě glykogenu. Ten poté slouží jako energetická zásobárna [5,6].

3.3.1 Metabolismus glukózy

Jak již bylo zmíněno, všechny sacharidy se snaží přeměnit na jeden společný produkt a tím je D-glukóza. Ta pak spadá do dalších metabolických drah. Požité sacharidy jsou zdrojem takzvané krevní glukózy. Její hladina se označuje jako glykémie, její hodnota by se u zdravého jedince měla pohybovat mezi 3,9 – 5,5mmol/l. V případě hodnot vyšších se jedná o hyperglykémii (>7,7mmol/l), v případě nižších o hypoglykémii (2,5mmol/l). Koncentraci krevní glukózy zvyšuje primárně potrava (štěpením složitějších sacharidů) nebo také štěpení glykogenu při ději zvaném glykogenolýza. V případě hypoglykémie využívají hepatocyty (tedy buňky jater) aminokyseliny a glyceroly zejména ze svalů a tukové tkáně. Také laktát, který vzniká při svalové práci je přeměňován na glukózu. Všechny tyto pochody se nazývají glukoneogeneze [4,8].

Na druhou stranu musí existovat i procesy, které koncentraci dokáží snížit. Patří sem syntéza glykogenu (probíhající primárně v játrech), dále odbourávání glukózy – buď glykolýzou, pentofosfátovou cestou, nebo přeměna glukózy na jiné látky (příkladem může být tvorba galaktózy, fruktózy, aminocukrů, glykoproteinů, glykolipidů atd [4].

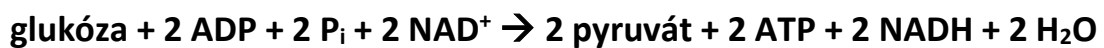
3.3.1.1 Glykolýza

Jedná se o sled reakcí, kterým se katabolizuje většina molekul glukózy. Roli živiny však nemá v tomto případě pouze samotná glukóza, mohou jí zastoupit i jiné hexózy v případě, že se přemění na stejné deriváty. Glykolýza probíhá v cytosolu buněk za přítomnosti anorganického fosfátu – vzniká produkt glukóza-6-fosfát (jedná se o hypotetický uzlový bod metabolismu všech sacharidů), který dále podléhá metabolismu. Výsledným produktem je pak pyruvát, v případě aerobního prostředí. V případě anaerobního vzniká laktát, který se může zpětně

přeměnit na pyruvát nebo glukózu. Pyruvát dále podléhá dalším metabolickým drahám za vzniku acetyl-CoA, který pak vstupuje do citrátového cyklu, který byl již popsán výše. Celý tento proces je výjimečný tím, že dokáže po celou dobu vytvářet ATP, ať už za aerobních či anaerobních podmínek [4,7].

Velmi důležitou součástí děje je samotný přenos glukózy do buňky. Ten je zajištěn pomocí bílkovinných přenašečů GLUT 1 – GLUT 5 [5,7].

Glykolýza obsahuje 9 reakcí, které zajistí, aby vznikl pyruvát. Některé reakce jsou energeticky ztrátové, jiné ziskové. Ať už se jedná o aerobní či anaerobní průběh, shrnutím celého děje je tato reakce:



Z ní vyplývá, že z jedné molekuly glukózy vznikají 2 molekuly pyruvátu. První tři reakce mohou probíhat bez přístupu kyslíku, kdy v první reakci dochází k přeměně glukózy na glukózu-6-fosfát, který byl zmíněn už v úvodu kapitoly. Každou reakci katalyzují jiné enzymy. V tomto případě se jedná o hexokinázu a glukokinázu. Výsledným produktem všech reakcí je již zmíněný pyruvát. V případě vzniku laktátu je tento produkt nejčastěji přesouván do jater, kde se zpátky metabolizuje na glukózu. V případě obnovení aerobních podmínek je možné laktát přímo přeměnit zpátky na pyruvát. Hromadění laktátu ve svalu není hlavním důvodem bolestivosti svalu. Tou je pokles pH, kterou laktát způsobí [4,6].

3.3.1.2 Oxidační dekarboxylace pyruvátu

Dalším dějem, který navazuje na děj předchozí je oxidační dekarboxylace, která odbourává pyruvát na acetyl-CoA. Tato metabolická cesta je spojnicí mezi glykolýzou a citrátovým cyklem. Jedná se o nevratnou dekarboxylační a oxidační reakci, která se odehrává v matrix mitochondrie [5]. Celý proces je exergonní, čili dochází k uvolňování energie. Jedná se o pětistupňový děj, který je katabolizován pyruvátdehydrogenázou [6,9].

Energetická bilance úplného spálení 1 molekuly na CO₂ a H₂O za aerobních podmínek je následující (Obrázek 3):

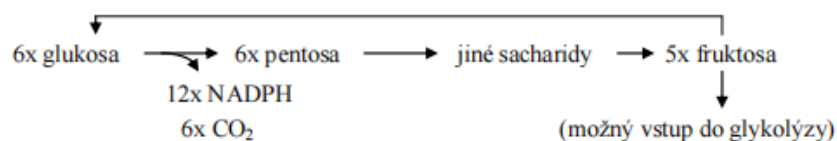
Prostor	Pochod	Zisk energie jako ATP
cytosol	glykolýza - cesta glukosa → 2 pyruváty	2
cytosol	glykolýza - dehydrogenační reakce 2 NADH+H ⁺	4 - 6*
mitochondrie	oxidační dekarboxylace – 2 pyruváty → 2 acetyl-CoA	6
mitochondrie	citrátový cyklus – spálením dvou acetyl-CoA + aerobní fosforylace (2 x 12 ATP)	24
	* - záleží na cestě přenosu vodíku člunkem	36 - 38*

Obrázek 3: Energetická bilance úplné přeměny glukosy na konečné produkty metabolismu [4].

3.3.1.3 Pentofosfátová cesta

Pentofosfátová cesta (Obrázek 4), neboli pentózový cyklus je dalším způsobem katabolismu glukózy. Jedná se o děj, který probíhá v cytosolu a neposkytuje ATP. Je však velkým producentem nikotinamidadenindinukleotidfosfátu (NADPH), který má nezastupitelnou roli v různých syntetických dějích v těle. Při tomto ději vzniká i pentóza, která je důležitá pro vznik nukleotidů a nukleových kyselin. Principem je oxidační odbourávání glukózy a následná dekarboxylace za vzniku pentózy, která se pak může přeměňovat na jiné sacharidy (hexózy) [5].

Schéma je následující:



Obrázek 4: Schéma pentofosfátové cesty [4].

Ze schématu můžeme vidět, že vzniká 12 molekul NADPH a 6 molekul CO₂. Celou cestu můžeme rozdělit do dvou fází. První fází je fáze oxidační za vzniku pentózy. Druhou fází je pak samotné vzájemné přeměňování na jiné sacharidy [4,9].

3.3.2 Glykogenolýza

Glykogenolýzou nazýváme metabolismus hlavní zásobní látky v těle – glykogenu. Díky tomuto procesu se do oběhu doplňuje v případě potřeby D-glukóza. Největším zásobníkem glykogenu jsou játra, kde se ukládá tzv. jaterní glykogen, také dochází k ukládání ve svalech. Glykogen je tvořený glukózovými jednotkami s vazbou buď α -1,4 nebo α -1,6 [6,9].

Odštěpení glukózové jednotky ve formě glukóza-1-fosfátu (glc-1-P) se děje reakcí zvanou fosforolýza. Tato reakce probíhá neustále dokola (štěpí vazbu α -1,4) a tím zkracuje samotný řetězec glykogenu. Takto děj pokračuje až do fáze, kdy od místa rozvětvení (α -1,6 vazby) jsou přibližně 4 glukózové jednotky. Transferázy pak odštěpí 3 tyto jednotky a naváží je vazbou α -1,4 na jiný konec. Zbylá 4. jednotka se hydrolyticky odštěpí ve formě volné glukózy. Takto proces funguje pořád dokola [4,6].

Jednotlivé glukóza-1-fosfáty jsou dále přeměněny na glukóza-6-fosát pomocí fosfoglukomutázy. Ten se pak už může přeměnit na samotnou glukózu pomocí defosforylace [4].

3.3.3 Syntéza glykogenu

Syntéza glykogenu neprobíhá pouze pouhým obrácením sledu reakcí. Tento postup by byl velice energeticky náročný, jelikož přeměna glukózy-1-fosfátu na glykogen je reakce velice endogenní. Pro syntézu glykogenu je zapotřebí takzvaného primeru. Jedná se o alespoň čtyřčlenný zbytek předešlého glykogenu [5].

Podle nejnovějších informací existuje ještě jeden způsob, jak může glykogen vznikat z OH skupiny tyrosinu bílkoviny zvané glykogenin. Ta slouží jako propojovací očko pro začátek syntézy. Za pomoci autokatalytických reakcí se vytvoří vazby α -1,4 v osmičlenném řetězci, který se pak prodlužuje glykogensyntházou. Hlavním energetickým zdrojem pro tuto reakci je uridintrifosfát (UTP). UTP slouží k aktivaci jednotky glc-1-P, aby se mohla napojit na existující glykogen, popřípadě na primer. K rozvětvení, neboli vytvoření α -1,6 vazeb je zapotřebí větvící enzym – amylo(α -1,4 \rightarrow α -1,6) transglykosyláza. Ten odštípne část (nejčastěji 6 jednotek) s α -1,4 vazbou a tento řetězec naváže vazbou α -1,6. Poté se řetězec na koncích rozšiřuje za pomoci glykogensyntházy vazbami α -1,4. [4,10]

3.4 Lipidy a jejich metabolismus

Velmi důležitou součástí všech buněk a také důležitou skupinou živin jsou lipidy. Název je odvozený od řeckého slova lípos, v překladu tuk. Jedná se o látky nerozpustné ve vodě, rozpustné jsou pouze v nepolárních rozpouštědlech. Pojem lipid zahrnuje velice široké spektrum látek, které můžeme rozdělit na dva hlavní tábory, a to lipidy jednoduché a složené. Jednoduché lipidy tvoří acylglyceroly (obecně známy pod pojmem tuky) a vosky. Mezi složené struktury pak patří fosfoacylglyceroly, sfingolipidy a dále lipidy vázané na jiné sloučeniny, jako jsou bílkoviny a peptidy (ty nazýváme lipoproteiny) nebo také sacharidy (glykolipidy). Jednotícím elementem pro všechny skupiny je přítomnost mastných kyselin a alkoholů, které zapříčiňují právě nerozpustnost látek ve vodě. [5,6]

Lipidy mají v těle několik úkolů – slouží jako zdroj a rezervoár energie, mají strukturní funkci (např. tvoří biomembrány) a tvoří ochranu některých orgánů (ledviny). Triacylglyceroly představují hlavní energetickou rezervu, jejich mastné kyseliny jsou zdrojem energie pro buňku. Mastné kyseliny jsou základní součástí molekul všech lipidů. Proto se budeme v této kapitole převážně věnovat jim a jejich metabolismu [4,11].

Co se týká trávení, to probíhá pomocí lipáz ve velmi malém množství již ve slinách, dále však v žaludku a největší podíl má tenké střevo (konkrétněji duodenum a jejunum) za pomoci pankreatické šťávy. V těchto místech pak dochází k absorpci do krve [7,11].

3.4.1 Katabolismus mastných kyselin (β -oxidace)

Jak již bylo řečeno mastné kyseliny jsou hlavním zdrojem energie pro buňku. Jejich odbourávání v těle probíhá dějem zvaným β -oxidace, která se odehrává v mitochondriích. Tento děj se je stejný u molekul, které člověk získal z potravy, i u molekul, které si tělo čerpá ze svých zásob. Pomocí trávení (za pomoci enzymů zvaných lipázy) se štěpí jednotlivé molekuly lipidů právě na mastné kyseliny, které se podrobují oxidačním reakcím. Během odbourávání se uvolňuje značné množství energie, mnohem více, než je tomu u sacharidů a bílkovin [6,11].

β -oxidace je děj, při kterém se uhlíkový řetězec stále dokola zkracuje o 2 uhlíky, které se pak přeměňují na acetyl-CoA. K oxidaci dochází vždy na β -uhlíku (C3) acylu mastné kyseliny, proto se tento děj nazývá β -oxidací. Mastná kyselina, která obsahuje 16 uhlíků dá vzniku

8 molekulám acetyl-CoA. Vyšší mastné kyseliny mají vždy sudý počet uhlíků, takže nezůstává po dokončení degradace žádný zbytek [5,6,11].

