

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra chemie



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

Přerušovaný půst a jeho vliv na organismus

Bakalářská práce

**Anfisa Korniusa
Výživa a potraviny**

Ing. Barbora Burešová, Ph.D.

© 2024 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci " Přerušovaný půst a jeho vliv na organismus " jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 24.03.2024

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Barboře Burešové, Ph.D., za odborné vedení, ochotu a pomoc při psaní mé bakalářské práce. Dále bych chtěla poděkovat své rodině za podporu během celého studia.

Přerušovaný půst a jeho vliv na organismus

Souhrn

Půst, který zahrnuje dobrovolné omezení nebo přerušování příjmu potravy a tekutin po určitou dobu, má bohatou historii a stále je praktikován z různých důvodů, včetně náboženských, lékařských a rituálních. V současnosti je mnoho moderních přístupů k půstu, které reflektují aktuální zdravotní trendy a výzkumy. Tyto inovativní metody zahrnují nové strategie výživy, zaměřené na podporu fyzického i duševního zdraví. Moderní přístupy k půstu jsou často odvozeny z nejnovějších vědeckých poznatků a poskytují personalizované možnosti pro zlepšení celkového zdraví a pohody. Jedním z těchto moderních přístupů k půstu je přerušovaný půst (IF), což je stravovací režim, při kterém jsou období jídla střídána s obdobími půstu. IF, včetně jeho různých variací, je v posledních desetiletích vnímán jako fascinace mnoha lidmi, včetně výzkumníků i obyčejných jedinců. Tento zájem není spojen pouze s možnými zdravotními výhodami, ale také s aktualizací obecných přístupů k výživě.

Existuje několik různých způsobů IF, které byly prokázány jako účinné při zlepšování metabolického zdraví. Jedním z oblíbených přístupů je denní přerušovaný půst, kdy lidé omezují příjem potravy pouze během určitého časového úseku během dne. Další známou metodou je "Eat Stop Eat", která zahrnuje jeden nebo dva dny 24hodinového půstu týdně. *Time-Restricted Feeding* je další možnost, kdy jsou stanoveny specifické časové intervaly pro půst (např. 16 hodin) následované obdobím stravování (např. 8 hodin). Hladovění obden pak spočívá ve střídání dnů s normálním stravováním a dny s výrazným omezením kalorií nebo půstem. Tyto různé metody IF nabízejí flexibilitu a možnost přizpůsobit stravovací režim individuálním preferencím a potřebám, což může být klíčové pro dosažení úspěchu.

Během hladovění nebo omezení příjmu potravy dochází k vyčerpání zásob glykogenu, což je forma, ve které jsou sacharidy uloženy v játrech a svalové tkáni. Když jsou tyto rezervy vyčerpány, začíná organismus hledat alternativní zdroje energie. Pro udržení optimální hladiny glukosy v krvi (glykemie) i při omezeném příjmu sacharidů může organismus produkovat glukosu z nesacharidových zdrojů. Sem patří přeměna glycerolu, který vzniká při štěpení tuků, a glukogenních aminokyselin, což jsou aminokyseliny, jejichž uhlíkatý skelet může být přeměněn na glukosu. Během hladovění organismus přepíná na využívání tuku jako hlavního zdroje energie. Tuky jsou štěpeny na glycerol a mastné kyseliny, které jsou dále oxidovány k produkci energie. Tento proces může pomoci rozkládat tukové zásoby a přispívat k úbytku hmotnosti. Při dlouhodobém hladovění nebo omezení sacharidů organismus může produkovat ketolátky, které mohou sloužit jako alternativní zdroj energie pro mozek, což je zvláště důležité v situacích, kdy není glukosa k dispozici.

Přerušovaný půst může značně ovlivňovat funkci imunitního systému, přičemž některé studie naznačují možný vliv tohoto stravovacího režimu na autoimunitní reakce a snížení závažnosti některých onemocnění. Kromě toho může tato metoda stravování působit na metabolické procesy prostřednictvím snížení hladiny krevního cukru nebo zlepšení citlivosti na insulin, což kromě podpory hubnutí, může být relevantní zejména pro pacienty s diabetem typu 2 a dalšími metabolickými poruchami. V oblasti hormonální rovnováhy a nervového systému může IF mít jak pozitivní, tak negativní dopady, které závisí na délce a frekvenci půstu,

individuálních biologických charakteristikách a zdravotním stavu jednotlivce. Jako příklad, když dochází k poklesu hladiny insulinu v důsledku IF, může to podpořit zlepšení citlivosti na insulin a celkového metabolismu. Na druhou stranu, snížení hladiny hormonu melatoninu může narušit přirozenou synchronizaci našeho těla s okolním světem a ovlivnit naše denní funkce a duševní pohodu. Je nezbytné individuálně zhodnotit, zda je IF pro konkrétního jedince vhodný, s ohledem na jeho možné dopady na hormonální rovnováhu a nervový systém. Pro některé osoby může být IF prospěšný, zatímco pro jiné může být nevhodný nebo dokonce škodlivý. Diskutován je rovněž vztah mezi IF a zdravím kardiovaskulárního systému, přičemž některé studie naznačují možné výhody, jako je snížení hladiny cholesterolu, insulinu a potlačení rozvoje zánětu, což by mohlo být prospěšné pro prevenci kardiovaskulárních onemocnění.

Celkově lze konstatovat, že přerušovaný půst má různorodé terapeutické efekty v různých oblastech zdraví, s ohledem na specifika jednotlivých onemocnění. Nicméně je nutné zdůraznit potřebu dalšího důkladného klinického hodnocení a výzkumu pro plné pochopení mechanismů a optimálního využití této stravovací metody v léčbě konkrétních onemocnění.

Klíčová slova: výživa člověka, dieta, kontrolované hladovění, metabolismus.

Intermittent fasting and its effect on the human organism

Summary

Fasting, which involves voluntary restriction or cessation of food and fluid intake for a certain period, has a rich history and is still practiced for various reasons, including religious, medical, and ritualistic purposes. Currently, there are many modern approaches to fasting that reflect current health trends and research. These innovative methods include new nutrition strategies aimed at supporting both physical and mental health. Modern approaches to fasting are often derived from the latest scientific findings and provide personalized options for improving overall health and well-being. One of these modern approaches to fasting is intermittent fasting (IF), which is a dietary regimen where periods of eating are alternated with periods of fasting. IF, including its various variations, has been a fascination for many people in recent decades, including researchers and ordinary individuals. This interest is not only associated with potential health benefits but also with updating general approaches to nutrition.

There are several different ways of IF that have been shown to be effective in improving metabolic health. One popular approach is daily intermittent fasting, where people restrict food intake only during a certain time period during the day. Another well-known method is "Eat Stop Eat", which involves one or two days of 24-hour fasting per week. Time-Restricted Feeding is another option, where specific time intervals for fasting (e.g., 16 hours) are followed by eating periods (e.g., 8 hours). Alternate-day fasting involves alternating days of normal eating with days of significant calorie restriction or fasting. These various IF methods offer flexibility and the possibility to tailor the eating regimen to individual preferences and needs, which may be key to achieving success.

During fasting or food restriction, glycogen stores, which are a form in which carbohydrates are stored in the liver and muscle tissue, are depleted. When these reserves are depleted, the body begins to seek alternative sources of energy. To maintain optimal blood glucose levels even with limited carbohydrate intake, the body can produce glucose from non-carbohydrate sources. These include the conversion of glycerol, which is produced during fat breakdown, and gluconeogenic amino acids, which are amino acids whose carbon skeleton can be converted into glucose. During fasting, the body switches to using fat as the primary source of energy. Fats are broken down into glycerol and fatty acids, which are further oxidized to produce energy. This process can help break down fat stores and contribute to weight loss. During prolonged fasting or carbohydrate restriction, the body can produce ketone bodies, which can serve as an alternative source of energy for the brain, which is especially important in situations where glucose is not available.

Intermittent fasting can significantly affect the function of the immune system, with some studies suggesting a potential impact of this dietary regimen on autoimmune reactions and reducing the severity of certain diseases. In addition, this method of eating can affect metabolic processes through lowering blood sugar levels or improving insulin sensitivity, which besides supporting weight loss, may be particularly relevant for patients with type 2 diabetes and other metabolic disorders. In terms of hormonal balance and the nervous system,

IF can have both positive and negative effects, depending on the duration and frequency of fasting, individual biological characteristics, and the health status of the individual. For example, when insulin levels decrease due to IF, it may support improved insulin sensitivity and overall metabolism. On the other hand, a reduction in the hormone melatonin level may disrupt our body's natural synchronization with the surrounding world and affect our daily functions and mental well-being. It is essential to individually assess whether IF is suitable for a specific individual, considering its potential impacts on hormonal balance and the nervous system. For some people, IF may be beneficial, while for others, it may be inappropriate or even harmful. The relationship between IF and cardiovascular health is also being discussed, with some studies suggesting potential benefits, such as reducing cholesterol levels, insulin, and suppressing inflammation, which could be beneficial for preventing cardiovascular diseases.

Overall, it can be concluded that intermittent fasting has diverse therapeutic effects in various areas of health, considering the specifics of individual diseases. However, it is necessary to emphasize the need for further thorough clinical evaluation and research for a full understanding of the mechanisms and optimal use of this dietary method in the treatment of specific diseases.

Keywords: human nutrition, diet, controlled starvation, metabolism.