Pro degradaci mastné kyseliny je nutným faktorem jejich aktivace. Ta probíhá v endoplazmatickém retikulu a na vnější membráně mitochondrie [4]. Jedná se o dvoufázový děj, kdy se v první fázi naváže HS-koenzym A a vzniká thioester. Po dodání energie ve formě ATP vzniká acyladenylát (acyl-AMP), druhou reakcí je pak výměna AMP za koenzym A za vzniku aktivovaného produktu acyl-S-CoA [6,11].

Dalším krokem β -oxidace je přestup aktivované mastné kyseliny do matrix mitochondrie. Mastné kyseliny s řetězcem delším než 12C však nejsou schopné se samostatně dostat přes vnitřní membránu. Pro tento případ zde slouží přenašeč zvaný karnitin. Ten člověk musí získávat z potravy (nejčastěji masitá a mléčná strava) [4,7].

Samotná oxidace se skládá ze 4 reakcí, z toho 2 jsou oxidační. Během všech reakcí je acylová skupina vázaná na koenzym A. Během reakce se uplatňují dvě dehydrogenázy (1. a 3. reakce), mezi nimi (tedy 2. v pořadí) jedna hydratáza a v poslední reakci dochází k thiolýze za pomoci thiolázy. Úkolem thiolázy je lýza vzniklého oxalacylu za přítomnosti HS-CoA za vzniku acetyl-CoA. Z molekuly mastné kyseliny tak vzniká řetězec o 2 uhlíky kratší. Další kolo pak probíhá na nově utvořeném řetězci stejným způsobem [4,5].

Energetický výtěžek celé reakce je vysoký. V první reakci se produkuje $FADH_2$, který ve finální fázi poskytne 2 molekuly ATP, v druhé reakci se vytváří $NADH + H^+$, který prostřednictvím dýchacího řetězce dá vzniku 3 ATP. Na jednu β -oxidaci tedy připadá 5 molekul ATP. Celkový zisk energie pak tedy závisí na délce původního řetězce mastné kyseliny, kdy z každého acetyl-CoA vzniká v citrátovém cyklu 12 ATP. Zisk je tedy poměrně vysoký, například u kyseliny palmitové se počet ATP rovná 130 [4,6,7].

Tímto způsobem však degradují pouze nasycené mastné kyseliny. V případě nenasycených (které obsahují dvojná vazby) se musí dvojná vazba upravit pomocí isomerázy, která převede trans vazbu na cis [5].

3.4.2 Syntéza mastných kyselin

Charakter většiny reakcí je při syntéze obrácený než při degradaci. Celý děj neprobíhá v matrix mitochondrie, jako tomu bylo u oxidace, ale probíhá v cytosolu. Rozdíly jsou nejvíce znatelné ve fázi thiolýzy. Thiolýza je poslední fází při degradaci mastných kyselin. Při opačném ději - syntéze je tato reakce nahrazena karboxylací acetyl-CoA na malonyl-CoA. Dalším rozdílem jsou jiné enzymy a při syntéze nejsou molekuly vázány na CoA, nýbrž je zde speciální bílkovina zvaná ACP (acyl carrier protein – neboli bílkovina nesoucí protein). Syntéza se obecně odehrává nejvíce v játrech, tukové tkáni, ledvinách, mozku, plicích a v mléčné žláze, u které je aktivována laktací (v případě těhotenství). Může však probíhat například i ve svalech [4,5,9].

Acetyl-CoA je koncovým produktem β -oxidace. Právě on je proto výchozí látkou pro syntézu. Pro přenos acetyl-CoA do cytosolu je nutná reakce s oxalacetátem za vzniku citrátu. Ten pak projde samotnou membránou. Důvodem je, že samotný acetyl-CoA nemůže prostoupit skrz vnitřní membránu mitochondrie. V cytosolu je pomocí lyázy přeměněn zpátky na acetyl-CoA [4,11].

Jak již bylo řečeno, úvodním krokem v syntéze je přeměna acetyl-CoA na malonyl-CoA pomocí karboxylace. Pomocí transacylázy se připojí ACP na acetyly a malonyly a dojde ke kondenzaci za vzniku acetoacetátu-ACP. $\text{NADPH} + \text{H}^+$ je zde zdrojem vodíků pro následnou hydrogenaci. Tímto způsobem vzniká řetězec o 2 uhlíky delší. V případě potřeby se reakce opakuje. Pro vytvoření dvojné vazby slouží enzym desaturáza [11].

3.4.3 Syntéza a degradace triacylglycerolů

K tomu, aby si tělo dokázalo udělat rezervu mastných kyselin je zapotřebí jejich přeměna na triacylglyceroly (TAG). Jejich syntéza probíhá nejčastěji v tukové tkáni a v játrech. K vytvoření je mimo mastných kyselin potřeba také glycerol. Glycerol musí být aktivován na formu glycerol-3-fosfát, aby se na něj mohly navázat acylové zbytky mastných kyselin. Glycerol-3-fosfát může vznikat při degradaci glukózy nebo právě degradací tuků. Glycerol-3-fosfát naváže nejprve 2 molekuly acyl-CoA za vzniku kyseliny fosfatidové. Ta se pak přemění na samotný triacylglycerol [4,9].

K degradaci triacylglycerolů dochází v procesu zvaném lipolýza (za pomoci enzymů ze skupiny lipáz). Lipolýzou se uvolňují jednotlivé mastné kyseliny a glycerol. Mastné kyseliny se pak převážně využívají k výživě tkání (mimo mozek) [6].

3.5 Metabolismus bílkovin

Bílkoviny jsou nenahraditelnou složkou lidského těla. Na rozdíl od lipidů a sacharidů netvoří bílkoviny v těle rezervy. Skládají se z peptidů, které lze dále rozdělit na jednotlivé aminokyseliny spojené peptidovou vazbou [4,5].

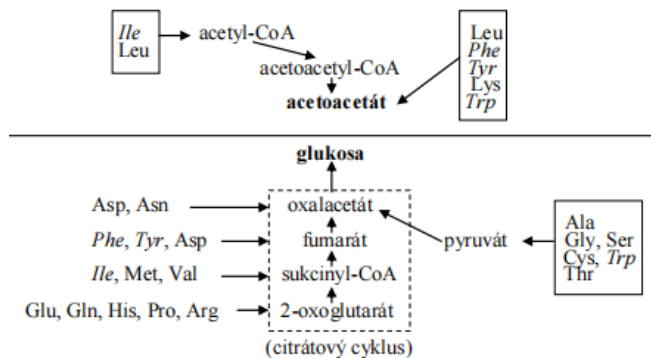
Po rozštěpení bílkovin (pomocí peptidáz) se jednotlivé aminokyseliny vstřebávají ve střevě. Stejně jako v předchozích případech ke štěpení napomáhá především žaludeční a pankretická šťáva. Krátké řetězce peptidů a samotné aminokyseliny pak vstupují do enterocytů. V případě peptidů zde dojde k úplnému rozštěpení na aminokyseliny. Z tohoto místa se vstřebávají do krve. Tělo pak dokáže aminokyseliny využívat k potřebným účelům. Buď je aminokyselina využita k syntetickým dějům za vzniku vlastních bílkovin, nebo jiných potřebných látek pro tělo (k tvorbě karnitinu, krevního barviva, hormonů atp.). Anebo je využita jako živina, tedy zdroj energie. Degradace molekul bílkovin však neprobíhá pouze u bílkovin přijímaných potravou. Stejně štěpení funguje i u bílkovin tělesných v případě nedostatku [4,6].

Aminokyseliny dělíme do dvou hlavních skupin. Na skupinu aminokyselin postradatelných (neesenciálních) – ty si lidské tělo dokáže syntetizovat samo. A na skupinu nepostradatelných aminokyselin (esenciálních) – ty je nutné přijmout pouze z externích zdrojů, tedy z potravy [5].

Lidské tělo obsahuje 21 aminokyselin. Do skupiny esenciálních patří valin, leucin, izoleucin, fenylalanin, tryptofan, lyzin, methionin a threonin. Do neesenciálních patří glycin, alanin, serin, arginin, aspargin, kyselina asparagová, cystein, glutamin a kyselina glutamová, prolin a tyrozin. Existují i aminokyseliny poloesenciální. Jedná se o aminokyseliny, které se syntetizují velmi pomalu, a proto je nutné v určitých případech (např. kojenecký věk) doplňovat právě pomocí potravy [6,7].

3.5.1 Metabolismus aminokyselin

Podle druhu aminokyseliny se dá jejich metabolismus rozdělit do dvou skupin. Na ketogenní aminokyseliny, které se degradují buď na acetoacetát nebo na acetyl-CoA. Případně ještě jiné meziprodukty citrátového cyklu. A na aminokyseliny glukogenní, ty se přeměňují na pyruvát, který se může dále přeměnit na glukózu, nebo vstoupit do citrátového cyklu [4,12]. Pro představu, jaká aminokyselina se degraduje na jaký produkt, slouží toto schéma (Obrázek 5):



Obrázek 5: Schéma degradace aminokyselin [4].

Jelikož každá aminokyselina podléhá trochu jiným degradačním procesům, popíšeme si zde obecný metabolismus, který zahrne úplně všechny. Prvním krokem v metabolismu je vždy odstranění aminoskupiny. Aminoskupina se uvolní jako amoniak, nebo se převede pomocí transaminace na α -oxokyselinu (za vzniku jiné nové aminokyseliny). Tohoto jevu je dosaženo pomocí aminotransferáz. V případě odstraňování aminové skupiny je potřeba reakce zvané oxidační deaminace. Při tomto ději se aminová skupina nepřenáší na oxokyselinu, ale uvolňuje se jako amoniak. Dalším krokem je pak dekarboxylace aminokyseliny. Touto reakcí vznikají aktivní aminy, zvané též biogenní aminy. Ty pak mohou sloužit pro syntézu mnohých důležitých sloučenin v těle. Příkladem může být noradrenalin, adrenalin, melatonin, serotonin, apod [4,7,12].

Amoniak je pro tělo (respektive pro jeho buňky) toxický, a proto je nutné ho odbourávat. Lidské tělo snese koncentraci NH_3 0,02-0,03mmol/l. V případě hodnot vyšších nastává největší problém pro mozkovou tkáň. V ideálních případech je hodnota amoniaku nulová. Člověk se s amoniakem vypořádává pomocí převodu na močovinu. K tomuto ději slouží takzvaný ureosyntetický cyklus (močovinový, též zvaný ornithinový cyklus). Jeho centrem jsou opět játra. V některých případech tento způsob však není dostatečně rychlý, proto se využívá i jiných způsobů detoxikace amoniaku. Příkladem může být převádění glutamátu (po navázání amoniaku) na glutamin [6,12].

4 Výživa ve fitness

Vyvážená strava je základem zdravého životního stylu. Toho se nemusí držet pouze sportovci, ale všeobecně všichni, kdo chtějí zachovat správnou funkci a efektivnost svého těla. Správná výživa je základním kamenem pro to, aby člověk dosáhl lepší výkonnosti a regenerace. Například v bodybuildingu se bez správné stravy neobejdeme, má obrovský vliv na budování svalové hmoty. Toho můžeme využívat právě i ve fitness, kde ale pouze svalová hmota nehraje hlavní roli, jde i o kondici, výkonnost a celkovou tělesnou zdatnost. I tady je ale strava základ [13,14].

Strava funguje jako palivo pro naše metabolické pochody, jak bylo již zmíněno v kapitole o metabolismu. Strava se skládá z makroživin, do kterých patří právě cukry, tuky a bílkoviny, které slouží jako zdroj energie. Další skupinou jsou mikroživiny, kam patří vitamíny, minerální látky a stopové prvky. Obě skupiny jsou pro naše tělo velmi důležité [13,14].

4.1 Energetická bilance

Energetická bilance je poměr mezi energií přijatou a energií vydanou. energii tělo získává z bílkovin tuků a cukrů přijatých právě potravou, ale v případě hladu může tělo sáhnout i do svých rezerv v podobě glykogenu, tělesného tuku, nebo případně i svalové hmoty. Pokud člověk chce hubnout, musí si nastavit příjem tak, aby byl nižší než výdej. Pokud nabírat, tak je tomu naopak. Z dlouhodobého hlediska je ideální vyvážený stav, kdy výdej pokryje příjem [13,14].

Celkovou hodnotu energetického příjmu bude tvořit bazální metabolismus a fyzická aktivita – to se týká všech činností během dne. Fyzická aktivita je velmi variabilní, je proto těžké pro ni nastavit nějakou hodnotu, jelikož se každý den může měnit. Je proto vhodné nastavit průměr, nebo si ho experimentálně určit za pomoci pravidelného sledování tělesné hmotnosti. V případě ustálené hmotnosti je v rovnováze i příjem a výdej [13,14].

Hodnota příjmu a výdeje se udává v jednotkách kilojoule (kJ) nebo v jednotkách kilokalorie (kcal). Na jednu kcal připadá 4,185 kJ. V této práci se bude používat jednotka kcal, která je běžnější [13].

V případě hubnutí potřebujeme dosáhnout stavu, kdy energetický příjem bude nižší, než je výdej. Díky tomuto poměru docílíme snížení hmotnosti. Tomuto stavu se říká kalorický deficit. Tělu se ale obecně snižování tělesné hmotnosti a kalorický deficit nelíbí, jelikož hladoví. To se pak projeví na snížené imunitě, ztrátě motivace a schopnosti vykonávat s lehkostí běžné činnosti během dne, také se často objevuje zhoršený spánek a horší psychický stav – ten se projeví například podrážděností. Nastavení vhodného kalorického deficitu se velmi různí, nejčastěji se však doporučuje deficit 300-600 kcal. To nám zajistí pomalý ale konstantní úbytek na váze – přibližně 0,5kg tělesného tuku za týden. Tato hodnota není příliš přesná, jedná se pouze o odhad, ze začátku hubnutí může být spád rychlejší, ale je to dáno hlavně vodou, která se v těle drží. Zanedlouho by se však úbytek měl ustálit. Při větším deficitu by snižování hmotnosti bylo sice rychlejší, ale zhoršovaly by se výše zmíněné symptomy a tělo by nesahalo pouze do tukové tkáně (která je většinou cílem), ale například i do svalové tkáně. Obecně je dobré v tomto stavu nesetrvávat dlouho a udržovat tak příjem a výdej v rovnováze [15,16, 17].

V opačném případě, kdy nastavíme energetický příjem vyšší, než je výdej, budeme přibírat na váze. Tento stav nazýváme jako pozitivní energetická bilance, někdy také jako kalorický surplus. Opět je zde důležité, aby kalorický surplus nebyl příliš velký, aby se veškerá energie nepřeměňovala v tukovou tkáň, což je z dlouhodobého hlediska rizikový faktor pro vznik různých civilizačních onemocnění, například obezity a onemocnění s ní spojených. O této problematice však bude řeč v jiné kapitole [16,17].

4.2 Bazální metabolismus a jeho měření

Důležitým faktorem, který nám bude tvořit odrazový můstek pro správně nastavený energetický příjem, je bazální metabolismus. Bazální metabolismus je vlastně množství energie, které tělo potřebuje pro udržení životních funkcí a tělesné teploty. Jedná se ale o stav v klidu. Jakákoliv další aktivita zvyšuje energetický výdej – svalová práce, trávení, zvýšená srdeční činnost atp. Jeho hodnota je závislá na výšce, hmotnosti, věku a pohlaví [13,16,18].

Pro jeho výpočet můžeme například využít rovnici Harrise-Benedicta:

Pro muže (kcal/den) = $66,5 + (13,8 + \text{hmotost v kg}) + (5x \text{ výška v cm}) - (6,8x \text{ věk v rocích})$

Pro ženy (kcal/den) = $655 + (9,6x + \text{hmotost v kg}) + (1,8x \text{ výška v cm}) - (4,7x \text{ věk v rocích})$
[13,18]

4.3 Energetická bilance jednotlivých makroživin a jejich ideální poměr v potravě

Doporučený poměr živin je přibližně 55-75 % sacharidů, 15-30 % tuků a 10-15 % bílkovin. Nároky organismu jsou však pro každého odlišné. Hlavní roli zde hraje životní styl jedince, množství pohybu, tělesná stavba, aj. Proto je tento poměr pouze orientační, i pro samotného sportovce se poměr může měnit na základě mnoha faktorů – druh a počet tréninků, cíle aj. Například u vytrvalostních sportovců se může poměr značně lišit, ideální poměr v tomto případě je 70 % sacharidů, 20 % tuků a 10 % bílkovin [17,19].

Energetická bilance bílkovin a sacharidů je 4 kcal na 1 gram. V případě bílkovin je jejich minimální příjem 0,8 g na 1 kilogram tělesné hmotnosti. Zpravidla se ale uvádí, že pro zdraví je ideální udržovat příjem na 1,2 – 1,7g/ 1 kg. V některých případech – v případě kalorického deficitu, či velkého svalového vypětí se doporučuje dávka až 2-2,5 g/ kg. Je to z důvodu ochrany a růstu svalstva během deficitu. Jejich výhodou je sytost, oproti sacharidům zasytí opravdu na dlouhou dobu, člověk tedy nemá hned hlad. Z těchto důvodů je dobré v dietě navýšit příjem bílkovin. Není shodný názor na to, jak velký příjem bílkovin je ještě zdraví prospěšný. Názory se různí, ale studie naznačují, že do 3 g/ kg nebyly zaznamenány žádné nežádoucí účinky, kromě toho, že v některých případech došlo k lehce projímavým účinkům [13, 20].

Sacharidy jsou nejrychlejším zdrojem energie pro tělo. Jejich doporučený příjem je minimálně 5-7 g na kilogram váhy. V případě vyšší fyzické aktivity i 7-10 g/ kg. V případě vyšší úrovně zátěže je možné konzumovat i více. Sacharidy jsou využívány jako živina i v případě anaerobního metabolismu, což právě napomáhá vytrvalostním sportovcům. Dalším důležitým parametrem sacharidů je glykemický index. Je definován jako rychlost trávení sacharidů a jejich vstřebávání do krve, ovlivňuje se tak hladina glukózy v krvi – glykémie. Čím nižší index, tím se sacharidy dostávají do krve pomaleji, a naopak čím vyšší index, tím rychlejší je jejich vstřebávání. Obecně je lepší se vyvarovat jednoduchým sacharidům s vyšším glykemickým indexem a místo toho je nahradit polysacharidy, které mají index nižší. Toho se využívá i při dietách, protože při pomalejším trávení má člověk delší dobu pocit sytosti. Naopak takzvané „rychlé cukry“ v podobě jednoduchých cukrů se dají využít v případě potřeby rychlého

doplnění sacharidů v krvi, například při vytrvalostním běhu. Obecně se však doporučuje stravu zakládat na cukrech komplexních – polysacharidech. [13, 14, 21].

Tuky jsou největší zásobárnou energie, na 1 g připadá 9,3 kcal. Doporučený příjem tuku ve stravě je přibližně 1-1,2 g na kg hmotnosti denně. V populaci je rozšířen velmi negativní postoj vůči tukům. Lidé si ho častou spojují s podkožním tukem a snaží se mu tedy vyhnout i ve stravě. Tuky mají však v lidském těle nezastupitelnou roli. Fungují nejenom jako velmi hodnotná živina, jsou důležité i pro vstřebávání mikronutrientů, jako jsou třeba vitamíny rozpustné v tucích (vit. A, D, E, K). Z těchto důvodů bychom měli udržet procento zastoupení tuků ve stravě aspoň na 20 %. Je však pravdou, že při vyšší konzumaci tuků se až 95 % nadbytečné energie uloží v zásobní formě jakožto podkožní tuk. Bohužel i ostatní makroživiny – bílkoviny a sacharidy – se můžou při nadbytečném množství ukládat ve formě tuku. Nehledě na fakt, že můžou způsobit i jiné problémy – kardiovaskulární onemocnění, či obezitu, které s sebou nesou další rizika. Je proto důležité držet balanc všech makroživin a držet si energetickou příjem a výdej v rovnováze, abychom předešli zbytečnému ukládání nežádoucího tuku [13,17].

4.4 Zdroje bílkovin, tuků a cukrů

Jak již bylo řečeno, pro správné fungování těla je důležité, aby bylo správně vyživováno. Proto je třeba dbát na kvalitní zdroje všech makronutrientů (včetně mikronutrientů – zde se budu zabývat však pouze zdroji bílkovin, tuků a cukrů) Proto bych rád uvedl nejlepší dostupné potraviny, které se vyznačují tím, že mají vysoké množství nějakého makronutrientu. Neznamená to však, že člověk musí nutně jíst pouze tyto, aby dosáhl svých cílů. Jedná se jen o pár příkladů kvalitních zdrojů, ale existují určitě i další, které zde zmíněny třeba nebudou [14].

Pro bílkoviny obecně platí, že jejich nejlepší zdroj je maso. Pro zajímavost zde budou uvedeny i hodnoty bílkovin v gramech na 100 g potraviny. Maso obsahuje veškeré spektrum aminokyselin, které jsou důležité pro svalový růst a regeneraci. Každé maso se složením trochu liší. Kuřecí maso obsahuje na 100 g přibližně 20 g bílkovin, krůtí například 21 g/ 100 g masa. Hovězí průměrně 30 g bílkovin na 100 g porci. Maso však není jediný zdroj bílkovin, z mléčných výrobků není špatnou variantou například tvaroh (18 g bílkovin/ 100 g), bílý jogurt (13 g bílkovin/ 100 g), běžně prodávaný Eidam 30 % (27 g bílkovin/ 100 g) a jiné druhy sýrů. U těch je však nutné myslet i na vysoký obsah tuku. Ten není nutně škodlivý, ale je energeticky

velmi bohatý a zvyšuje tak velmi razantně energetický příjem. Velmi oblíbeným zdrojem bílkovin jsou pak vajíčka, která obsahují 6 g bílkovin na jeden kus – 50 g (12 g bílkovin/ 100 g). Jako rostlinné zdroje se doporučuje konzumovat obiloviny – oves (13 g bílkovin/ 100 g) a žito (11 g bílkovin/ 100 g), dále kukuřice (9 g bílkovin/ 100 g), rýže (8 g bílkovin/100 g) atd. Zde je však třeba myslet na to, že tyto potraviny obsahují velké množství sacharidů. Dalšími zdroji jsou pak sója (35 g bílkovin/ 100 g), čočka 25 g bílkovin/ 100 g), fazole (20 g bílkovin/ 100 g) nebo hrách (23 g bílkovin/ 100 g) [13, 22].

Jako zdroje sacharidů je vhodné využít zdroje s komplexními sacharidy, jak již bylo zmíněno výše. Primárně z nich by se měl skládat náš denní příjem sacharidů. Jako ideálním zdrojem se jeví zejména rýže, brambory, ovesné vločky nebo těstoviny. Mezi dobré zdroje jednoduchých cukrů patří ovoce, zelenina a luštěniny [13,22,23].

Jako zdroje kvalitních tuků se uvádí opět vejce (v tomto případě primárně žloutek), mléčné výrobky a dále i maso, které je nejen bohaté na kvalitní bílkoviny, ale i tuky. Dalšími zdroji mohou být ořechy, rostlinné oleje (nejlépe kokosový nebo olivový). Zajímavým zdrojem může být i avokádo nebo olivy [13,22,23].

4.5 Důležitost mikroživin v potravě

Velmi důležitou složkou stravy jsou mikroživiny. Jedná se o látky, které jsou nepostradatelné pro naše tělo. Jsou to vitamíny, minerální látky a stopové prvky. Každá látka či prvek má svoji nezastupitelnou roli ve fungování organismu. Proto je velmi důležité, abychom je přijímali ve správném a vyváženém množství. Obecně se dá říci, že každá složka je důležitá pro správnou funkci těla, a tak i pro kvalitní sportovní výkon. Těchto látek je celá řada, v této kapitole se zamíříme na látky, které jsou nejvíce významné právě pro fitness [13,14].

4.5.1 Nejdůležitější vitamíny z hlediska fitness

Mezi nejdůležitější vitamíny ve výživě fitness se řadí vitamín B12 (neboli kobalamin) a vitamín B9 (kyselina listová). Vitamín B12 má v lidském organismu několik funkcí. Podílí se na správném vývoji krevních řad, na vývoji centrální nervové soustavy a tvorbě DNA. Mimo jiné má řadu metabolických funkcí. Při jeho nedostatku se může rozvinout megaloblastová anémie, zvýšená dušnost a neurologické potíže. Při fitness je pak důležité zjištění, že při sníženém množství B12 ve stravě dochází k snížení svalového výkonu. Nebylo však doposud dokázáno,

že má zvýšený přísun B12 přímý vliv na navýšení tohoto výkonu. Jako doporučená denní dávka se udávají 3 µg [17,24,25].