Obsah

1	Úvod	7
2	Cíle práce	8
3	Literární rešerše	9
3.1	Hlad	9
3.2	Hladovění	9
3.2.1	Krátkodobé a dlouhodobé hladovění	10
3.3	Půst	11
3.3.1	Historie a současnost	11
3.3.2	Půst v každodenním životě	12
3.4	Přerušovaný půst	13
3.4.1	Hladovění obden.....	13
3.4.2	Denní přerušovaný půst	13
3.4.3	Eat stop eat (ESE).....	14
3.4.4	Warrior diet.....	14
3.4.5	Time-Restricted Feeding	15
3.5	IF a cirkadiální rytmy	15
3.5.1	IF a střevní mikrobiom	16
3.6	Vliv IF na metabolismus živin	16
3.6.1	Resorpční fáze	17
3.6.1.1	Glukosa.....	17
3.6.1.2	Lipidy	17
3.6.1.3	Bílkoviny a aminokyseliny (AmK)	18
3.6.2	Postresorpční fáze a hladovění	18
3.6.2.1	Glukosa.....	19
3.6.2.2	Lipidy	22
3.6.2.3	Aminokyseliny	24
3.7	Vliv IF na zdraví organismu	26
3.7.1	Vliv půstu na orgány.....	26
3.7.2	Obezita.....	27
3.7.2.1	Covid-19.....	29
3.7.2.2	Hormony.....	30
3.7.3	Kardiovaskulární systém	31
3.7.4	Diabetes	31
4	Závěr	33
5	Literatura	34

6	Seznam použitých zkratek a symbolů	43
----------	---	-----------

1 Úvod

V současné době je pozorován rostoucí zájem o různé alternativní přístupy k udržení zdravého životního stylu, přičemž jednou z hojně diskutovaných metod je přerušovaný půst. Tato metoda stravování, která je charakteristická cyklickým střídáním období příjmu potravy a půstu, je lákavá nejen pro ty, kteří hledají efektivní způsoby kontroly hmotnosti, ale také si získává významné místo ve vědeckých kruzích zabývajících se vlivem stravovacích režimů na lidský organismus. Přerušovaný půst je praktikován některými lidmi s přesvědčením, že pomáhá kontrolovat chuť k jídlu a tělesnou hmotnost, přičemž současně podporuje jejich celkové zdraví. Postoje k této stravovací metodě se však různí a některými lidmi může být považována za nevhodnou z lékařských důvodů nebo z důvodu nesouladu s představami o vyváženém a udržitelném stravovacím konceptu.

Problematika přerušovaného půstu má multidisciplinární charakter, protože zahrnuje oblasti výživy, medicíny a psychologie. Účinky přerušovaného půstu na lidský organismus, zejména na energetický metabolismus, hormonální rovnováhu a psychickou pohodu, mohou být specifické a vyžadují podrobné zhodnocení. Z tohoto důvodu je nutné poskytnout objektivní a komplexní pohled založený na nejnovějších vědeckých studiích zaměřených na toto téma s cílem lépe porozumět této kontroverzní stravovací metodě a jejímu potenciálnímu vlivu na lidský organismus. Hlavním smyslem této práce je poskytnout informace o přerušovaném půstu s cílem pomoci jednotlivcům, odborníkům a široké veřejnosti lépe porozumět této stravovací metodě a jejím možným dopadům na lidský organismus.

2 Cíle práce

Cílem práce je vypracovat literární rešerši o principech metody přerušovaného půstu a jeho vlivu na organismus člověka.

3 Literární rešerše

3.1 Hlad

Hlad je důležitým psychologickým a fyziologickým jevem, který může mít různé fyziologické mechanismy a silně ovlivňuje chování jedince. Hlad byl definován jako typický akutní psychosomatický stav, jehož subjektivní stránka bývá často označována jako "pocit hladu" (Stavěl 1937; Mattes & Friedman 1993)

Hlad může být chápán jak z fyziologického, tak psychologického hlediska. Z fyziologického pohledu je zesilován s uplynulým časem od posledního jídla. První známky hladu vycházejí ze žaludku a zahrnují pocit prázdného žaludku, bolest neboli tzv. "škroukání". Někteří lidé mohou také pociťovat příznaky jako je nevolnost, únava nebo bolest hlavy (Caballero et al. 2005). Na rozdíl od toho je psychologický hlad odlišen od skutečné fyziologické potřeby jíst tím, že se projevuje touhou po konkrétním jídle či chuti, jako je například chuť na sladké. Tato intenzivní touha je označována jako "bažení". Psychologická potřeba nemusí být uspokojena, i když je žaludek již plný (Blackman & Kvaska 2011). Psychologický hlad na rozdíl od hladu fyziologického začíná v naší mysli a je spojený s různými vnějšími podněty, jako jsou vůně jídla nebo zvuky přípravy jídla. To ukazuje, že pocit hladu není pouze fyzickou potřebou těla, ale má také významný psychologický aspekt spojený s naučenými reakcemi v naší mysli (Fung & Moore 2018).

Hlad je klíčovým faktorem, který měl výrazný dopad na průběh dějin. V průběhu historie se střídala období hojnosti a nadbytku, kdy příkladem může být konání velkých středověkých hostin a období nedostatku potravin. Extrémním případem nedostatku potravin jsou období hladomorů, při kterých docházelo k neuvěřitelným jevům, kdy byli vyhladovělí jedinci nuceni přežívat konzumací trávy, masa krys a dokonce i lidského masa. I v moderním světě stále existují země ohrožené nedostatkem potravin, jako jsou některé Africké státy, nicméně většina rozvinutých zemí je dnes potravinami zásobena dostatečně a strach z hladu byl v těchto vyspělých zemích nahrazen obavami z nadměrné konzumace potravy. Tento trend je pozorovatelný z rostoucího počtu obézních jedinců a rovněž z neustálých snah a hledání efektivních způsobů snižování tělesné hmotnosti (Montanari 2003).

3.2 Hladovění

Hladovění lze definovat jako stav vznikající v důsledku dlouhodobého období bez příjmu potravy (Stavěl 1937). V průběhu dlouhého evolučního procesu měly organismy, schopné přežít v prostředí s omezenými zdroji živin, jasnou výhodu ve srovnání s těmi, které byly vůči stresovým situacím zranitelné. Evoluční tlak na adaptaci na období hladovění vedl k vytvoření komplexního souboru metabolických mechanismů aktivovaných v situacích s omezeným přístupem k potravě. Tato adaptace byla u lidí udržována v průběhu evoluce po mnoho milionů, ne-li miliard let (Brandhorst & Longo 2016). Lidstvo se také v různých obdobích historie setkalo s hladověním z důvodu válek, věznění nebo pobytu v koncentračních táborech. To často vedlo k podvýživě, fyzickému vyčerpání a nárůstu infekcí, protože

energetický příjem byl velmi nízký v porovnání s metabolickými potřebami (Creamer 2018). Hladovění lze rozdělit podle délky doby, po kterou je organismus vystaven nedostatku potravy, na krátkodobé a dlouhodobé, také nazývané protrahované. Dále mohou být rozlišovány dvě základní formy hladovění. První z nich je hladovění prosté, což je stav nedostatku potravy bez komplikací a druhou formou je hladovění stresové, které je spojeno se stresem a negativními dopady na zdraví organismu. Rozlišení mezi těmito dvěma formami hladovění je důležité, protože určuje to, jak tělo reaguje na nedostatek potravy a jaké metabolické adaptace za těchto situací probíhají. Krátkodobé hladovění může být pro tělo přirozeným procesem a může dokonce mít některé zdravotní výhody, zatímco stresové hladovění je spojeno s akutními potřebami těla na zotavení a léčbu (Zadák 2009).

3.2.1 Krátkodobé a dlouhodobé hladovění

Tělo se v průběhu období nedostatku potravy adaptuje a reaguje na rozdílné délky hladovění s cílem udržet životně důležité funkce a potřebnou energii k přežití. Krátkodobé hladovění, kdy dochází k poklesu příjmu energie a živin bez aktivace zánětlivých reakcí, umožňuje tělu přizpůsobit se sníženému příjmu potravy. Naproti tomu, dlouhodobé stresové hladovění, ke kterému může docházet i v extrémních situacích, jako jsou vážná onemocnění, operace nebo infekce, vyvolává iniciaci zánětlivých mechanismů a neurohumorálních reakcí, což často vede k významným komplikacím, jako je oslabení imunitního systému a narušení metabolické rovnováhy. Klasifikace hladovění na krátkodobé a dlouhodobé podle délky trvání má klíčový význam pro lepší porozumění těmto reakcím a adaptacím (Teplan et al. 2000; Křižová & Röhms 2014).

Při krátkodobém hladovění, trvajícím obvykle do tří dnů, jsou jako zdroj potřebné energie využívány převážně zásoby glykogenu, ze kterého je při nedostatku energie uvolňována glukosa. Tento zásobní polysacharid je uložen téměř ve všech buňkách organismu, ale jeho největší zásoby jsou lokalizovány v játrech a kosterní svalovině. Zásoby glykogenu jsou však velmi omezené a vydrží zhruba jeden den, proto po jejich vyčerpání začne tělo jako zdroj energie využívat zásobní lipidy, tedy triacylglyceroly (TAG). Odbouráním TAG, respektive mastných kyselin, které jsou jejich energeticky nejhodnotnější složkou, může mimo jiné docházet k produkci ketolátů, které jsou pak využívány jako alternativní zdroj energie zejména pro mozkové buňky, které nemají žádné zásoby glykogenu. Při krátkodobém hladovění se tělo na nedostatek potravy adaptuje relativně rychle a obvykle při něm nedochází k aktivaci zánětlivých reakcí (Musil 2002; Saladin 2009; Fung & Moore 2018).

Dlouhodobé hladovění, které přesahuje tři dny a může trvat týdny a měsíce může v organismu vyvolávat složité adaptivní změny. Dochází při tom k postupnému snižování energetických nákladů a omezení svalového katabolismu, čímž se tukové zásoby stávají hlavním zdrojem energie, zatímco bílkoviny jsou uchovávány pro udržení svalové hmoty. Během dlouhodobého hladovění dochází k poklesu hladiny insulínu, který je klíčovým hormonem podílejícím se na regulaci hladiny glukosy v krevní plasmě tím, že umožňuje její vstřebávání do buněk a ukládání nadbytečných zásob ve formě glykogenu. Nízká hladina insulínu v situacích dlouhodobého hladovění signalizuje potřebu zvýšené produkce glukosy a nepřímo přispívá k aktivaci procesu glukoneogeneze, tedy syntézy glukosy z látek nesacharidového charakteru, jako jsou aminokyseliny (produkty rozkladu bílkovin), laktát

(produkt anaerobního metabolismu), či jiné organické kyseliny (propionát). Glukoneogeneze představuje způsob energetického zásobování orgánů (zejména mozku), které nemohou využívat tuk jako hlavní zdroj energie (Caballero et al. 2005).

Při dlouhodobém hladovění může docházet také k odbourávání bílkovin, což vede ke ztrátě svalové hmoty. Bílkoviny nejsou primárně zásobními látkami, ale látkami stavebními a za fyziologických podmínek je jejich degradace velmi omezená, protože tělo se snaží tyto stavební látky šetřit, aby udrželo vitální funkce a jako zdroj energie preferuje jiné molekuly, zejména TAG. Přesná doba hladovění, po které začne docházet k degradaci bílkovin a s tím spojené ztrátě svalové hmoty závisí na individuálních faktorech, včetně genetických a fyziologických rozdílů mezi lidmi. Nicméně obvykle trvá několik dní nebo déle, než se začnou změny na úrovni svalových proteinů projevovat (Caballero et al. 2005; Shils & Shike 2006).