Kyselina listová má také řadu funkcí. Řadí se mezi ně hlavně tvorba erytrocytů a syntéza nukleových kyselin. Její deficit je vnímán podobně jako deficit B12. Také se může projevit anémií, dušností, neurologickými potížemi, ale například i zvýšeným rizikem pro kardiovaskulární onemocnění. Ve fitness se užívá hlavně pro předpokládanou podporu dělení svalových buněk. Doporučená denní dávka je 150-400 µg. Obecně se dá říci, že všechny vitamíny řady B pomáhají udržet svalovou vytrvalost. [17, 26]

Mezi další významné vitamíny, které ovlivňují náš výkon řadíme vitamín C, vitamín A a vitamín E. Všechny zmíněné mají silné antioxidační účinky a velmi pozitivní vliv na naši imunitu. Díky jejich antioxidačním účinkům se jim daří omezovat tvorbu volných kyslíkových radikálů a účinně tak chránit buňky před poškozením. Pro fitness se toho se využívá právě pro ochranu hlavně buněk svalových. Při vyvážené stravě však není o tyto vitamíny nouze, jelikož je příjem dostatečný už z potravy. V případě diet nebo vysokého sportovního výkonu by bylo vhodné tyto vitamíny doplňovat více, například ve formě tabletové suplementace. [13, 14, 17].

4.5.2 Nejdůležitější minerály a stopové prvky z hlediska fitness

Mezi minerální látky důležité pro svalovou regeneraci, výkonnost a ovlivnění energetického metabolismu patří zejména tyto 3 minerály: železo, magnesium (neboli hořčík) a zinek [13].

Železo je pro sportovce velmi důležité. Jeho hlavní funkcí je tvorba hemoglobinu, který přenáší kyslík v těle, a tvorba myoglobinu, který přináší kyslík ke svalovým buňkám. Také je velmi důležité pro udržení acidobazické rovnováhy v našem těle. Není tedy divu, že sportovec má zvýšené požadavky na příjem železa, jelikož jeho nedostatek může silně ovlivňovat výkon. Pozor by si hlavně měly dávat mladé sportovkyně, které kvůli zvýšenému tělesnému výkonu v kombinaci s menstruačním cyklem mohou trpět nedostatkem železa. V tomto případě, nebo obecně v případě velkého tělesného výkonu, se doporučuje železo suplementovat [14, 17, 27].

Hořčík je kofaktorem několika metabolických reakcí (např. glykolýza, beta-oxidace lipidů, proteosyntéza,...), dále se také účastní srážení krve. Důležitý je také pro správnou regeneraci a relaxaci svalů. Stejně jako u vitamínů zde platí, že jeho zvýšený příjem nijak pozitivně neovlivní náš výkon. Pár studií se touto tematikou již zabývalo, ale doposud nebyl dokázán přímý vliv zvýšeného příjmu hořčíku na sportovní výkon. Ale jeho nedostatek vede ke snížení

svalové výkonnosti a křečím. Mimo jiné bylo dokázáno, že pro správné působení hořčíku v organismu je velmi důležitý i pitný režim. Dostatečná hydratace je pro něj zcela klíčová. O důležitosti pitného režimu obecně se budu zmiňovat později [17, 28].

Zinek je základní složkou pro mnoho enzymů, které pak jsou zodpovědné za syntézu nukleových kyselin, replikaci buněk a jejich vývoj (diferenciaci), dále pak za proteosyntézu a správné využití glukózy. Má také vliv na tvorbu inzulínu a dalších hormonů. Jeho nedostatek může negativně ovlivnit mimo jiné i tvorbu a regeneraci svalové tkáně, čehož se chceme z hlediska fitness určitě vyvarovat. Jeho nadbytek také nijak nedokáže sportovní výkon zlepšit – nebo to zatím nebylo dokázáno, proto se chceme vyvarovat pouze jeho nedostatku [13,29].

Velmi důležitou roli ve výkonu hraje i vápník. Je to nejvíce zastoupený minerál v našem organismu. Důležitý je nejenom pro stavbu kostí, ale hraje významnou roli i při růstu svalů, při svalové kontrakci a pro transport nervového vzruchu. Takto funguje společně s fosforem. Při sedavém způsobu života může docházet k demineralizaci kostí, a tak k jejich větší lámavosti [13,14,17].

Jako posledního zástupce minerálů zmíním draslík. Jedná se o nitrobuněčný kationt, který ovlivňuje činnost srdce, svalů a nervového systému. Obecně není s příjmem draslíku příliš velký problém, ale při zvýšeném pocení společně s nedostatečným doplňováním tekutin, což způsobí dehydrataci, se deficit razantně podepíše na sportovním výkonu. Dojde pak k vyčerpání energie a křečím, právě kvůli nedostatku draslíku [13,17].

4.6 Vliv pitného režimu

V krátkosti zde zmíním kapitolu věnující se správnému pitnému režimu. Voda je vůbec nejdůležitější živinou pro naše tělo. Ačkoliv je její energetická hodnota nulová, má nepostradatelný vliv na náš organismus. Dostatečná hladina vody v těle silně ovlivňuje náš sportovní výkon. Lidské tělo je tvořeno přibližně z 60-65 % vodou a tuto hladinu je třeba udržovat. Při sportovním výkonu, ale i při jakékoliv jiné aktivitě dochází ke ztrátám vody v organismu, a tak k jeho dehydrataci. Tomuto stavu se chceme vyhnout, a proto se snažíme o pravidelný přísun tekutin. Při dehydrataci dochází ke koncentraci metabolitů v naší krvi, což vede ke snížení sportovního výkonu. To se podepíše nejdříve rychlejší únavou, zhoršenou náladou, horšími kognitivními funkcemi a v neposlední řadě horší regenerací. V případě vyššího stupně dehydratace dochází k bolesti hlavy, zácpě a je zde riziko vyšší tvorby žlučových

a ledvinových kamenů. Doporučený příjem tekutin se nejčastěji pohybuje okolo 2,5-4 l za den. Ke ztrátám v organismu dochází primárně močí, dále pocením, přirozeně kůží a dýcháním. Nejvyšší pozornost je třeba věnovat právě pocení, které může být v případě dlouhé fyzické aktivity enormní. Proto je potřeba dbát při sportovním výkonu na doplňování tekutin, abychom zachovali správnou hladinu v těle a zachovali tak konstantní výkon a zamezili přehřátí organismu. S pocením však odchází těla i minerály, které by se měly též doplnit. K tomu nám můžou posloužit takzvané iontové nápoje [14,17,30].

4.7 Suplementy a jejich nejčastější zástupci na trhu

Často jsou lidmi suplementy odsuzovány z důvodu, že jde o zakázané látky – doping. Proto bych úvodem rád osvětlil, co to suplement vůbec je. Supplement je doplněk výživy. Je důležité nepřehlédnout slovo doplněk, jelikož by suplementy v žádném případě neměly stát ve stravě na prvním místě. Prvním krokem k úspěchu je vyvážená správná strava a až potom má smysl nějakou složku potravy doplňovat pomocí suplementů. Vždy je důležité abychom správně nastavili energetickou bilanci (která jak již víme může být pozitivní, negativní, nebo vyrovnaná), přijímat dostatečný a správný poměr makroživin a mikroživin, dále dostatečně tělo hydratovat a až teprve tehdy má smysl uvažovat o nějaké suplementaci. Jedná se o látky, které jsou běžně dostupné v potravě. Některé z nich však v malých množstvích, proto je v případě potřeby snazší i finančně výhodnější doplnit látku ve formě suplementu než sníst enormní množství nějaké potraviny. Efekt látky na organismus by však měl být stejný ať už se jedná o příjem dané látky potravou, nebo je získána ve formě suplementu. Díky nim můžeme částečně zvýšit výkon a regeneraci. Není však moudré je považovat za něco bezpodmínečně důležitého a potřebného. Na trhu ovšem existuje mnoho druhů doplňků, které slibují různé efekty. Často se jedná pouze o komerčně prodávané produkty, které však na náš organismus nemají žádný vliv. Když tedy nepočítáme placebo efekt. V následující kapitole zde rozeberu pár nejznámějších běžně užívaných suplementů, které se objevují na trhu. Zmíním zde jejich efektivnost a zda se vyplatí je do jídelníčku zařadit, či nikoliv [13].

Proteiny

Mezi nejběžnější a nejpoužívanější suplementy vůbec patří proteinové přípravky. Využívá je drtivá většina sportovců, hlavně tedy sportovci siloví. V posledních letech však obliba vzrostla i u širší veřejnosti obecně. Existuje mnoho druhů těchto přípravků, proto si opravdu každý může najít to, co mu bude vyhovovat. Nejčastěji se jedná o proteinový prášek, proteinové tyčky, nebo nějaký druh předpřipraveného proteinového nápoje. Mezi zdroje těchto bílkovin se řadí hlavně syrovátka, vaječný bílek či kasein. Sirovátka a kasein jsou primárně získávány při výrobě mléka. Proteiny však mohou být vyráběny i z rostlinných zdrojů, jako je například hrášek, fazole, konopí, pohanka či sója. Mezi sportovci je však nejvíce využíván právě syrovátkový protein. Metod zpracování je také spousta. Nejlepší se dosud jeví metoda CFM – neboli Cross flow microfiltration. Tyto proteiny by měly být ze všech nejkvalitnější. Tato metoda umožňuje zachovat přirozenou biologickou hodnotu na vysoké úrovni. Během výroby také dochází k odfiltrování většiny tuku a laktózy, takže finální produkt obsahuje z 90 % čistý snadno vstřebatelný protein [13, 31].

Mezi hlavní benefity, které tento přípravek přináší, patří to, že obsahuje lehkou vstřebatelnou dostupnou bílkovinu jakožto výživu pro tělo, podporuje růst svalové hmoty a regeneraci. Jedná se však pořád pouze o bílkovinu, která by byla běžně dostupná i ve stravě. Ovšem tato varianta je jednodušší a zároveň finančně únosnější. Je třeba dbát na to, aby ostatní bílkoviny byly primárně přijímány z kvalitní stravy a pouze v případě potřeby doplnění nějaké zbylé bílkoviny, sáhnout k této možnosti. Proteinové přípravky tedy nejsou nutností, ale pouze nám ulehčují přijímat dostatečné denní množství bílkovin, které tělo potřebuje [13].

Gainer

Podobným zástupcem jako jsou proteiny je takzvaný gainer. Gainer je směs lehce vstřebatelných rychlých cukrů a rychle vstřebatelných bílkovin (nejčastěji s obsahem 20-35 % bílkovin) Stejně jako u proteinů se jedná pouze o rychlé nahrazení normální stravy. Výhodou gaineru je, že obsahuje poměrně dost kcal, což může pomoci jedincům, kterým dělá problém pozřít dané množství denních kcal. Mimoto nemají nějaký prokazatelný pozitivní vliv, jedná se tedy pouze o rychlý zdroj kvalitních živin [13].

Kreatin

Asi nejvíce prozkoumaným suplementem vůbec je právě kreatin. O jeho funkčnosti a efektivnosti najdeme řadu studií. Jedná se o endogenní molekulu nacházející se běžně v potravě. Kreatin můžeme najít v hovězím, vepřovém mase a rybím mase. Jeho obsah v něm je však velmi malý, průměrně přibližně 5-10 g na 1 kg masa. Proto sportovci sahají často k jeho suplementaci ve formě krystalického izolovaného prášku, který se rozpouští ve vodě. Nejčastěji je využíván jeho monohydrát. Kreatin se přirozeně nachází ve svalových buňkách, kde funguje nepřímo jako zdroj energie. Jeho hlavním účinkem je stimulace výkonu a nárůst svalové hmoty. Nejčastěji je využíván pro zlepšení dynamických a silových dovedností sportovce [31, 32].