3.3 Půst

Půst je specifickou formou hladovění, při kterém jednotlivci dobrovolně omezují nebo úplně přerušují konzumaci potravy a někdy i pití po určitý časový úsek. Existuje celá řada forem půstu, včetně těch, které stanovují omezení jídla nebo nápojů na určité období. Rozsah těchto postních period může být od několika hodin až po týdny a zahrnuje tak širokou paletu metod půstu (Phillips 2019).

3.3.1 Historie a současnost

Historicky zakotvená tradice půstu přetrvává a je dodnes praktikována z různorodých motivací zahrnujících náboženské, léčebné a rituální důvody (Phillips 2019). Náboženský půst je v zásadě založen na dietních omezení nebo omezení příjmu kalorií a tvoří důležitou součást mnoha populárních náboženství. Z náboženského hlediska je pravidelný půst praktikován jako klíčový prostředek duchovní očisty. Tuto tradici praktikuje většina světových náboženství, včetně křesťanství a islámu (Kerndt et al. 1982; Trepanowski & Bloomer 2010; Persynaki et al. 2017).

V křesťanství byla jednou z prvních známých postav praktikujících pravidelný půst svatá Kateřina ze Sieny, která se stravovala pouze vodou a zeleninou. Tento způsob stravování, označovaný jako *anorexia mirabilis* nebo *inedia prodigiosa*, byl považován za způsob, jak prokázat oddanost, sílu, pokání a čistotu. Postupem času byl v křesťanské víře kladen důraz spíše na dobré skutky než na samotný půst (Galassi et al. 2018).

V islámu je známým příkladem půst během svatého měsíce Ramadánu, který dodržuje většina muslimů po celém světě. Během tohoto měsíce se muslimové zdržují jídla a pití od svítání do soumraku (Akhtar et al. 2022). Dopad ramadánského půstu na tělesnou hmotnost může být různý, někteří mohou zhubnout, zatímco jiní mohou přibrat, v závislosti na tom, zda kompenzují nedostatek příjmu energie po skončení půstu, či nikoli (Ramadan & Barac-Nieto 2000; Sadeghirad et al. 2014).

Různé typy půstů jsou jako prostředek k očistě těla i duše praktikovány také v rámci džinismu. Jednou z nejzajímavějších forem džinistického půstu je *sallehana* nebo *santhara*, což je rituál označovaný jako pomalá "sebevražda". Během tohoto rituálu jedinci postupně

přestávají konzumovat jídlo a tekutiny. Tento proces se tradičně provádí pod vedením duchovního mentora a má hluboký duchovní význam. *Santhara* však čelí kritice ze strany lidskoprávních aktivistů, kteří ho označují za problematický. Nicméně jeho příznivci tvrdí, že nazývat *santharu* "sebevraždou" je mylné, a že ve skutečnosti jde o akt víry, racionálního uvažování a odvahy. Pro džinisty má *santhara* hluboký duchovní význam a slouží k dosažení vyššího stupně očisty těla a duše, nejde tedy o snahu o ukončení života, jak by se mohlo zdát z vnějšku. Tato praxe je zajímavým příkladem toho, jak různá náboženství mohou mít specifické formy půstu a obřadů, které mají hluboký náboženský význam pro jejich stoupence, ale mohou být zároveň předmětem kontroverze a diskusí v širší společnosti (Wiley 2004).

V novém tisíciletí došlo k rapidnímu nárůstu popularity půstu, který byl podporován vzrůstajícím veřejným přesvědčením o jeho prospěšnosti pro různé aspekty lidského zdraví. Přestože se tvrdí, že půst může mít pozitivní vliv na zdraví, konvenční lékařská praxe k němu zůstává poněkud skeptická (Phillips 2019). Začlenění půstu do každodenního života může být náročné, zejména kvůli sociálním normám a stravovacím zvyklostem. Na druhé straně je půst nejjednodušší formou diety, šetří nejen finanční výdaje spojené s nákupem potravin, ale i mentální energii a obvykle poskytuje příležitost přemýšlet o tom, co a kdy jíme (Collier 2013).

3.3.2 Půst v každodenním životě

Půst, jako způsob stravování, může být přínosný pro většinu lidí, avšak vyžaduje opatrnost a dodržování individuálních potřeb a okolností. Praktikovat půst se důrazně nedoporučuje u dětí, mladistvých, těhotných a kojících žen a jedinců starších 75 let, protože u těchto skupin je nezbytné respektovat specifické výživové potřeby. Obvykle se půst nedoporučuje ani u osob s nízkým indexem tělesné hmotnosti (BMI, z anglického *body mass index*), ale v případě normální hladiny volné tukové hmoty a specifických nutričních parametrů, může být kontrolovaný půst využit k redukci oxidačního stresu a podpoře buněčné obnovy i u těchto jedinců (De Lorenzo et al. 1997; Di Renzo et al. 2006; Di Renzo et al. 2013).

Před začátkem půstu je důležité tělo pečlivě připravit. Doporučována je pravidelná a vyvážená strava se specifickým rozložením makroživin (Di Renzo et al. 2020). Dostatečné množství bílkovin by mělo být zahrnuto do stravy, neboť jsou klíčové pro udržení svalové hmoty a obecně pro normální funkce těla. Zdroje bílkovin zahrnují maso, ryby, vejce, mléčné výrobky, luštěniny a rostlinné bílkoviny (Malachov 1999; Jelínek 2012). Složitější sacharidy s nízkým glykemickým indexem by měly být upřednostňovány namísto jednoduchých cukrů, což umožní udržet stabilní hladinu cukru v krvi a zabránit prudkým výkyvům energie. Do stravy by měly být zahrnuty celozrnné obiloviny, ovoce a zelenina, které jsou bohatými zdroji těchto sacharidů. Z tuků by měly být upřednostňovány zejména nenasycené tuky v ořechách, semenech, avokádu a rybách, a naopak příjem *trans*- a nasycených tuků by měl být omezen, neboť mohou mít negativní vliv na zdraví srdce (Malachov 1999; Attinà et al. 2021). Klíčové je také udržování dostatečné hydratace, protože příjem vody je nezbytný pro zachování normálních tělesných funkcí, zejména při půstu, kdy může snadněji dojít k dehydrataci (Malachov 1999).

Během půstu je doporučeno odpočívat a vyhybat se náročné fyzické aktivitě. Jedinou povolenou fyzickou aktivitou je mírný cvičební režim nebo jóga (Sands et al. 2013). Sportovcům je během půstu doporučeno trénovat na nízké intenzitě (Zouhal et al. 2020). Dále je vhodné vyvarovat se dlouhodobému řízení vozidla, provádění domácích prací a kouření,

protože při hladovění může být pocíťována silnější potřeba kouřit, vedoucí ke zvýšené spotřebě cigaret, což může ovlivnit srdeční funkci a představovat zvýšení rizika negativních dopadů na lidské zdraví spojených s kouřením (Zacny & Wit 1990; Kim et al. 2012; Madaniyazi et al. 2016).

Velmi důležité je potom období návratu k běžné stravě. Specifičnosti tohoto přechodného období, zejména co se týče obnovení činnosti trávicího systému, jsou ovlivněny délkou trvání půstu. Krátkodobé hladovění obvykle nezpůsobuje problémy s trávením a návrat ke stravě probíhá většinou bez obtíží a díky tomu je velmi rychle možné začít konzumovat potravu podobnou té před hladověním. Při delším období hladovění je však nutné postupně obnovit trávicí funkce. Větší opatrnosti je zapotřebí po hladovění delším než 7 dní, kdy by konzumací těžko stravitelné stravy mohlo dojít k poškození trávicího systému. Je proto nutné dbát na pozvolný návrat k běžné stravě, aby bylo minimalizováno riziko nových onemocnění. Pro optimalizaci výhod půstu v kontextu tělesného a duševního zdraví je ukončení půstu a postupný návrat ke stravě klíčový (Partyková 2017).

3.4 Přerušovaný půst

Přerušovaný půst (IF, z anglického *intermittent fasting*) představuje stravovací vzory charakteristické pravidelnými intervaly, během kterých buď dochází k úplnému nebo velmi omezenému příjmu kalorií. Tato období krátkodobého hladovění mohou trvat od 12 hodin do několika dnů a pracují s různým rozložením stravy během dne, přičemž do celkové doby hladovění se počítá i doba spánku (Anton et al. 2018).

3.4.1 Hladovění obden

Hladovění obden (ADF, z anglického *alternate-day fasting*) je způsob přerušovaného půstu, který spočívá v cyklickém střídání dnů hladovění s dny, kdy můžeme jíst potravu bez omezení (Tripolt et al. 2018). Celková doba hladovění v rámci ADF může být různá v závislosti na tom, kdy začíná a končí období hladovění. Například pokud by jedinec naposledy jedl ve středu ve 21:00 a začal znovu jíst až v pátek v 9:00, tak by hladověl celkem 36 hodin. Obecně je důležité, aby jedinec dodržoval dostatečnou hydrataci a v období, když jí, udržel vyvážený přísun živin a energie. ADF může mít pozitivní účinky na zdraví, včetně snížení hladiny insulinu a glukosy na lačno, snížení celkového cholesterolu a TAG v krvi a může mít také pozitivní vliv na rizikové faktory spojené s rozvojem rakoviny a zánětlivých onemocnění (Varady & Hellerstein 2007).

3.4.2 Denní přerušovaný půst

Denní přerušovaný půst (DIF, z anglického *diurnal intermittent fasting*) zahrnuje omezení jídla nebo hladovění během denního cyklu, obvykle s obdobím stravování během dne a obdobím půstu v noci nebo naopak. Tento druh půstu bývá často spojován s omezením příjmu kalorií nebo s určitým stravovacím vzorcem, který se pravidelně opakuje. Jedním z nejvýraznějších příkladů DIF je Ramadán. Během náboženského rituálu Ramadánu je povoleno jíst pouze mezi soumrakem a úsvitem. To obvykle zahrnuje lehké jídlo při západu slunce, večeři po noční modlitbě a jídlo před úsvitem. V důsledku tohoto typu půstu dochází

k výrazné změně časových vzorců příjmu potravy, což může ovlivnit biologické cirkadiální rytmy hladovějících lidí (Qasrawi et al. 2017). Během Ramadánu dochází ke změnám v hladinách hormonů, jako je kortizol, melatonin, ghrelin a leptin, které jsou s cirkadiálními rytmy těsně spojeny. Tyto hormony jsou ovlivněny spánkovými a stravovacími návyky a zpravidla podléhají cyklům světla a tmy. DIF během Ramadánu může regulaci těchto hormonů narušit, což může mít vliv na metabolismus a zdraví organismu (Bogdan et al. 2001; Al-Rawi et al. 2020). Ramadán může vést k dočasnému úbytku hmotnosti, ale protože je v biologickém konfliktu s lidskými cirkadiálními rytmickými hodinami, není doporučován jako vhodná metoda pro dlouhodobé hubnutí nebo zlepšení metabolického zdraví (Patterson et al. 2015).

3.4.3 Eat stop eat (ESE)

Metoda "*Eat Stop Eat*" popsána v knize Brada Pilona, představuje netradiční přístup k přerušovanému půstu. Tato metoda, navržená pro jednotlivce s cílem ztrácet tukovou tkáň a získávat svalovou hmotu, byla založena na zkušenostech autora knihy, který není lékařem ani zdravotním pracovníkem, ale má bohaté zkušenosti s kulturistikou a prací ve společnosti vyrábějící doplňky stravy (Pilon 2015).

ESE zahrnuje půst jeden nebo dva dny v týdnu, během kterých není konzumována žádná potrava a následně se v dalších dnech vrací k běžné stravě. Princip, na kterém je metoda ESE založena, spočívá v tom že omezený příjem kalorií během jednodenního období půstu může podporovat úbytek váhy, respektive tukové tkáně, protože tělo začne využívat tuk jako hlavní zdroj energie. Je však důležité mít na paměti, že tento typ půstu vyžaduje silnou vůli a může zvýšit riziko přejídání, zejména pokud na něj jedinci nejsou dostatečně připraveni. Proto je klíčové tuto metodu praktikovat s opatrností, zvláště u jednotlivců trpících poruchami příjmu potravy (Pilon 2015). Přestože se zdá, že stravovací režim ESE může přinést výhody pro zdraví a pomoci při hubnutí, je třeba provést další výzkum k potvrzení jeho účinnosti a dlouhodobých dopadů na zdraví organismu (Anton et al. 2018).

3.4.4 Warrior diet

Warrior Diet, je forma přerušovaného půstu založená na starověkých stravovacích návycích bojovníků. Tento stravovací plán byl vytvořen Ori Hofmeklerem v roce 2001 a má své specifické charakteristiky. V rámci *Warrior Diet* jedí jedinci po dobu 20 hodin během dne velmi málo, což zahrnuje malá množství mléčných výrobků, vařených vajec, syrového ovoce a zeleniny a nekalorických tekutin. Během následujících čtyř hodin mohou lidé konzumovat libovolné množství jídla, s důrazem na syrové a výživově hodnotné potraviny. Toto období umožňuje začlenit do stravy potraviny poskytující dostatečné množství všech základních živin. Pro dodání adekvátního množství to může být například krůtí maso nebo tofu. Sacharidy a vláknina jsou dodávány například v podobě celozrnného pečiva nebo jiných příloh, jako je quinoa, zatímco ořechy a semena jsou výborným zdrojem zejména tuků (Rynders et al. 2019). Vědecké důkazy o účincích *Warrior Diet* zatím chybí, protože neexistují konkrétní studie zaměřené přímo na tento stravovací plán. Dodržování tohoto režimu může být obtížné a navíc nadměrná konzumace potravy během čtyřhodinového intervalu večer může vést k neuspořádaným stravovacím návykům (Mattson et al. 2017; Jamshed et al. 2019).

3.4.5 Time-Restricted Feeding

Time-Restricted Feeding (TRF) je metodou IF, která získala velkou pozornost v mainstreamových médiích. Tato metoda umožňuje jednotlivcům jíst potravu pouze během stanoveného časového okna, které obvykle trvá od 3-4 hodin až po 10-12 hodin. To znamená, že zbylá doba je vyhrazena pro půst, který může trvat od 12 do 21 hodin denně (Moro et al. 2016). Nejčastější formou TRF je omezení jídla na určitý časový rámec během dne, například omezení stravování na 8 hodin a následný půst po dobu 16 hodin. Tento rámec může být upraven podle preferencí, například 6 hodin stravování a 18 hodin půstu. TRF se stala inovativní strategií pro prevenci a léčbu různých duševních poruch, poruch spánku a je také spojena s pozitivními účinky na zdraví mozku, například zlepšením kognitivních funkcí. Studie ukazují, že TRF může ovlivnit různé biochemické procesy, jako je neurotrofický faktor, který hraje klíčovou roli v učení a paměti (Currenti et al. 2021a; Currenti et al. 2021b). Výsledky výzkumu provedeného na zvířatech nasvědčují tomu, že pro udržení optimální metabolické funkce organismu je klíčové synchronizovat období TRF s přirozenými cirkadiálními rytmy, protože cirkadiální rytmus odráží biologickou harmonii těla a jeho fyziologické funkce s cykly světla a tmy. Synchronizace TRF s těmito rytmickými procesy tak může napomoci optimálnímu fungování biologických mechanismů. Přirozené cirkadiální rytmy ovlivňují klíčové metabolické procesy, včetně regulace hladiny glukosy v krvi a hormonů. Nesynchronizovaný TRF může tyto cykly narušit, což může mít negativní dopad na metabolickou rovnováhu (Patterson et al. 2015; Jamshed et al. 2019; Desmet et al. 2021).

3.5 IF a cirkadiální rytmy

Organismy vyvinuly endogenní cirkadiální hodiny k omezení své aktivity v noci nebo během dne a zajištění optimálního průběhu fyziologických procesů. Tyto vnitřní biologické hodiny umožňují tělu lépe se přizpůsobit cyklu světla a tmy, což je klíčové pro udržení zdravého metabolického rytmu (Panda et al. 2002). Režimy přerušovaného půstu, které korigují časování konzumace jídla, mohou využívat tuto cirkadiální biologii ke zlepšení metabolického zdraví, protože denní doba hraje klíčovou roli v integraci metabolismu a energetických mechanismů (Froy & Miskin 2010). Krátkodobé experimenty s půstem a režimy omezení jídla ukazují, že synchronizací příjmu potravy s cirkadiálním rytmem je možné ovlivnit genovou expresi a molekulární mechanismy energetického metabolismu (Hatori et al. 2012; Eckel-Mahan et al. 2013).

Cirkadiální rytmy neovlivňují pouze naše biologické procesy, ale také naše chování včetně spánku. Porušení těchto rytmů může ovlivnit i zdraví organismu, zejména v podobě zvýšení rizika vzniku a rozvoje různých chronických onemocnění, jako jsou obezita a cukrovka (Scheer et al. 2009). Signály spojené s příjmem potravy, včetně doby a frekvence jídla, hrají důležitou roli v synchronizaci cirkadiálních hodin, což ovlivňuje metabolické dráhy a energetickou homeostázu. Konzumace jídla mimo normální časy stravování, zejména v noci, může narušit tyto rytmy a způsobit nerovnováhu v energetických procesech těla (Challet 2013). Konzumace jídla v noci může zvýšit fluktuaci postprandiální glukosy a insulinu, což může zvýšit riziko diabetu druhého typu a dalších metabolických onemocnění v dlouhodobém měřítku (Scheer et al. 2009).

3.5.1 IF a střevní mikrobiom

Bylo zjištěno, že střevní mikrobiota má významný vliv na naše zdraví a zdá se, že má také vzájemnou souvislost s cirkadiánním rytmem a stravovacími návyky (Thaiss et al. 2014).

Přírozená střevní mikrobiota skutečně ovlivňuje příjem potravy, přičemž jak obsah potravy, tak čas její konzumace hrají klíčovou roli (Heath-Heckman et al. 2013; Thaiss et al. 2014; Zarrinpar et al. 2014). Doposud provedené výzkumy naznačují, že praktikováním IF, respektive omezením časového intervalu stravování, je ovlivňováno složení střevního mikrobiomu a zastoupení jednotlivých mikroorganismů a bakterií, díky čemuž je podporována oxidace bílého tuku a tím může docházet k redukci obezity (Li et al. 2017). Kromě toho se zdá, že střevní mikrobiota je vzájemně ovlivňována s geny hostitele a regulována jeho cirkadiánním rytmem (Parker et al. 2019). Příklad byl pozorován ve studii, která prokázala, že *Enterobacter aerogenes* obsahuje endogenní cirkadiánní hodiny, které mohou být synchronizovány se svým hostitelem prostřednictvím melatoninu vylučovaného do střeva (Paulose & Cassone 2016). Studie provedená Govindarajanem et al. (2016) naznačuje, že exprese některých tzv. cirkadiánních genů v játrech a střevech je pravděpodobně ovlivněna mikrobiálními produkty. Mezi tyto produkty patří nepřevázané žlučové kyseliny. Tato zjištění podporují myšlenku možného mechanismu komunikace mezi mikrobiotou a hostitelem. Ještě širší perspektiva ukazuje, že mikrobiální produkty mohou mít významný vliv na regulaci cirkadiánních genů. Kromě žlučových kyselin mohou být i další faktory, jako jsou krátké řetězce mastných kyselin (SCFAs) produkované bakteriemi ve střevním traktu, a metabolity tryptofanu, například serotonin a melatonin, zahrnutý do této regulace.

Z výše uvedeného je zřejmé, že zdravý střevní mikrobiom je nezbytný pro udržení metabolické rovnováhy a celkového zdraví hostitele. Dále je důležité zdůraznit, že pravidelná změna složení střevní mikrobioty v reakci na stravovací/půstové režimy přispívá k rozmanitosti a funkčnosti mikrobioty (Zarrinpar et al. 2014; Voigt et al. 2016; Hu et al. 2019). Navíc, rozdíly ve složení střevního mikrobiomu způsobené různými stravovacími/půstovými režimy pomáhají udržovat stabilitu cirkadiánních rytmů, zatímco nadměrná konzumace potravy může narušit molekulární cirkadiánní hodiny a vést k chronickým poruchám celkové rovnováhy (Hatori et al. 2012).