Hlavním důvodem pro suplementaci je zvýšení hladiny fosfokreatinu ve svalech, včetně zvýšení hladiny volného kreatinu v krvi. Kreatin udržuje intracelulární hladiny ATP v kosterním svalstvu. ATP se v těle regeneruje pomocí fosfo-kreatinového systému, kde kreatin předá svojí fosfátovou skupinu molekule ADP za vytvoření ATP. Díky tomuto procesu kreatin účinně pomáhá doplnit ATP a omezit tak vyčerpání energie při rychlém svalovém pohybu. V případě, že je sval v klidu, daruje ATP fosfátovou skupinu kreatinu, který se pak uloží ve formě kreatinfosfátu ve svalech jako zásobárna energie pro budoucí svalovou práci. Tato zásobárna fosfokreatinu ve svalech však vydrží dodávat energii přibližně 10-30 s při intenzivním výkonu. Proto je kreatin využíván hlavně u dynamicky zaměřených sportovců – jako jsou sprinteři, skokani, a jiní. Své fanoušky si kreatin našel i ve fitness scéně, kde pomáhá lidem zlepšovat silové výkony. V jedné ze studií se zkoumal vliv kreatinu na výkon po dobu 4 týdnů u 30 sportovců (konkrétně sportovci věnující se basketbalu, baseballu a tchoukballu). Cílem bylo zhodnotit účinky 4 týdenního komplexního tréninku se suplementací kreatinu a tím potvrdit jeho vliv na zlepšení výkonu sportovce. Sportovci byli rozděleni do dvou skupin. První skupina suplementovala prvních 6 dní 20 g kreatinu denně, poté po zbytek studie suplementovala pouze 2 g/denně (suplementace kreatinu většinou probíhá v podobných cyklech). Druhá skupina byla vystavena pouze placebo efektu. Předmětem zkoumání bylo složení těla, dřep na jedno opakování (maximální síla), sprint na 30 m a skok do výšky. Subjekty trénovaly 3x týdně dřep 6 sérií po 5 opakováních a vertikální výskoky po 8 opakováních. Po prvních 6 dnech suplementace byla testována maximální síla na jedno opakování v polovičním dřepu. Po skončení 4 týdenního cyklu byly měřeny opět výkony ve sprintu, skoku a maximálním

polovičním dřepu, včetně složení těla. Po skončení cyklu bylo významné zvýšení silového výkonu na jedno opakování v polovičním dřepu u obou skupin. Ovšem u skupiny s kreatinem bylo toto zlepšení podstatně vyšší. Stejně tak tomu bylo i u sprintu a skoku do výšky. Jiná studie například ukázala zlepšení bench pressu po suplementaci kreatinem o 5,3 % [32, 33].

Další výhodou kreatinu je jeho pozitivní vliv na růst svalové hmoty a oddálení svalového vyčerpání. Nárůst svalové hmoty je z větší části považován za výsledek zvýšeného množství intracelulární vody související s osmotickými vlastnostmi kreatinu. Svalová hmota se tedy jeví opticky větší a plnější. Zvýšené zavodnění buněk má ale vliv přímo i na syntézu bílkovin - tedy zmnožení svalových buněk (nárůst svalové hmoty) [32].

BCAA (Branched Chain amino acids)

BCAA jsou jedny z nejvíce kontroverzních doplňků výživy na trhu vůbec. O jejich účincích se diskutuje už roky. Aminokyseliny s rozvětveným řetězcem, zkráceně BCAA, jsou skupinou tří aminokyselin. Konkrétně mezi ně patří leucin, valin a izoleucin. Tyto aminokyseliny tvoří téměř 35 % esenciálních aminokyselin ve svazech. Mezi jejich údajné účinky po suplementaci patří zejména zvýšená proteosyntéza, rychlejší regenerace, ochrana svalové hmoty, zvýšení výkonu a menší únava po pohybové aktivitě [13,34].

Tyto 3 aminokyseliny jsou zodpovědné za syntézu proteinů v kosterním svalstvu. Během fyzické aktivity dochází ke zvýšené oxidaci BCAA, to přispívá ke zvýšení energetického metabolismu během aktivity. To znamená, že BCAA při jeho katabolismu slouží jako zdroj energie. Nachází se zde pak vyšší hladina enzymu BCKDC, který štěpí aminokyseliny právě s rozvětveným řetězcem. To způsobuje ubytěk těchto tří aminokyselin ve svalové tkáni. Za určitých podmínek se nám díky suplementaci tedy může účinně dařit svalovou hmotu chránit. Zvýšená proteosyntéza plyne hlavně z faktu, že leucin je klíčový regulátor při syntéze svalových proteinů. Ovšem tato informace není dostatečný důvod pro to, aby bylo nutností suplementovat BCAA (v tomto případě by se dalo uvažovat i o samotné suplementaci izolovaného leucinu). Vliv suplementace je nulový, jelikož dostatečné množství BCAA, případně leucinu je člověk schopen přijmout pomocí stravy a další doplňování není potřeba. [34,345].

Bolest svalů je způsobena poškozením svalů během cvičení. Bylo potvrzeno, že díky suplementaci BCAA může dojít ke snížení této bolesti. Co se týče potlačení únavy při tréninku, nebo po něm, nejsou tyto účinky dostatečně potvrzené. [34,36].

Obecně je vliv BCAA trochu přeceňovaný. Udává se, že v případě normální stravy není potřeba BCAA nijak zvlášť doplňovat. Ze suplementace by mohl být prokazatelně pozitivní vliv pouze v případě, že daný jedinec konzumuje malé množství bílkovin (přibližně 1 g/ kg), nebo se jedná o rekonvalescenci z nějakého úrazu, zranění, nebo operace. Pozitivní vliv pak může být ještě při extrémně dlouhé zátěži trvající více jak 2 h. V tomto případě opravdu může dojít k ochraně svalstva, aby jej tělo nezačalo rozkládat [13,34].

Glutamin

Další aminokyselinou, která je oblíbená mezi sportovci ve formě suplementu, je glutamin. Jedná se o neesenciální aminokyselinu (tělo si jí dokáže tedy tvořit samo), která je nejzastoupenější ze všech aminokyselin ve svalové hmotě. Ve sportovní výživě se primárně využívá jako antikatabolikum, tedy chrání před rozkladem svalové hmoty. Dalším účinkem glutaminu je hydratace svalových buněk, působí tedy podobně jako již zmíněný kreatin. Glutamin je v těle důležitý v různých biologických procesech, dále je regulátor kyselosti a zásaditosti a je součástí glukoneogeneze. Při suplementaci dochází ke snížení vlastní produkce glutaminu, což pomáhá šetřit v těle ostatní aminokyseliny, jako je například leucin. Mimo jiné se užívá také pro podporu imunitního systému a správnou funkci střev. Buňky imunitního systému a enterocyty (buňky střev) totiž využívají glutamin jako hlavní zdroj energie. Při přetrénování dochází ke snižování hladiny glutaminu v plazmě a tím se oslabuje i imunitní systém. Právě suplementace může tomuto jevu dosti napomáhat. Ovšem bylo dokázáno, že ne všichni sportovci trpí nedostatkem glutaminu, takže jeho suplementace na ně nemá výrazný vliv [13,37].

V posledních letech bylo zjištěno, že glutamin pomáhá i proti únavě během cvičení. Díky zvýšené hladině glutaminu v krvi dochází ke zlepšení fyzické výkonnosti. Jeho účinky však nejsou až tak razantní, ale určitý vliv zde prokázán byl. Určitý vliv může mít i na regeneraci, kdy má zeslabovat markery svalového přetížení. Tato část ale nebyla dostatečně prokázána, a proto se o jeho vlivu pouze spekuluje [38].

Citrulin

Jedná se rovněž o aminokyselinu neesenciální. Běžně jsou na trhu dostupné 2 formy citrulinu, kde každý z nich má malinko jinou funkci. Jedna z nich je L-citrulin. Jedná se o aminokyselinu, která je běžně dostupná v těle savců, není však proteingenní. Tělo si dokáže L-citrulin vytvořit samo buď cestou, kdy se přemění arginin právě na citrulin. Jako vedlejší produkt zde vzniká oxid dusnatý. Citrulin může být přeměněn zpět na arginin v ledvinách za pomoci argininosukcinátu, což zvyšuje hladinu argininu v krvi, více než kdyby se samotný arginin přímo suplementoval. Druhá cesta vzniku citrulinu v těle je z dusíku, který vzniká při metabolismu glutaminu. Oxid dusnatý pak má vazodilatační účinky na cévy a zvyšuje se tak průtok krve, díky tomu se do svalů, srdce a mozku dostane více živin a kyslíku. Druhou jeho výhodou je odstraňování amoniaku a kyseliny mléčné, která vzniká během aktivity. L-citrulin je totiž nezbytnou součástí močovinového cyklu probíhajícího játrech. Dochází zde k eliminaci amoniaku ve formě močoviny. Postupné odbourávání amoniaku má za následek oddálení svalové únavy. Díky tomu všemu může například sportovec udržovat konstantní výkon po delší dobu [13, 38].

Druhá forma citrulinu je citrulin malát. Rozdíl zde tvoří kyselina jablečná, jinými slovy malát, která je součástí citrátového cyklu. Produkuje tedy energii. Po zvýšení koncentrace malátu v krvi dochází k tvorbě energie, což pomáhá zlepšit výkon [39].

L-karnitin

L-karnitin má v těle funkci v metabolismu mastných kyselin. Přenáší mastné kyseliny z cytosolu buněk do matrix mitochondrií, kde dochází k jejich odbourávání za pomoci oxidace a vzniká zde energie. Lidské svalstvo obsahuje vysoké množství karnitinu. Ten slouží jako energie pro svalový metabolismus, zejména při fyzické zátěži. Zdá se však, že při intenzivnějším cvičení je oxidace mastných kyselin potlačena vzhledem k malému množství volného L-karnitinu. Což by nám mohlo naznačit, že suplementace L-karnitinu by tento stav mohla zvrátit. A díky vzniklé energii tak i zlepšit náš výkon. Přímý vliv suplementace L-karnitinu na náš výkon však nebyl doposud dokázán. Proto je suplementace karnitinu velmi spekulativní a nejsou zde přímé důkazy o tom, že by suplementace měla pro sportovce smysl [40,41].

Vitamíny a minerály

Suplementace vitamínů a minerálů má asi největší smysl z výše zmíněných produktů. Jejich nedostatek může silně ovlivnit náš výkon. Jak již bylo zmíněno v kapitole o mikroživinách, jejich nadbytek sice pozitivní vliv na výkon nemá, ale určitě se chceme vyvarovat jejich nedostatku. Což může hrozit zejména při špatně nastaveném jídelníčku, nebo velkém fyzickém vypětí bez vhodného doplňování. Suplementace nám tedy může do značné míry pomoci udržet konstantní výkon [13,17].

5 Zdravotní výhody fitness

V současné době chtě nechtě převládá sedavý způsob života a celkově nesprávná životospráva. Pomalu se upouští od fyzicky namáhavých prací a činností, které se člověk snaží postupem více a více zjednodušovat, aby nemusel fyzicky odvádět danou činnost přímo on. Tento způsob života však má mnoho úskalí. Postupně dochází ke snižování výkonnosti organismu, častěji než kdy dříve se objevují ve společnosti psychické potíže. Více a více se rozvíjejí civilizační choroby, jako jsou obezita, kardiovaskulární onemocnění, vysoký krevní tlak, ateroskleróza, infarkt, cukrovka a jiné. Proti těmto všem aspektům lze účinně bojovat pomocí správně nastaveného životního stylu, který slouží jako prevence vůči většině výše zmíněným aspektům. Fitness nám pomáhá zlepšit kvalitu života a tím oddálit i možné předčasné úmrtí. Již v první kapitole bylo naznačeno, že fitness jako životní styl může vykonávat úplně každý, může si ho jakkoliv upravit podle svých možností. Nezáleží ani na věku. Člověk nemusí být špičkový atlet, aby si mohl udržet zdraví na dobré úrovni. Jakákoliv pohybová aktivita a správně nastavená životospráva má nezpochybnitelně pozitivní vliv na zdravotní stav daného jedince. Dříve se dle studií udávalo, že pro zdravotní benefity je třeba vykonávat určitou fyzickou aktivitu alespoň 150 min/ týden. Od tohoto tvrzení se ale již upustilo. Nyní platí, že zdravotních benefitů dosáhneme vždycky, není to dáno žádnou hranicí počtu minut za týden. Jde tedy pouze o fakt, že změním svůj životní styl a začneme se nějakým způsobem hýbat. Už to samotné má veliký vliv na naše zdraví. Z tohoto důvodu může být fitness opravdu pro kohokoliv. V této kapitole se budu věnovat hlavním zdravotním benefitům fitness, které nám zajistí lepší kvalitu života. [42,43].

5.1 Obezita

Obezita je definována jako zmnožení tukové tkáně. Jedná se o abnormální hromadění tuku v organismu, který se ukládá v organismu do zásob. Obezita je nejčastěji určována hodnotou BMI nad 30. Tato hodnota je však zcela nepřesná, protože nezohledňuje například množství svalové hmoty. Například svalnatější jedinci budou odpovídat dle BMI hodnotě obezity, ačkoliv obezitou netrpí. Proto není dobré se této hodnoty příliš držet. Existují i jiné možnosti určení obezity, a to je například obvod pasu, poměr pasu k bokům, tloušťka kožní řasy, apod. Každá metoda má však ale svá úskalí a žádná není zcela přesná. Podíl celkového tuku v těle je u žen

přibližně 25-30 %, u mužů o něco nižší (díky většímu podílu svalové hmoty) a to okolo 20-25 %. Při vyššího hladinách můžeme tedy mluvit o nadváze a obezitě. Obezita je spojená s mnoha rizikovými faktory, které negativně ovlivňují naše zdraví a fungování našeho těla. Vyšší hodnoty % tuku v našem těle značí vyšší riziko vzniku chorob srdce a cév, vysokého krevního tlaku, diabetu 2. typu a možném vzniku nádorů. Z těchto důvodů je příliš vysoké procento tělesného tuku velmi rizikové a měli bychom se snažit ho v těle snížit. Obezita se stává v populaci velmi rozšířeným problémem. Jako ideální řešení se jeví úprava životosprávy, která nám pomáhá tomuto stavu předejít, například pomocí fitness. Díky správně nastavenému jídelníčku a pravidelné aktivitě by se nám mělo dařit procento tuku snížit. [44].