Podle studie provedené Cignarellou et al. (2018) má přerušovaný půst významné imunomodulační účinky. Tito autoři zjistili, že IF poskytuje ochranu před autoimunitními reakcemi centrálního nervového systému (CNS) tím, že ovlivňuje složení střevní mikrobioty. Detailní analýza ukázala, že IF způsobuje změny ve střevní mikrobiotě, které jsou spojeny s redukcí zánětlivých procesů. Tyto zjištění naznačují, že IF může přispívat k udržení zdravého stavu imunitního systému tím, že ovlivňuje mikrobiální ekosystém v trávicím traktu.

3.6 Vliv IF na metabolismus živin

Metabolismus představuje sofistikovaný orchestr chemických reakcí probíhajících v lidském těle, jehož úkolem je transformovat konzumovanou potravu na energii nezbytnou pro udržení životních funkcí. Tento proces zahrnuje tisíce různých reakcí, které musí být pečlivě koordinovány a je ovlivňován řadou faktorů, jako jsou hormony, genetika a životní styl, přičemž všechny tyto složky mají klíčový vliv na naše zdraví (Holeček 2006). V rámci

metabolismu mohou být rozlišovány dvě základní fáze a to fáze resorpční a postresorpční (Dostál et al. 2003). Praktikováním přerušovaného půstu může dojít k ovlivnění metabolické regulace prostřednictvím různých mechanismů souvisejících se změnou životního stylu, jako je již zmíněná cirkadiánní biologie, ale také střevní mikrobiom, na jehož složení a funkci může mít IF také značný vliv (Turnbaugh et al. 2006; Ridaura et al. 2013). Tyto faktory jsou propojeny v komplexní síť biologických a fyziologických systémů. Narušení těchto systémů může ovlivnit absorpci, výdej a skladování energie v těle, čímž se zvyšuje riziko vývoje vážných zdravotních problémů, jako jsou hormonální nerovnováhy, obezita, diabetes a dokonce i kardiovaskulární onemocnění (Longo et al. 2021).

3.6.1 Resorpční fáze

Resorpční fáze, známá též jako absorpční fáze, zahrnuje období od okamžiku přijímání potravy až po několik hodin poté. V této fázi je trávicí trakt aktivně zaměstnán zpracováváním potravy. Resorpce v tomto kontextu znamená absorpci nebo opětovné vstřebávání látek do krevního oběhu nebo do buněk. Například během trávení jsou živiny z potravy absorbovány ve střevě a následně transportovány krví do různých částí těla, kde jsou buňkami vstřebávány pro získání energie, potřebné k růstu a průběhu dalších metabolických procesů. V této fázi představuje hlavní zdroj energie glukosa (Dostál et al. 2003; Saladin 2009).

3.6.1.1 Glukosa

Resorpční fáze glukosy se zabývá procesem vstřebávání glukosy z trávicího systému do krevního oběhu. Glukosa je monosacharid, který hraje klíčovou roli v energetickém metabolismu, poskytuje buňkám energii, kterou potřebují ke správnému fungování. Její regulace je pečlivě řízena hormony a enzymy, aby byla zachována rovnováha hladiny krevního cukru a zajištěna energetická stabilita organismu (Ledvina et al. 2009).

V resorpční fázi procházejí sacharidy obsažené v přijaté potravě procesem trávení, který začíná v ústech, kde enzym slinná α -amylasa neboli ptyalin (EC 3.2.1.1) katalyzuje částečné hydrolytické štěpení polysacharidů na jednodušší sacharidy. K dalšímu částečnému trávení dochází v žaludku odkud jsou sacharidy transportovány do tenkého střeva. V tenkém střevě hraje klíčovou roli pankreatická šťáva obsahující enzymy jako je pankreatická amylasa (EC 3.2.1.1), které dále štěpí sacharidy na směs monosacharidů, především glukosy, která tvoří až 80 %. Uvolněná glukosa je poté vstřebávána do krevního oběhu prostřednictvím enterocytů, buněk tenkého střeva. K absorpci může docházet buď aktivním kotransportem se sodíkem, nebo pasivním transportem pomocí specifických glukosových přenašečů (Ledvina et al. 2009).

3.6.1.2 Lipidy

Hlavními lipidy v potravě jsou TAG, což jsou estery tří mastných kyselin a glycerolu. Tyto TAG jsou klíčovými nosiči energie v potravě a jsou bohaté na kalorie. Resorpční fáze TAG představuje proces jejich absorpce z trávicího systému do krevního oběhu. Během trávení dochází k rozkladu TAG na glycerol a mastné kyseliny (MK) působením hydrolytických enzymů lipas (EC 3.1.1.3). Některé lipasy působí již v žaludku, a to konkrétně acidostabilní lipasa, ale hlavním místem trávení tuků je tenké střevo. V tenkém střevě dochází k emulgaci

tuků žlučovými solemi, což je naprosto zásadní pro zpřístupnění vazeb TAG enzymům, zejména pankreatické lipase, která katalyzuje hydrolýzu TAG na směs MK a monoacylglycerolů. Tyto produkty enzymatické hydrolýzy jsou poté transportovány do enterocytů, kde jsou reesterifikovány na TAG, které jsou následně integrovány do struktury chylomikronů. Chylomikrony jsou lipoproteinové částice vytvářené buňkami sliznice tenkého střeva, které slouží k transportu lipidů z tenkého střeva do lymfatického systému (Murray et al. 2012). Z lymfatického systému jsou TAG v podobě chylomikronů transportovány přes *ductus thoracicus*, do krevní cirkulace odkud jsou distribuovány do celého těla. Tento proces je klíčový pro efektivní přenos lipidů a energie, které jsou následně využity v různých tkáních a buňkách organismu (Dostál et al. 2003).

3.6.1.3 Bílkoviny a aminokyseliny (AmK)

Bílkoviny přijaté potravou jsou v trávicím traktu odbourávány pomocí enzymů ze skupiny proteas, které katalyzují hydrolytické štěpení peptidových vazeb a liší se v závislosti na specifickém mechanismu jejich působení. Nejběžnějším typem proteas je pepsin (EC 3.4.23.1), který je aktivní v kyselém prostředí žaludku a má klíčovou roli v iniciální fázi trávení, kdy jsou bílkoviny rozkládány na peptidy. Trávení pak pokračuje ve střevech, kde prostřednictvím pankreatických enzymů, zejména trypsinu (EC 3.4.21.4) a chymotrypsinu (EC 3.4.21.1) dochází k dalšímu štěpení peptidových řetězců na jednodušší peptidy nebo až na jednotlivé AmK (Murray et al. 2012).

AmK přijímané z potravy lze rodělit na dvě hlavní kategorie, a to esenciální a neesenciální. Esenciální AmK jsou ty, které organismus není schopen samostatně syntetizovat a je závislý na jejich příjmu potravou. Mezi esenciální aminokyseliny patří valin, leucin, izoleucin, fenylalanin, tryptofan, methionin, threonin a lysin. Specifickou skupinu AmK představují histidin a arginin, které jsou považovány za semiesenciální, což znamená, že organismus může být schopen syntetizovat je za určitých podmínek, ale v některých případech mohou být považovány za esenciální. Ostatní AmK jsou neesenciální, neboť organismus je jejich biosyntézy schopen a není tedy nutné je získávat pouze z potravy (Dostál et al. 2003; Ledvina et al. 2009).

Resorpční fáze zahrnuje proces absorpce AmK z trávicího systému do krevního oběhu. Během této fáze dochází k vstřebání AmK stěnami střeva, což umožňuje následné využití těchto látek v různých metabolických procesech v těle (Dostál et al. 2003; Ledvina et al. 2009).

3.6.2 Postresorpční fáze a hladovění

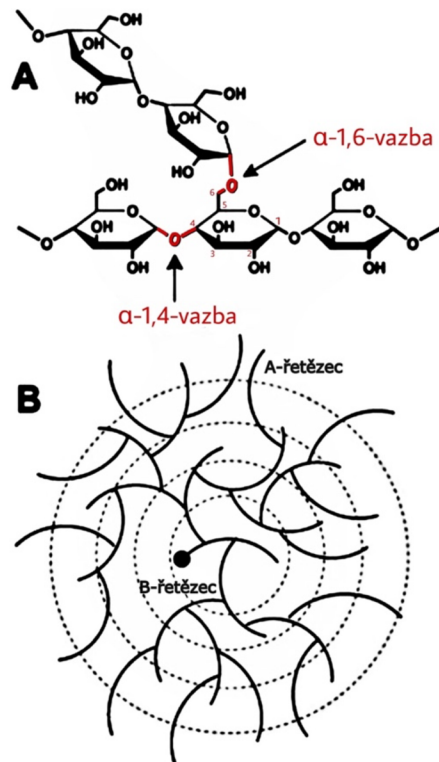
Postresorpční fáze představuje období po absorpci živin, kdy dochází k téměř úplnému vyprázdnění obsahu trávicího traktu. Někdy je tato fáze označována jako přechodné období mezi fází absorpční a hladověním, ve které postabsorpční fáze plynule přechází. Organismus pro získání potřebné energie začíná využívat uložené zásoby živin, které byly předtím absorbovány a uskladněny v různých tkáních, zejména v játrech, svalové a tukové tkáni. Přesný časový rámec tohoto přechodu není jednotně stanoven a může být ovlivněn individuálními faktory. V postabsorpční fázi dochází v těle ke klíčovým metabolickým změnám, které souvisí s úsilím organismu udržet energetickou homeostázu a vyrovnávat potřeby mezi následujícími obdobími příjmu potravy. V této fázi je hlavním cílem udržet fyziologickou hladinu glukosy

v krvi (glykemii), která je zásadní pro řadu funkcí organismu (Ganong 2005; Rubio-Aliaga et al. 2010; Griover & Horn 2019).

Na glukose jsou zcela závislé červené krvinky, které slouží k transportu kyslíku a oxidu uhličitého mezi plícemi a tělními tkáněmi. Z důvodu absence mitochondrií, organel, ve kterých jsou lokalizovány enzymy katalyzující klíčové reakce aerobního metabolismu lipidů a proteinů, nejsou erythrocyty schopné využívat tuky a bílkoviny jako zdroj energie. Glukosa slouží jako primární zdroj energie také pro mozek, který není schopný ji ukládat do zásob, a je proto závislý na jejím průběžném dodávání z krve. Nicméně v situacích omezené dodávky glukosy je mozek schopen adaptovat se a využívat jako alternativní zdroj energie tzv. ketolátky, které jsou produkovány v játrech během rozkladu mastných kyselin v procesu ketogeneze. Příliš nízká (hypoglykemie) ale i příliš vysoká hladina glukosy v krvi (hyperglykemie) může mít vliv na mozkovou činnost, což se může projevit jako zmatenost nebo neschopnost se soustředit a v extrémních případech může vést až ke ztrátě vědomí a poškození mozku (Murray et al. 2012).