5.2 Vliv na kardiovaskulární systém

Jedním z nejdůležitějších benefitů fitness je, že fyzická aktivita dokáže zlepšovat kardiorespirační zdatnost (CRF). Ta má obrovský vliv na kvalitu a délku našeho života. Pohybová aktivita a pravidelné cvičení posiluje naše srdce. Je to dáno díky adaptačním změnám, které se snaží připravit organismus na to, aby příště zvládal danou aktivitu lépe. Bylo dokázáno, že při zvýšení CRF z nízké hladiny na vysokou došlo u mužů ke snížení úmrtnosti během 8 let o přibližně 50 %. Zatímco u mužů, kteří přešli z vysoké hodnoty na nízkou, jejich riziko úmrtnosti se zvýšilo o přibližně 50 %. Z toho je zřejmé, že fyzická aktivita nám pomáhá předejít kardiovaskulárním chorobám a z nich vyplývajícím rizikům, která by mohla vést k zhoršenému zdravotnímu stavu, či dokonce k předčasnému úmrtí jedince. Díky posílení srdce se zlepšuje i okysličování krve, zvyšuje se tak i aerobní kapacita (VO_2), to nám pomáhá při difúzi kyslíku do svalů, včetně transportu ATP. Díky tomu může náš organismus pracovat lépe. Je proto důležité udržovat CRF na vyšší úrovni. [44,45]

Jako rizikový faktor kardiovaskulárních onemocnění je právě již zmíněná obezita, dále zvýšený krevní tlak (jinými slovy hypertenze) a abnormální lipidový profil (známý jako dyslipidémie). Dyslipidémie může mít za následek ucpávání cév (tento jev nazýváme ateroskleróza) kvůli akumulaci lipidů uvnitř cévy. I proti těmto aspektům se nám daří účinně bojovat pomocí zdravého životního stylu a správné stravy. Fyzická aktivita a správná strava nám pomáhá snižovat hladinu LDL cholesterolu a naopak zvyšovat HDL cholesterol. Uvádí se, že u jedinců se správnou stravou a pravidelnou aktivitou došlo ke snížení LDL cholesterolu o 5 až 13 %. Cvičení nám naopak pomáhá zvyšovat HDL cholesterol až o 15 %. Pohybová aktivita totiž stimuluje receptory, které pomáhají vracet LDL cholesterol z krve do jater, kde se cholesterol odbourává

na žlučové kyseliny. Pohyb jako takový působí na strukturu lipoproteinů, které pak hůře prochází přes stěnu cévy a nemůžou tak způsobit ucpávání cév. Zvýšený HDL cholesterol nám pomáhá při odbourávání cholesterolu z tkání. To funguje jako prevence před vznikem zmíněné dyslipidémie a následné aterosklerózy. A zároveň prevence před dyslipidémií funguje i jako prevence proti zvýšenému krevnímu tlaku. Kvůli těmto důvodům má fitness nepopiratelný vliv na kardiovaskulární systém [45,46,47].

5.3 Vliv na Diabetes mellitus II. typu

Cvičení a pohybové aktivity zvyšují transport glukózy do kosterního svalu. Glukóza se tedy vyhýbá glukózovým receptorům, které pak díky tomu nepodléhají inzulínové rezistenci u pacientů s diagnostikovanou cukrovkou 2. typu (Type 2 diabetes = T2D). Kombinované cvičení a správná dieta se tedy jeví jako účinná prevence a lék proti T2D. Rizikovým faktorem pro vznik T2D je obezita. Proti té se nám opět daří účinně bránit pomocí diety a pravidelné pohybové aktivity. V jedné rozsáhlé čínské studii byl pozorován vliv cvičení a diety na T2D. Studie se účastnilo 110 660 mužů a žen. Tyto subjekty se pak rozřadily do 3 skupin. U první skupiny se sledoval pouze vliv cvičení na T2D, u druhé vliv stravy a u poslední skupiny kombinace těchto dvou faktorů. U první skupiny bylo zjištěno, že po 6 letech byl nástup T2D snížen o 46 % oproti lidem, kteří léčeni pomocí sportovní aktivity nebyli. Účastníci byli vyzváni k tomu, aby zvýšili svojí volnočasovou aktivitu. Do aktivit bylo zařazena: chůze, práce doma, jízda na kole, pomalý běh, skákání přes švihadlo, plavání, společenské tance, hraní volejbalu/stolního tenisu a jiné. Sportovní aktivity byly určeny lékařem individuálně. Proti diabetu se nám daří účinně bojovat i za pomoci diety, proto byla druhá skupina léčena pomocí diety. Samotná skupina byla rozdělena ještě do dvou skupin dle BMI. U BMI hodnoty $<25 \text{ kg/m}^2$ byla dieta založená na příjmu 25-30 kcal/kg, kde sacharidy měly tvořit 55-65 %, bílkoviny 10-15 % a tuky 25-30 %. Tato skupina měla taky konzumovat více zeleniny, omezit alkohol a omezit příjem jednoduchých cukrů. Druhé skupině s BMI $>25 \text{ kg/m}^2$ pak byla nastavena dieta tak, aby hubla přibližně 0,5-1 kg za měsíc, dokud nedosáhli BMI 23 kg/m^2 . Celkový příjem kalorií a procento zastoupení živin bylo v tomto případě nastaveno lékaři individuálně. Díky dietě byl T2D snížen o u této skupiny o 31 %. V případě kombinace fyzické aktivity a úpravy stravy (tedy díky celkové úpravě životosprávy a snahou o celkově lepší životní styl) se zjistilo, že došlo k snížení T2D o 58 %. [45, 48].

5.4 Vliv na kosterní soustavu

Jedním ze způsobů, jak předejít zlomeninám kostí je pozitivní ovlivnění jejich pevnosti a kostní hmoty. Kromě pravidelné fyzické aktivity patří zdravá strava mezi nejčastěji doporučované opatření životního stylu pro zlepšení kosterního zdraví a tím se snižuje i náchylnost ke zlomeninám. Kostí jsou pevnější a odolnější. Nedostatek fyzické aktivity, jak si můžeme nejlépe všimnout u pacientů opoutaných na lůžko, má za následek rychlou ztrátu kostní hmoty. Fyzická aktivita má tedy na kostní hmotu anabolický účinek, hlavně na obsah kostních minerálů (zejména vápníku). Bylo zjištěno, že sportovci mají až o 20% pevnější kosti, než má průměrný nesportující člověk. Je to dáno zvýšeným mechanickým zatížením a frekvencí tohoto zatížení, které je na kostní tkáň kladeno. To vyvolá posílení kostní tkáně a snížení její lomivosti. Ukazuje se, že ve stravě je pro kosti nejdůležitější vápník, vitamín D a celkový energetický příjem. V případě energetického deficitu se riziko zlomeniny zvyšuje. Ve stáří dochází k úbytku kostní hmoty, proto by si zejména starší lidé měli dát na kosti pozor. Fitness jako životní styl se tedy jeví jako výborná prevence. [49,50].

5.5 Vliv na imunitní systém

V mnoha studiích se prokázal vliv fyzické aktivity na imunitu. Studie se shodují, že pravidelná aktivita je prospěšná pro imunitní obranu. To zejména ocení starší populace a lidé s chronickými nemocemi. S přibývajícím věkem totiž dochází ke snížení funkce imunitního systému. Ovšem existuje tvrzení, že opravdu vysoká fyzická zátěž, zejména tedy u profesionálních sportovců, může naopak imunitní systém ovlivnit negativně. Nicméně toto tvrzení může být způsobeno i jinými faktory, jako jsou například úzkost, poruchy spánku, nutriční deficity, cestování, a podobně. To vše může sportovce dostat do situace, kdy je méně odolný vůči infekcím. Nicméně na toto existují velmi omezené důkazy a nedá se tedy tvrdit, že cvičení má za jakýkoliv okolností negativní vliv na naši imunitu. Pravidelná střední zátěž by však neměla být pro organismus v žádném případě problém a posílení imunity je zde garantováno. Je to dáno díky zvyšujícímu se počtu leukocytů v krvi. Člověk je pak více imunní vůči infekcím. [51,52].

5.6 Vliv na rakovinu

Sportovní aktivity by dle některých studií mohl sloužit jako alternativní strategie v prevenci a léčbě rakoviny. Fyzicky aktivní lidé mají snížené riziko vzniku rakoviny a úmrtí související s rakovinou. Například celoživotně sportovně aktivní ženy mají snížené riziko rakoviny prsu až o 50 % v porovnání s ženami neaktivními. Zvýšená délka života u sportovců je právě připisována nižšímu riziku vzniku rakovinu. Ovšem toto neplatí jen u sportovců, jako prevence slouží i jakákoliv fyzická aktivita. [53].

Největší vliv proti rakovině mají zřejmě NK (natural killer cells) buňky, které jsou mobilizovány po cvičení. NK buňky, jak je známo, dokáží ničit rakovinné buňky. Maximální mobilizace NK buněk je dosaženo po 30 minutách cvičení. Delší cvičení již mobilizaci nezvyšuje. Mobilizace je především způsobena uvolňováním katecholaminů (nejvíce adrenalin a norepinefrin), které se při cvičení vyplavují. [54]

5.7 Zlepšení kvality spánku

Spánek a cvičení se navzájem ovlivňují. Cvičení nám zlepšuje kvalitu spánku, a naopak kvalitní spánek nám zlepšuje výkon během dne, tedy i sportovní výkon. Je tedy jasné, že kvalitní spánek je důležitou součástí zdravě a efektivně fungujícího těla. Mimo to ve spánku člověk úspěšně regeneruje a během regenerace probíhá v těle například i růst svalové hmoty. Doporučená doba spánku je 7-9 hodin, aby byla zachována optimální funkčnost člověka během dne, pouhý počet hodin však nestačí, je třeba, aby byla zachována co nejvyšší kvalita. Spánková deprivace je také faktor, který vede ke zvýšenému riziku vzniku obezity, diabetu 2. typu, kardiovaskulárních chorob a depresí. Pravidelné cvičení se také jeví jako dobrá nefarmakologická léčba pro osoby se špatným spánkem. Cvičení by mělo zvyšovat délku a kvalitu spánku. Existují i dohady, zda cvičení před spaním dokáže ovlivnit spánek naopak negativně. A to díky zvýšené teplotě těla po cvičení. Studie ale tento vliv dostatečně nepotvrdily. Znamená to, že by fyzická aktivita neměla mít v žádném případě negativní vliv na spánek a na jeho kvalitu. Naopak z ní můžeme jen benefitovat. [55,56].

5.8 Zlepšení sexuálního života

Zdravý životní styl má také vliv na sexuální kvalitu člověka. Negativní vliv na sexuální život mají především nadměrná konzumace alkoholu a drog, kouření, stres, obezita. Velmi pozitivní vliv se však ukázal u fyzické aktivity a vyvážené stravy. Všechny tyto aspekty jsou cílem právě i ve fitness. Mimo to by fyzická aktivita a strava mohla fungovat nejen ke zkvalitnění sexuálního života ale také i jako účinná léčba, či prevence před sexuálními dysfunkcemi. Sexuální dysfunkce a problémy s nimi spojené mají nepochybně negativní vliv na sebevědomí, tělesný obraz, mezilidské vztahy a fyzické zdraví obecně, včetně plodnosti [57,58].

Vzhledem k tomu, že muži a ženy se liší ve funkci a v projevu sexuálního chování, tak právě i životní styl na ně působí trošku odlišně. U mužů se nejčastěji objevuje erektilní dysfunkce. Cvičení by v tomto ohledu mělo zvyšovat produkci NO a snižovat oxidační stres, což by mělo účinně pomáhat proti této dysfunkci. Bylo zjištěno, že u mužů sice nehraje u předčasné ejakulace životní styl přímou roli, ale díky zlepšenému sebevědomí a sebepojetí k zlepšení i tak dochází. U žen se nejvíce projevilo zlepšení symptomů menopauzy, zejména nálada, spánek, úzkost a deprese a muskuloskeletální obtíže. Dle studie bylo ukázáno, že v 67 % případů je ženská sexuální dysfunkce spojena právě se sedavým způsobem života a špatnou životosprávou. Na druhou stranu existují důkazy, že příliš velká fyzická aktivita dokáže sexuální život ovlivnit negativně a vymazat tak výše zmíněné benefity. Toto se však týká spíše profesionálních sportovců, ne lidí, kteří se snaží o zdravotní styl života formou fitness [59,60].

5.9 Dopady na duševní stav jedince (mental health)

Cvičení má pozitivní vliv na naše myšlení a na naše mentální zdraví. To už asi slyšel každý. Dle studií má cvičení opravdu vliv na stavy naší nálady, konkrétněji se jeví jako účinný lék na úzkost, stres a deprese. Je to dáno primárně vyplavováním endorfinů, které nám navozují pocit uvolnění a pohody. Dále pozitivně působí na neurotransmitery jako jsou serotonin, dopamin a norepinefrin, známé také pro svůj vliv na pozitivnější náladu a snižuje hladinu kortizolu (stresového hormonu). Cvičení a zdravý životní styl zvyšuje sebevědomí, sebeúctu, schopnost soustředění, snižuje stres, zvyšuje míru energie a jak již víme, zlepšuje kvalitu spánku, což má na náš psychický stav také velký vliv. Toto všechno nám dokáže sloužit ke zlepšení kvality našeho života. [61,62].

Problém psychického zdraví se v posledních letech enormně rozšířil. Nejvíce se mimo jiných psychických poruch v populaci rozšířila deprese. Roste také počet sebevražd, které jsou s těmito problémy často spojovány. Fyzická aktivita je také nezbytná pro udržení mitochondriální biogeneze a funkce, a proto se předpokládá, že dlouhodobá nečinnost je ústředním prvkem rozvoje patofyziologie somatických i duševních chorob. Na mentální zdraví má vliv také konzumace alkoholu, drog, nadváha a obezita. I tyto aspekty je důležité brát jako možnou prevenci, kterou nám garantuje právě fitness a životní styl s ním spojený [63].

6 Závěr

Tato práce by měla sloužit jako materiál pro základní objasnění obsahu pojmu fitness, zabývá se i lidským metabolismem, výživou a celkovým vlivem zdravého životního stylu na zdravotní stav jedince. Cílem bakalářské práce bylo seznámit čtenáře s aktuálními poznatky v rámci daného tématu za několik posledních let.

V úvodu mé rešeršní práce jsem se zaměřil na objasnění pojmu fitness, který je ve společnosti vnímán malinko jinak, než je tomu doopravdy. Po uvedení do problematiky jsem pokračoval tématem metabolismus, kde jsem se stručně snažil objasnit základní metabolické procesy, díky nimž dokáže tělo fungovat. Konkrétně jsem se věnoval 3 hlavním živinám pro naše tělo, kterými jsou sacharidy, tuky a bílkoviny.

V další kapitole jsem navázal na metabolismus výživou. Výživa patří k neodmyslitelně důležitým faktorům ovlivňující zdravý životní styl a zdraví člověka obecně. Ve fitness má tedy právem své místo a toto téma je v poslední době dost řešené ve společnosti. Zaměřil jsem se zde i na suplementaci neboli na doplňky výživy a snažil jsem se objasnit jejich vliv na lidský organismus.

V poslední části mé práce jsem se věnoval přímo vlivu fitness na zdravotní stav jedince. Zmínil zde rizika špatného životního stylu spojené s civilizačními nemocemi. Závěrem lze konstatovat, že ze zdravého a rozumného životního stylu plyne řada benefitů a že může sloužit jako prevence vůči negativním vlivům na působícím naše zdraví.

Seznam obrázků

Obrázek 1 Vzorec Acetyl-CoA zdroj: https://www.wikiskripta.eu/w/Acetyl-CoA	9
Obrázek 2: Schéma citrátového cyklu s jednotlivými meziprodukty ve vzorcích [5].....	9
Obrázek 3: Energetická bilance úplné přeměny glukosy na konečné produkty metabolismu [4].	15
Obrázek 4: Schéma pentofosfátové cesty [4].	15
Obrázek 5: Schéma degradace aminokyselin [4].	21

Seznam zkratek

ADP - adenosindifosfát

ATP – adenosintrifosfát

acyl-AMP - acyladenylát

Acetyl-CoA - acetyl koenzym A

BCAA - Branched Chain amino acids

CoQ - koenzym Q, ubichinon

CoQH₂ - ubichinol

CRF – cardiorespiratory fitness (kardiorespirační zdatnost)

FADH₂ - flavinadenindinukletid

glc-1-P - glukóza-1-fosfát

GDP - guanosindifosfát

GTP - guanosintrifosfát

NADH – nikotinamidadenindinukleotid

NADPH – nikotinamidadenindinukleotidfosfát

UTP – uridintrifosfát

T2D – type 2. diabetes (diabetes 2. typu)

7 Seznam použité literatury

- [1] KARAŠČÁK, Pavel. *Fitness jako životní styl*. Brno, 2008. Bakalářská práce. Masarykova univerzita, fakulta sportovních studií. Vedoucí práce Mgr. Hana Bubníková.
- [2] OSTEN, Petr. *Osobní trenér: komplexní cvičení pro dokonalou kondici*. Grada, 2005. ISBN 978-80-247-6424-5.
- [3] BLAHUŠOVÁ, Eva. *Wellness: Jak si udržet zdraví a pohodu*. Temi CZ, 2009. ISBN 978-80-87156-33-9.
- [4] LEDVINA, Miroslav, Alena STOKLASOVÁ a Jaroslav CERMAN. *Biochemie pro studující medicíny*. Vyd. 2. V Praze: Karolinum, 2009. ISBN 978-802-4614-144.
- [5] Šantavý, František, a spol. *Biochemie pro studující medicíny: učebnice pro lékařské fakulty*. Vyd. 1. V Praha: Avicenum, 1975.
- [6] VODRÁŽKA, Zdeněk, Alena STOKLASOVÁ a Jaroslav CERMAN. *Biochemie*. 2. opr. vyd. Praha: Academia, 1996. ISBN 80-200-0600-1.
- [7] MURRAY, Robert K. *Harperova ilustrovaná biochemie*. 5. české vyd., 1. v nakl. Galén. Přeložil Bohuslav MATOUŠ. Praha: Galén, 2012. ISBN 978-80-7262-907-7.
- [8] *Blood glucose test* [online]. 2018 [cit. 2022-03-10]. Dostupné z: <https://my.clevelandclinic.org/health/diagnostics/12363-blood-glucose-test>
- [9] Voet, D., Voet, J. G., Pratt, Ch. W.: *Fundamentals of biochemistry* (2. vydání). John Wiley & Sons, Inc., 2006.
- [10] LOMAKO, J., W. M. LOMAKO, W. J. WHELAN, R. S. DOMBRO, J. T. NEARY a M. D. NORENBURG. Glycogen synthesis in the astrocyte: from glycogenin to proglycogen to glycogen. *The FASEB Journal*. 1993, **7**(14), 1386-1393. ISSN 0892-6638. Dostupné z: doi:10.1096/fasebj.7.14.8224611
- [11] ČUNÁTOVÁ, Alena. *Fluktuace hladin mastných kyselin v tkáních náhle zemřelých osob a srovnání s hodnotami patologických stavů*. Hradec Králové, 2020. Diplomová práce. Farmaceutická fakulta v Hradci Králové. Vedoucí práce Mgr. Monika Kuchařová, Ph.D.

- [12] KREBS, Hans Adolf. Metabolism of amino-acids. *Biochemical Journal* [online]. 1935, 29(7), 1620-1644 [cit. 2022-03-11]. ISSN 0306-3283. Dostupné z: doi:10.1042/bj0291620
- [13] ROUBÍK, Lukáš. *Moderní výživa ve fitness a silových sportech*. Praha: Erasport, [2018]. ISBN 978-80-905685-5-6.
- [14] BEAN, Anita. *The complete guide to sports nutrition*. 6th edition. London: A & C Black, 2019. ISBN 9781472924209.
- [15] WILLOUGHBY, Darryn, Susan HEWLINGS a Douglas KALMAN. Body Composition Changes in Weight Loss: Strategies and Supplementation for Maintaining Lean Body Mass, a Brief Review. *Nutrients*. 2018, **10**(12). ISSN 2072-6643. Dostupné z: doi:10.3390/nu10121876
- [16] ROUBÍK, L., (2018). *Moderní výživa ve fitness a silových sportech*. Praha: Erasport.
- [17] KUBÍKOVÁ, Kristýna. *Výživa sportovců v porovnání s osobami se sedavým způsobem života*. Praha, 2020. Diplomová práce. Univerzita Karlova 1. lékařská fakulta. Vedoucí práce Doc. MUDr. Zdeněk Vilikus, CSc.
- [18] ŠPURČKOVÁ, Markéta. *Klidový energetický výdej člověka*. Brno, 2013. Bakalářská. Fakulta sportovních studií, Katedra podpory zdraví. Vedoucí práce Mgr. Michal Kumstát.
- [19] World Health Organization. *Diet, Nutrition and the Prevention of Chronic Diseases*; WHO Technical Report Series 916; WHO/FAO Expert Consultation: Geneva, Switzerland, 2003.
- [20] MURPHY, Caoileann H., Amy J. HECTOR a Stuart M. PHILLIPS. Considerations for protein intake in managing weight loss in athletes. *European Journal of Sport Science*. 2014, **15**(1), 21-28. ISSN 1746-1391. Dostupné z: doi:10.1080/17461391.2014.936325
- [21] BURKE, Louise M., Gregory R. COX, Nicola K. CUMMINGS a Ben DESBROW. Guidelines for Daily Carbohydrate Intake. *Sports Medicine*. 2001, **31**(4), 267-299. ISSN 0112-1642. Dostupné z: doi:10.2165/00007256-200131040-00003
- [22] FARKAŠ, Tomáš. *Výživa ve fitness a silových sportech u vybrané skupiny osob*. Praha, 2021. Bakalářská práce. Univerzita Karlova Pedagogická fakulta. Vedoucí práce Ing. Bc. Alena Váchová, Ph.D.

- [23] MACH, Ivan, 2017. Sportovní výživa do kapsy: nejen pro fitness a kulturistiku. Druhé vydání. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-271-0511-3.
- [24] Oh R, Brown DL. Vitamin B12 deficiency. *Am Fam Physician*. 2003 Mar 1;67(5):979-86. PMID: 12643357
- [25] RIZZO, Gianluca, Antonio LAGANÀ, Agnese RAPISARDA, et al. Vitamin B12 among Vegetarians: Status, Assessment and Supplementation. *Nutrients*. 2016, **8**(12). ISSN 2072-6643. Dostupné z: doi:10.3390/nu8120767
- [26] RIZZO, Gianluca, Antonio LAGANÀ, Agnese RAPISARDA, et al. Vitamin B12 among Vegetarians: Status, Assessment and Supplementation. *Nutrients*. 2016, **8**(12). ISSN 2072-6643. Dostupné z: doi:10.3390/nu8120767
- [27] RUBEOR, Amity, Carmen GOOJHA, Jeffrey MANNING a Jordan WHITE. Does Iron Supplementation Improve Performance in Iron-Deficient Nonanemic Athletes?. *Sports Health: A Multidisciplinary Approach*. 2018, **10**(5), 400-405. ISSN 1941-7381. Dostupné z: doi:10.1177/1941738118777488
- [28] VOLPE, Stella Lucia. Magnesium and the Athlete. *Current Sports Medicine Reports*. 2015, **14**(4), 279-283. ISSN 1537-890X. Dostupné z: doi:10.1249/JSR.0000000000000178
- [29] Hernández-Camacho JD, Vicente-García C, Parsons DS, Navas-Enamorado I. Zinc at the crossroads of exercise and proteostasis. *Redox Biol*. 2020 Aug;35:101529. doi: 10.1016/j.redox.2020.101529. Epub 2020 Apr 1. PMID: 32273258; PMCID: PMC7284914.
- [30] LEE, Elaine C., Maren S. FRAGALA, Stavros A. KAVOURAS, Robin M. QUEEN, John Luke PRYOR a Douglas J. CASA. Biomarkers in Sports and Exercise: Tracking Health, Performance, and Recovery in Athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2017, **31**(10), 2920-2937. ISSN 1064-8011. Dostupné z: doi:10.1519/JSC.00000000000002122
- [31] OSWALD, Jaroslav. *Režimy suplementace sportovců*. Hradec Králové, 2019. Diplomová práce. Univerzita Karlova, Farmaceutická fakulta v Hradci Králové. Vedoucí práce PhDr. Zdeňka Kudláčková, Ph.D.