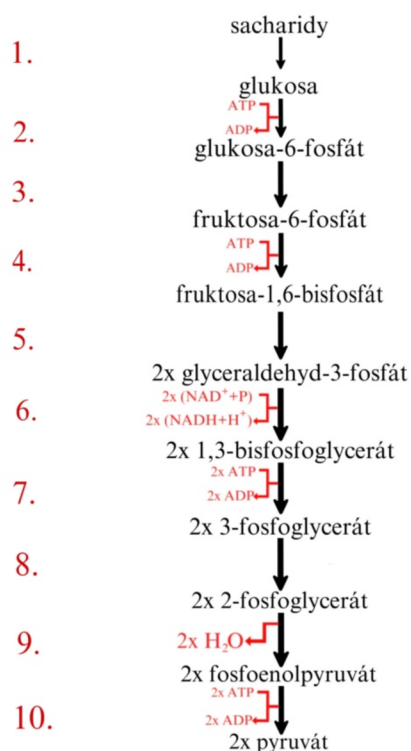
3.6.2.1 Glukosa

Postresorpční fáze představuje klíčový krok v metabolických dějích spojených s využitím glukosy po jejím vstřebání do krevního oběhu (Caballero et al. 2005). Většina glukosy je po vstřebání do krve transportována portální žilou do jater. Játra hrají v metabolismu glukosy klíčovou roli, protože zde může být glukosa uložena ve formě jaterního glykogenu, nebo může být uvolňována zpět do krevního oběhu. Z krevního oběhu je glukosa (vstřebaná z enterocytů nebo uvolněná z jater) vychytávána buňkami periferních tkání, které ji mohou využít jako zdroj energie nebo její přebytek uložit do zásob v podobě glykogenu, struktura glykogenu je zobrazena na Obrázku 1 (Ledvina et al. 2009).



Obrázek 1. Struktura glykogenu. (A) Znáromění lineární α -1,4-glykosidické vazby a větvičí α -1,6-glykosidické vazby. (B) Model vrstvené organizace glykogenu, kde vnitřní B-řetězce v průměru nesou dvě větve a vnější A-řetězce jsou nevětvené. Černý bod značí glykogenin (upraveno dle Roach et al. 2012).

Prvním krokem využití glukosy jako energetického substrátu je její odbourání v procesu glykolýzy (Ledvina et al. 2009). Glykolýza je klíčovou biochemickou cestou, která probíhá v cytoplazmě buněk a slouží k rozkladu glukosy na pyruvát. Tento proces je zásadním krokem v energetickém metabolismu, při němž je uvolňována energie nezbytná pro správnou funkci buněk. Tento proces je také znám jako cesta Embden-Meyerhof, pojmenovaná po vědcích, kteří měli klíčový podíl na jeho objevení a pochopení (Akram 2013). Glykolýza probíhá jak v aerobních, tak v anaerobních podmínkách. V aerobních podmínkách vstupuje pyruvát do Krebsova cyklu a následně podléhá oxidativní fosforylaci, což vede k čisté produkci 32 molekul ATP. V anaerobních podmínkách je pyruvát přeměněn na laktát pomocí enzymu laktát dehydrogenasy (EC 1.1.1.27), čímž organismus získá celkem pouze 2 molekuly ATP. Schéma glykolýzy je zobrazeno na Obrázku 2 (Granchi et al. 2010).



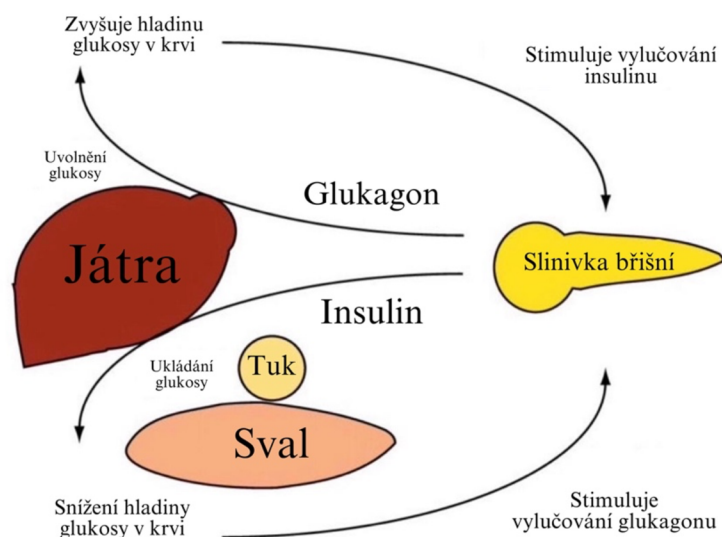
Obrázek 2. Schéma glykolýzy. Sacharidy se přeměňují na glukosu, ta se dále přeměňuje na glukosa-6-fosfát pod vlivem hexokinasy (EC 2.7.1.1). Glukosa-6-fosfát se následně mění na fruktosa-6-fosfát za účasti fosfohexózokinasy (EC 2.7.1.90). Fruktosa-6-fosfát pak přechází na fruktosa-1,6-bisfosfát, kde účinkuje fosfofruktokinasa (EC 2.7.1.11). Fruktosa-1,6-bisfosfát se následně štěpí na 2x glyceraldehyd-3-fosfát díky aldolase (EC 4.1.2.13). 2x Glyceraldehyd-3-fosfát se pak transformuje na 2x 1,3-bisfosfoglycerát, přičemž působí glyceraldehyd-3-fosfátdehydrogenasa (EC 1.2.1.12). 2x 1,3-bisfosfoglycerát se přeměňuje na 2x 3-fosfoglycerát pomocí fosfoglycerátkinasy (EC 2.7.2.3), dále na 2x 2-fosfoglycerát s pomocí fosfoglycerátmutasy (EC 5.4.2.12). 2x 2-fosfoglycerát se proměňuje na 2x fosfoenolpyruvát, přičemž účinkuje enolasa (EC 4.2.1.11), a nakonec se 2x fosfoenolpyruvát přeměňuje na 2x pyruvát pod vlivem pyruvátkinasy (EC 2.7.1.40) (upraveno dle Bruggeman et al. 2002).

Nadbytečné množství glukosy je v organismu uloženo do glykogenu, který se nachází převážně v játrech a svalové tkáni, ale v menším množství se vyskytuje i v jiných tkáních. Proces tvorby glykogenu začíná zpravidla 6–8 hodin po posledním jídle (Ledvina et al. 2009).

Hlavní typy glykogenu, jaterní a svalový mají v metabolismu glukosy a energetické homeostáze organismu odlišné role. Primární funkcí jaterního glykogenu je udržovat hladinu glukosy v krvi, která se u zdravého dospělého člověka pohybuje v rozmezí 3,9-5,5 mmol/l. Zásoby glykogenu v játrech jsou tedy udržovány na úrovni schopné udržet normální hladinu glukosy v krvi po dobu 24 hodin od posledního jídla (Schneiderka 2004; Caballero et al. 2005; Ledvina et al. 2009). V případě potřeby, zejména v období mezi jídly nebo během půstu je z jaterního glykogenu v procesu glykogenolýzy uvolňována glukosa, která je poté vypouštěna do krevního oběhu. Oproti tomu svalový glykogen slouží primárně jako zásobárna energie pro svalovou tkáň zejména v období fyzické aktivity (Murray et al. 2012).

Hladina glukosy v krvi a její distribuce do buněk tkání je regulována prostřednictvím hormonů (Obrázek 3), z nichž nejvýznamnější jsou insulin a glukagon, které jsou produkovány v pankreatu. Pro přenos glukosy do buněk je nezbytný insulin, který zvyšuje propustnost

buněčných membrán pro glukosu. Vyplavování insulinu je regulováno množstvím glukosy v krvi, kdy zvýšená koncentrace glukosy v krvi stimuluje jeho produkci (Murray et al. 2012).



Obrázek 3. Schéma hormonální regulace distribuce glukosy (upraveno dle Steinbusch et al. 2011).

Zvýšená hladina insulinu potom stimuluje transport glukosy z krve do tkání a její využití v procesu glykolýzy nebo syntézy glykogenu. V případě nedostatečné produkce insulinu nebo neschopnosti buněk reagovat na něj zůstává glukosa v krvi, což vede k nedostatečnému zásobení buněk tkání a ty pak "hladoví" (Schneiderka 2004; Ledvina et al. 2009). V důsledku nízkého přítoku živin do krevního oběhu klesá hladina insulinu, a naopak stoupá hladina glukagonu, který podporuje uvolňování glykogenu z jater a jeho rozklad na glukosu. S nižšími hladinami insulinu se rovněž zvyšuje využívání mastných kyselin jako alternativního zdroje energie (Musil 2002; Dostál et al. 2003; Ferrier 2014).