- [32] BUTTS, Jessica, Bret JACOBS a Matthew SILVIS. Creatine Use in Sports. *Sports Health: A Multidisciplinary Approach*. 2018, **10**(1), 31-34. ISSN 1941-7381. Dostupné z: doi:10.1177/1941738117737248
- [33] Wang, Chia-Chi et al. "Effects of 4-Week Creatine Supplementation Combined with Complex Training on Muscle Damage and Sport Performance." *Nutrients* vol. 10,11 1640. 2 Nov. 2018, doi:10.3390/nu10111640
- [34] SHIMOMURA, Yoshiharu, Taro MURAKAMI, Naoya NAKAI, Masaru NAGASAKI a Robert A. HARRIS. Exercise Promotes BCAA Catabolism: Effects of BCAA Supplementation on Skeletal Muscle during Exercise. *The Journal of Nutrition*. 2004, **134**(6), 1583S-1587S. ISSN 0022-3166. Dostupné z: doi:10.1093/jn/134.6.1583S
- [35] PLOTKIN, Daniel L., Kenneth DELCASTILLO, Derrick W. VAN EVERY, Kevin D. TIPTON, Alan A. ARAGON a Brad J. SCHOENFELD. Isolated Leucine and Branched-Chain Amino Acid Supplementation for Enhancing Muscular Strength and Hypertrophy: A Narrative Review. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*. 2021, **31**(3), 292-301. ISSN 1526-484X. Dostupné z: doi:10.1123/ijsnem.2020-0356
- [36] FEDEWA, Michael V., Steven O. SPENCER, Tyler D. WILLIAMS, Zachery E. BECKER a Collin A. FUQUA. Effect of branched-Chain Amino Acid Supplementation on Muscle Soreness following Exercise: A Meta-Analysis. *International Journal for Vitamin and Nutrition Research*. 2019, **89**(5-6), 348-356. ISSN 0300-9831. Dostupné z: doi:10.1024/0300-9831/a000543
- [37] CRUZAT, Vinicius, Marcelo MACEDO ROGERO, Kevin NOEL KEANE, Rui CURI, Philip NEWSHOLME a Brad J. SCHOENFELD. Glutamine: Metabolism and Immune Function, Supplementation and Clinical Translation. *Nutrients*. 2018, **10**(11), 292-301. ISSN 2072-6643. Dostupné z: doi:10.3390/nu10111564
- [38] COQUEIRO, Audrey Yule, Marcelo Macedo ROGERO, Julio TIRAPEGUI, Rui CURI, Philip NEWSHOLME a Brad J. SCHOENFELD. Glutamine as an Anti-Fatigue Amino Acid in Sports Nutrition: Metabolism and Immune Function, Supplementation and Clinical Translation. *Nutrients*. 2019, **11**(4), 292-301. ISSN 2072-6643. Dostupné z: doi:10.3390/nu11040863

- [39] GONZALEZ, Adam M. a Eric T. TREXLER. Effects of Citrulline Supplementation on Exercise Performance in Humans: A Review of the Current Literature. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2020, **34**(5), 1480-1495. ISSN 1064-8011. Dostupné z: doi:10.1519/JSC.0000000000003426
- [40] GNONI, Antonio, Serena LONGO, Gabriele V. GNONI a Anna M. GIUDETTI. Carnitine in Human Muscle Bioenergetics: Can Carnitine Supplementation Improve Physical Exercise?. *Molecules*. 2020, **25**(1), 1480-1495. ISSN 1420-3049. Dostupné z: doi:10.3390/molecules25010182
- [41] VECCHIO, Michele, Rita CHIARAMONTE, Gianluca TESTA a Vito PAVONE. Clinical Effects of L-Carnitine Supplementation on Physical Performance in Healthy Subjects, the Key to Success in Rehabilitation: A Systematic Review and Meta-Analysis from the Rehabilitation Point of View. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*. 2021, **6**(4), 1480-1495. ISSN 2411-5142. Dostupné z: doi:10.3390/jfmk6040093
- [42] WARBURTON, Darren E.R. a Shannon S.D. BREDIN. Health benefits of physical activity. *Current Opinion in Cardiology*. 2017, **32**(5), 541-556. ISSN 0268-4705. Dostupné z: doi:10.1097/HCO.0000000000000437
- [43] WARBURTON, D. E.R. Health benefits of physical activity: the evidence. *Canadian Medical Association Journal*. 2006, **174**(6), 801-809. ISSN 0820-3946. Dostupné z: doi:10.1503/cmaj.051351
- [44] WILLIAMS, Ellen P., Marie MESIDOR, Karen WINTERS, Patricia M. DUBBERT a Sharon B. WYATT. Overweight and Obesity: Prevalence, Consequences, and Causes of a Growing Public Health Problem. *Current Obesity Reports*. 2015, **4**(3), 363-370. ISSN 2162-4968. Dostupné z: doi:10.1007/s13679-015-0169-4
- [45] RUEGSEGGER, Gregory N. a Frank W. BOOTH. Health Benefits of Exercise. *Cold Spring Harbor Perspectives in Medicine*. 2018, **8**(7), 541-556. ISSN 2157-1422. Dostupné z: doi:10.1101/cshperspect.a029694
- [46] BAKKER, Esmée A., Xuemei SUI, Angelique G. BRELLENTHIN, Duck-chul LEE a Sharon B. WYATT. Physical activity and fitness for the prevention of hypertension: Prevalence, Consequences, and Causes of a Growing Public Health Problem. *Current Opinion in*

Cardiology. 2018, **33**(4), 394-401. ISSN 0268-4705. Dostupné z:
doi:10.1097/HCO.0000000000000526

[47] LALONDE, Lyne, Katherine GRAY-DONALD, Ilka LOWENSTEYN, et al. Comparing the Benefits of Diet and Exercise in the Treatment of Dyslipidemia: the evidence. *Preventive Medicine*. 2002, **35**(1), 16-24. ISSN 00917435. Dostupné z: doi:10.1006/pmed.2002.1052

[48] PAN, Xiao-Ren, Guang-Wei LI, Ying-Hua HU, et al. Effects of Diet and Exercise in Preventing NIDDM in People With Impaired Glucose Tolerance: The Da Qing IGT and Diabetes Study. *Diabetes Care*. 1997, **20**(4), 537-544. ISSN 0149-5992. Dostupné z:
doi:10.2337/diacare.20.4.537

[49] WILLEMS, Hubertine M.E., Ellen G.H.M. VAN DEN HEUVEL, Ruud J.W. SCHOEMAKER, Jenneke KLEIN-NULEND a Astrid D. BAKKER. Diet and Exercise: a Match Made in Bone. *Current Osteoporosis Reports*. 2017, **15**(6), 555-563. ISSN 1544-1873. Dostupné z:
doi:10.1007/s11914-017-0406-8

[50] TONG, Xiaoyang, Xi CHEN, Shihua ZHANG, Mei HUANG, Xiaoyan SHEN, Jiake XU a Jun ZOU. The Effect of Exercise on the Prevention of Osteoporosis and Bone Angiogenesis: a Match Made in Bone. *BioMed Research International*. 2019, **2019**(6), 1-8. ISSN 2314-6133. Dostupné z: doi:10.1155/2019/8171897

[51] Simpson RJ, Campbell JP, Gleeson M, Krüger K, Nieman DC, Pyne DB, Turner JE, Walsh NP. Can exercise affect immune function to increase susceptibility to infection? *Exerc Immunol Rev*. 2020;**26**:8-22. PMID: 32139352.

[52] WEYH, Christopher, Karsten KRÜGER, Barbara STRASSER, et al. Physical Activity and Diet Shape the Immune System during Aging: the evidence. *Nutrients*. 2020, **12**(3), 16-24. ISSN 2072-6643. Dostupné z: doi:10.3390/nu12030622

[53] LUO, Hao, Daniel A. GALVÃO, Robert U. NEWTON, et al. Sport Medicine in the Prevention and Management of Cancer: the evidence. *Integrative Cancer Therapies*. 2019, **18**(3), 16-24. ISSN 1534-7354. Dostupné z: doi:10.1177/1534735419894063

[54] IDORN, Manja, Per THOR STRATEN, Robert U. NEWTON, et al. Exercise and cancer: from “healthy” to “therapeutic”? *Cancer Immunology, Immunotherapy*. 2017, **66**(5), 667-671. ISSN 0340-7004. Dostupné z: doi:10.1007/s00262-017-1985-

[55] Chennaoui M, Arnal PJ, Sauvet F, Léger D. Sleep and exercise: a reciprocal issue? *Sleep Med Rev.* 2015 Apr;20:59-72. doi: 10.1016/j.smrv.2014.06.008. Epub 2014 Jun 30. PMID: 25127157.

[56] SULLIVAN BISSON, Alycia N., Stephanie A. ROBINSON a Margie E. LACHMAN. Walk to a better night of sleep: testing the relationship between physical activity and sleep. *Sleep Health.* 2019, **5**(5), 487-494. ISSN 23527218. Dostupné z: doi:10.1016/j.sleh.2019.06.003

[57] CARCELÉN-FRAILE, María del Carmen, Agustín AIBAR-ALMAZÁN, Antonio MARTÍNEZ-AMAT, David CRUZ-DÍAZ, Esther DÍAZ-MOHEDO, María Teresa REDECILLAS-PEIRÓ, Fidel HITACONTRERAS a Emmanuele Angelo Francesco JANNINI. Effects of Physical Exercise on Sexual Function and Quality of Sexual Life Related to Menopausal Symptoms in Peri- and Postmenopausal Women: A Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health.* 2020, **17**(8). ISSN 1660-4601. Dostupné z: doi:10.3390/ijerph17082680

[58] MOLLAIOLI, Daniele, Giacomo CIOCCA, Erika LIMONCIN, Stefania DI SANTE, Giovanni Luca GRAVINA, Eleonora CAROSA, Andrea LENZI a Emmanuele Angelo Francesco JANNINI. Lifestyles and sexuality in men and women: the gender perspective in sexual medicine. *Reproductive Biology and Endocrinology.* 2020, **18**(1). ISSN 1477-7827. Dostupné z: doi:10.1186/s12958-019-0557-9

[59] SGRÒ, P., L. DI LUIGI, Erika LIMONCIN, Stefania DI SANTE, Giovanni Luca GRAVINA, Eleonora CAROSA, Andrea LENZI a Emmanuele Angelo Francesco JANNINI. Sport and male sexuality: the gender perspective in sexual medicine. *Journal of Endocrinological Investigation.* 2017, **40**(9), 911-923. ISSN 1720-8386. Dostupné z: doi:10.1007/s40618-017-0652-8

[60] MIKKELSEN, Kathleen, Lily STOJANOVSKA, Momir POLENKOVIC, Marijan BOSEVSKI, Vasso APOSTOLOPOULOS, Eleonora CAROSA, Andrea LENZI a Emmanuele Angelo Francesco JANNINI. Exercise and mental health: the gender perspective in sexual medicine. *Maturitas.* 2017, **106**(9), 48-56. ISSN 03785122. Dostupné z: doi:10.1016/j.maturitas.2017.09.003

[61] MIKKELSEN, Kathleen, Lily STOJANOVSKA, Momir POLENKOVIC, Marijan BOSEVSKI, Vasso APOSTOLOPOULOS, Eleonora CAROSA, Andrea LENZI a Emmanuele Angelo Francesco

JANNINI. Exercise and mental health: the gender perspective in sexual medicine. *Maturitas*. 2017, **106**(9), 48-56. ISSN 03785122. Dostupné z: doi:10.1016/j.maturitas.2017.09.003

[62] Zaman R, Hankir A, Jemni M. Lifestyle Factors and Mental Health. *Psychiatr Danub*. 2019 Sep;31(Suppl 3):217-220. PMID: 31488729.

[63] GRASDALSMOEN, Michael, Hege Randi ERIKSEN, Kari Jussie LØNNING, Børge SIVERTSEN, Vasso APOSTOLOPOULOS, Eleonora CAROSA, Andrea LENZI a Emmanuele Angelo Francesco JANNINI. Physical exercise, mental health problems, and suicide attempts in university students: the gender perspective in sexual medicine. *BMC Psychiatry*. 2020, **20**(1), 48-56. ISSN 1471-244X. Dostupné z: doi:10.1186/s12888-020-02583-3