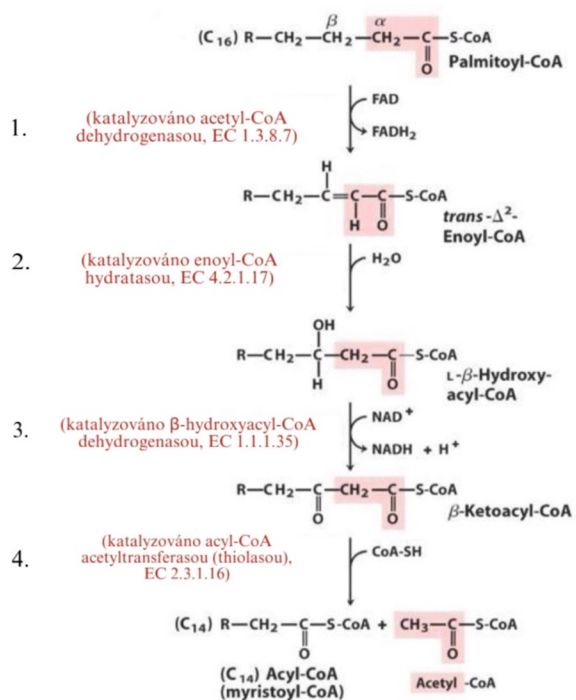
3.6.2.2 Lipidy

Aby mohl organismus v rámci postabsorpční fáze využít jako zdroj energie lipidy, je nutné je nejdříve mobilizovat ze zásob. Jako mobilizace lipidů je obecně označován proces, při kterém dochází k rozkladu zásobních TAG na glycerol a MK, které jsou následně uvolňovány do krve. Mobilizace TAG ze zásob je komplexně regulována řadou faktorů. Tento proces hydrolytického štěpení TAG je katalyzován enzymem hormon seznávací lipasou (HSL; EC 3.1.1.79), jejíž činnost je regulována poměrem hormonů insulinu a glukagonu. Pokud v organismu převažuje glukagon nad insulinem, tak je činnost tohoto enzymu a tedy i procesu mobilizace lipidů stimulována a v opačném případě dochází k jeho inhibici (Murray et al. 2012). Během hladovění trvajícího 24 hodin dochází ke snížení hladiny insulinu asi o 35 %, což vede k výraznému nárůstu lipolýzy až do 80 %. Činnost HSL je aktivována také prostřednictvím zvýšené hladiny kortizolu, což je hormon produkovaný v kůře nadledvin, který

je uvolňován v reakci na stres. Proto při dlouhodobém hladovění dochází ke zvýšené aktivitě HSL právě i prostřednictvím kortizolu (Caballero et al. 2005; Bender 2008; Ledvina et al. 2009; Mahan et al. 2012). Celkově tato regulace mobilizace TAG během hladovění umožňuje tělu efektivně využívat tukové rezervy jako zdroj energie, což je klíčový mechanismus při zachování energetické homeostázy v podmínkách omezeného příjmu potravy (Caballero et al. 2005; Bender 2008; Ledvina et al. 2009; Mahan et al. 2012).

V průběhu prvních několika hodin po jídle tělo získává energii ze štěpení glykogenu. Po vyčerpání zásob glykogenu začíná proces glukoneogeneze, při němž dochází k novotvorbě glukosy, nutné k udržení glykemie, z necukerných zdrojů. Primárním prekurzorem glukoneogeneze je glycerol, který je uvolňován z TAG, které jsou uloženy v tukových buňkách. Z tukové tkáně je glycerol transportován do jater a ledvin, kde je fosforylován za spotřeby ATP v reakci katalyzované enzymem glycerolkinasou (EC 2.7.1.30). Tímto procesem vzniká glycerol-3-fosfát, který je dále oxidován na dihydroxyacetonfosfát pomocí enzymu glycerol-3-fosfát dehydrogenasy (EC 1.1.1.8). Dihydroxyacetonfosfát, jeden z meziproductů glykolýzy a glukoneogeneze, pak může být využit pro syntézu glukosy. Celkově tento postup umožňuje tělu využívat tuky pro tvorbu glukosy, což je důležité pro udržení energetické rovnováhy, zejména během období hladovění nebo nízkého příjmu sacharidů (Caballero et al. 2005; Dostál et al. 2003; Ledvina et al. 2009).

V postabsorpční fázi, kdy hladiny glukosy v krvi klesají a tělo upřednostňuje úsporné využití glukosy, dochází k proměně preferencí mnoha tkání v oblasti energetických zdrojů. V této fázi se klíčovým zdrojem energie stávají MK, které jsou do cílových tkání dopravovány krevním oběhem po jejich mobilizaci z tukových zásob. MK jsou v cílových buňkách odbourávány v procesu β -oxidace (Obrázek 4), ve které jsou postupně rozkládány na molekuly acetyl-koenzymu A (acetyl-CoA). Aby mohly být MK v tomto procesu odbourávány, musí před tím dojít k jejich aktivaci, ke které dochází jejich navázáním na molekulu koenzymu A. V samotné β -oxidaci potom dochází k postupnému odštěpování dvouuhlíkatých fragmentů acetyl-CoA z aktivovaných MK. Nasycený acyl, který je o dva uhlíky kratší než původní řetězec aktivované MK následně podléhá dalším cyklům β -oxidace. Vzhledem k tomu, že většina MK má sudý počet uhlíků, je v předposledním cyklu vytvořen čtyřuhlíkatý butyryl-CoA, který je poté v posledním cyklu rozštěpen na dvě molekuly acetyl-CoA. Ve srovnání s glykolýzou je energetický zisk β -oxidace výrazně odlišný, neboť odbouráním jedné molekuly nejběžnější MK, palmitové kyseliny organismus získá 129 molekul ATP (Ledvina et al. 2009; Ferrier 2014).



Obrázek 4. Schéma β -oxidace-oxidace palmitové kyseliny. Palmitoyl-CoA se transformuje na *trans*- Δ^2 -Enoyl-CoA, katalyzováno acetyl-CoA dehydrogenasou (EC 1.3.8.7), následně se *trans*- Δ^2 -Enoyl-CoA přeměňuje na L- β -Hydroxy-acyl-CoA za účasti enoyl-CoA hydratasy (EC 4.2.1.17). Poté L- β -Hydroxy-acyl-CoA oxiduje na β -Ketoacyl-CoA pod vlivem β -hydroxyacyl-CoA dehydrogenasy (EC 1.1.1.35). Nakonec β -Ketoacyl-CoA přechází na Acyl-CoA prostřednictvím acyl-CoA acetyltransferasy (thiolasou), (EC 2.3.1.16) (upraveno dle Aryal 2018).

Významným místem pro oxidaci MK jsou v postabsorpční fázi a v průběhu hladovění játra, která potřebují dodávat relativně velké množství energie pro průběh procesu glukoneogeneze, a kde také dochází k přeměně MK na ketolátky. Také kosterní svaly a srdce (myokard) postupně přecházejí na intenzivnější využívání MK během období hladovění. Po několika hodinách hladovění kosterní svaly začínají aktivně využívat β -oxidaci MK jako hlavního zdroje energie. Srdce (myokard) je též schopno efektivně využívat MK, což mu umožňuje udržovat energetickou stabilitu i v podmínkách omezeného přísunu glukosy. To ukazuje adaptabilitu tkání v přizpůsobování se změnám v dostupnosti energetických substrátů v těle (Ledvina et al. 2009; Ferrier 2014).

3.6.2.3 Aminokyseliny

Postresorpční fáze je klíčovým krokem v metabolických procesech spojených s využitím AmK po jejich absorpci do krevního oběhu. V krvi se převážně nacházejí volné AmK, tedy ty, které nejsou vázány v peptidových řetězcích. Mezi hlavní volné AmK v krvi patří glutamin, valin, alanin a glycin. Koncentrace esenciálních AmK v krvi jsou často nízké, s nejnižší koncentrací obvykle u methioninu. Většina AmK je krví přenášena do jater, odkud jsou potom distribuovány do různých tkání a orgánů. AmK potom mohou být využity pro syntézu bílkovin či jiných důležitých látek (hormonů, neurotransmiterů apod.) nebo mohou být zapojeny do energetického metabolismu, v rámci kterého mohou být využity pro tvorbu

glukosy nebo může dojít k jejich oxidaci, čímž organismus získá energii (Murray et al. 2012). Hodnoty Michaelisovy konstanty (K_m) pro enzymy zapojené do katabolismu AmK jsou obvykle vysoké, což naznačuje, že tyto enzymy vykazují nižší afinitu k AmK. Naopak, hodnoty K_m pro vazbu AmK na tRNA jsou nízké, což ukazuje na vysokou afinitu těchto enzymů k AmK při procesu syntézy bílkovin. Tato regulace umožňuje upřednostnění syntézy bílkovin před jejich odbouráváním (Dostál et al. 2003; Ledvina et al. 2009).

Katabolismus AmK začíná jejich deaminací, při které dochází k odstranění aminoskupiny v podobě amoniaku, resp. amonného iontu. Amoniak představuje základní zdroj dusíku pro syntézu organických látek, ale v již relativně nízkých koncentracích je pro buňku toxický. Normální koncentrace amoniaku dosahuje maximálních hodnot 50 $\mu\text{mol/l}$ a již při zvýšení na 100 $\mu\text{mol/l}$ může docházet k poruchám vědomí. Z tohoto důvodu v buňkách dochází k zabudování amoniaku do různých látek, zejména do glutaminu či karbamoylfosfátu, které představují bezpečnou zásobárnu reaktivního dusíku a mohou být následně využity v biosyntetických procesech (Murray et al. 2012).

Zbytek AmK po odstranění aminoskupiny je označován jako uhlíkatý skelet. Podle toho, jaké metabolické produkty vznikají při odbourávání jejich uhlíkatých skeletů mohou být AmK děleny na ketogenní a glukogenní. Ketogenní AmK (leucin a lysin) jsou během svého metabolismu rozkládány na acetyl-CoA nebo Acetoacetyl-CoA, které jsou v organismu využity primárně pro tvorbu ketolátek, ale lze je využít také pro syntézu MK, které pak mohou být esterifikovány s glycerolem za vzniku TAG v procesu lipogeneze. Oproti tomu glukogenní AmK (glycin, alanin, serin, cystein, methionin, valin, prolin, histidin, arginin, asparagová a glutamová kyselina a jejich amidy) jsou metabolizovány na glukosu nebo na některé meziproducty procesu glykolýzy, které mohou být na glukosu přeměněny. Přestože jsou glukogenní AmK v organismu využívány primárně pro syntézu glukosy nebo jako zdroj energie v glykolýze, může být jejich uhlíkatý řetězec metabolizován až na acetyl-CoA, takže i tyto AmK mohou být využity pro syntézu MK. Zvláštní skupinou jsou tzv. AmK smíšené (izoleucin, fenylalanin, threonin, tyrosin a tryptofan), jejichž odbouráváním vznikají dva typy degradačních produktů, z nichž jeden je ketogenní a druhý glukogenní (Shils & Shike 2006; Ledvina et al. 2009).

Během postresorpční fáze a fáze hladovění dochází k významným změnám v metabolismu bílkovin. To zahrnuje redukci syntézy proteinů v játrech a katabolismus svalových bílkovin (Musil 2002; Dostál et al. 2003). V úvodní fázi hladovění dochází k významnému úbytku svalové hmoty z důvodu omezené tvorby bílkovin, absence příjmu AmK z vnějších zdrojů a snížení hladiny insulinu v krevní cirkulaci. Tento počáteční úbytek svalové tkáně je způsoben nedostatkem potravy, což omezuje dostupné živiny nezbytné pro udržení svalové hmoty. Absence vnějších AmK přispívá k nedostatku stavebních bloků pro tvorbu nových proteinů, čímž se snižuje schopnost těla regenerovat a udržovat svalovou tkáň. Snížená hladina cirkulujícího insulinu může vést k rozkladu svalových bílkovin pro získání energie, neboť po vyčerpání zásob jaterního glykogenu představují glukogenní AmK klíčové prekurzory pro tvorbu glukosy potřebné pro udržení fyziologické glykemie (Shils & Shike 2006). V průběhu hladovění se významným zdrojem energie pro svalovou tkáň stávají uhlíkaté skelety rozvětvených aminokyselin valinu a isoleucinu (BCAA). Hladina BCAA v krvi se během prvních 3–5 dní hladovění zdvojnásobí, ale v průběhu dlouhodobého hladovění klesá, což ukazuje na adaptivní změny využívání těchto AmK v závislosti na délce trvání nedostatku

živin (Schneiderka 2004; Caballero et al. 2005; Ferrier 2014). Glukoneogeneze z BCAA, ale i ostatních glukogenních AmK je důležitým mechanismem během hladovění a přispívá k produkci zhruba 45 g glukosy denně. Toto množství nemusí být dostatečné k pokrytí energetických potřeb mozku, a proto organismus začíná využívat také metabolismus lipidů a využívá MK k tvorbě ketoláték, na jejichž využívání se postupem času může mozek adaptovat a snížit tak svou potřebu glukosy (Caballero et al. 2005).

3.7 Vliv IF na zdraví organismu

Vliv IF na zdraví může být různorodý a závisí na individuálních faktorech, zdravotním stavu a správném provedení tohoto stravovacího režimu. Přestože byl pozorován pozitivní vliv na metabolismus, lepší kontrola hladiny cukru v krvi, podpora fungování srdce a mozku a snižování tělesné hmotnosti, objevují se také obavy ohledně možných nepříznivých efektů, jako je ztráta svalové hmoty, vstup do ketózy a poruchy v rovnováze elektrolytů (Kim et al. 2021).

Během půstu dochází k fyziologickým změnám, včetně odpočinku trávicího systému a mobilizace tukových zásob. Tato fáze umožňuje regeneraci trávicích orgánů a snižuje hladinu tělesného tuku, což může být výhodné pro hubnutí. Při půstu se tělo přizpůsobuje období nedostatku potravy a využívá k produkci potřebné energie zejména zásobní tuky. Praktikováním půstu také dochází ke stimulaci procesů, které pomáhají odstraňovat odpadní látky a podporují obnovu buněk a tkání, čímž může být podpořena funkce imunitního systému a celkové zdraví organismu (Malachov 2002; Ganong 2005). Vzhledem k mnoha výhodám, které přináší, může IF pozitivně ovlivnit energetický metabolismus těla a mít významný vliv na průběh různých onemocnění (Zhao et al. 2021).

Půst však může být spojen i s negativními a potenciálně nežádoucími účinky. Mezi běžné vedlejší účinky patří slabost, nevolnost a nižší krevní tlak, který může způsobit chladné končetiny a závratě. Tyto symptomy jsou často spojovány s procesem zpracování toxinů uvolňovaných z tukových zásob během půstu. Kromě toho může dojít ke zmatenému a nepřehlednému myšlení, které je spojeno s přechodem mozku z používání glukosy jako hlavního paliva na ketolátky vznikající z rozkladu tuků. Mezi další pozorované nežádoucí jevy patří zvracení, bolesti hlavy, acetonový dech a zvýšený tělesný zápach. Nicméně mnoho z těchto nežádoucích účinků může být zaznamenáno do 2-4 dnů, jak se tělo přizpůsobuje novým podmínkám (Buhner 2015).

3.7.1 Vliv půstu na orgány

Mezi pozorované pozitivní účinky půstu na lidské orgány patří ochrana svaloviny srdce před nekrózou, spojená se zvýšenou hladinou glykogenu, kdy bylo u jedinců s hypertenzí zaznamenáno až 90% zlepšení elektrokardiogramu v důsledku praktikování IF. Půst dále přispívá k normalizaci funkce hypofýzy, hypotalamu a nadledvinového systému (Partyková 2017).

Během půstu jsou dále ovlivňovány orgány, které mají v rámci metabolismu výsadní postavení, jako jsou játra, ledviny, ale také mozek, který je centrálním orgánem nervové soustavy a hraje klíčovou roli v řízení tělesných funkcí. Jeho citlivost na přísun kyslíku

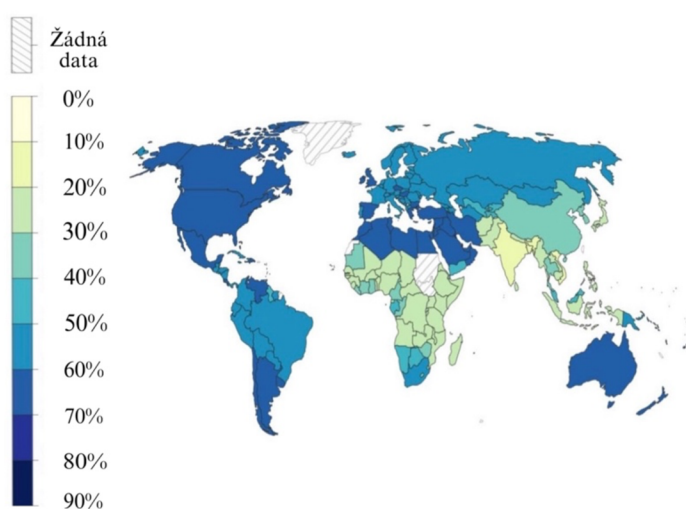
a glukosu pro normální fungování je zásadní. Udržení glykémie ve stabilním rozmezí je nezbytné pro energetickou potřebu mozku. Hypoglykemie může vést k nedostatku glukosu v mozku, což může způsobit neurologické problémy, jako jsou závratě, ztráta vědomí nebo křeče, a proto je důležité udržovat optimální hladinu cukru v krvi (Ledvina et al. 2009). V počáteční fázi hladovění mozek preferuje glukosu jako hlavní zdroj energie. S vyčerpáním glykogenu přechází na využívání ketolátek, zejména β -hydroxybutyrátu, které slouží jako alternativní palivo pro mozek, což umožňuje udržet energetickou rovnováhu v podmínkách omezeného příjmu sacharidů (Greger & Windhorst 1996; Tomandl & Táborská 2004; Ferrier 2014).

V udržování hladiny glukosu v krvi mají klíčové postavení játra, kde dochází ke glykogenolýze a také se zde odehrává proces glukoneogeneze. Kromě toho jsou játra místem tvorby ketolátek, které vznikají z MK v procesu ketogeneze. Tento adaptivní mechanismus umožňuje tělu udržet energetickou rovnováhu během hladovění a zachovat zdroj energie (Malachov 1999; Malachov 2005).

Ledviny, párové orgány s rolí vylučování, jsou citlivé na různé faktory, včetně stravovacích návyků. Při dlouhodobém hladovění přebírají významnou úlohu v udržování rovnováhy organismu. Zvyšují aktivitu enzymů pro glukoneogenezi, přispívají k tvorbě glukosu a kompenzují metabolickou acidózu produkcí amoniaku z glutaminu (Schneiderka 2004; Malachov 2005; Ferrier 2014).

3.7.2 Obezita

Obezita je považována za globální problém ve veřejném zdravotnictví, kdy byla Světovou zdravotnickou organizací značena za nemoc a stále zůstává v centru pozornosti snah o zlepšení zdraví po celém světě. Tento stav vzniká v důsledku nadměrné akumulace tuku v těle a může způsobit různá metabolická onemocnění, včetně hypertenze, hyperlipidémie, diabetu, ischemické choroby srdce a mrtvice (Liu et al. 2021). Globální rozšíření obezity (Obrázek 5) naznačuje rozsah tohoto závažného problému.



Obrázek 5. Podíl dospělých s obezitou v roce 2016 (upraveno dle Ritchie & Roser 2017).

Nicméně tuková tkáň je pro funkci organismu nezbytná. Kromě toho, že jsou lipidy v těle využívány jako zásobní energie, jsou také nepostradatelnou součástí buněčných membrán, slouží k mechanické i tepelné izolaci, přenosu vitaminů a regulaci hormonů. Tato rozmanitost funkcí je klíčová pro celkové zdraví a fungování organismu. Kromě těchto základních funkcí má tuková tkáň roli parakrinního a endokrinního orgánu tím, že v ní je produkováno několik druhů adipokinů, což jsou bílkoviny produkované tukovými buňkami, které mohou ovlivňovat řadu fyziologických funkcí. Mezi tyto adipokiny patří i ty, které mají protizánětlivé účinky (např. adiponektin), a prozánětlivé účinky (např. leptin) (Meier & Gressner 2004). Leptin také napomáhá regulaci energetické rovnováhy, protože snižuje chuť k jídlu a zvyšuje energetickou spotřebu, což může vést k úbytku tělesné hmotnosti. Adiponektin kromě svých protizánětlivých účinků zvyšuje citlivost na insulin, čímž přispívá k oxidaci MK a snižuje tvorbu glukosy (de Cabo & Mattson 2019).

Trepanowski et al. (2017) zkoumali účinky střídání půstu a konzumace potravy každý druhý den a každodenního omezení kalorií na úbytek váhy, hmotnost těla a četnost kardiovaskulárních onemocnění. Šlo o randomizovaný klinický výzkum, který zahrnoval dospělé osoby trpící obezitou (ve věku 18–64 let s průměrným BMI 34) a byl prováděn v akademickém zařízení v Chicagu. Účastníci byli náhodně rozděleni do jedné ze tří skupin po dobu jednoho roku. Do první skupiny byli zařazeni účastníci střídající půst a konzumaci potravy, druhou skupinu představovali jedinci s každodenním omezením kalorií a třetí skupina byla kontrolní, kde účastníci jedli bez omezení. Hlavním výsledným rozdílem pozorovaným mezi skupinami byla změna tělesné hmotnosti. Po 12 měsících si kontrolní skupina udržela svou původní váhu, zatímco ve skupinách s půstem a omezením kalorií došlo k poklesu hmotnosti.

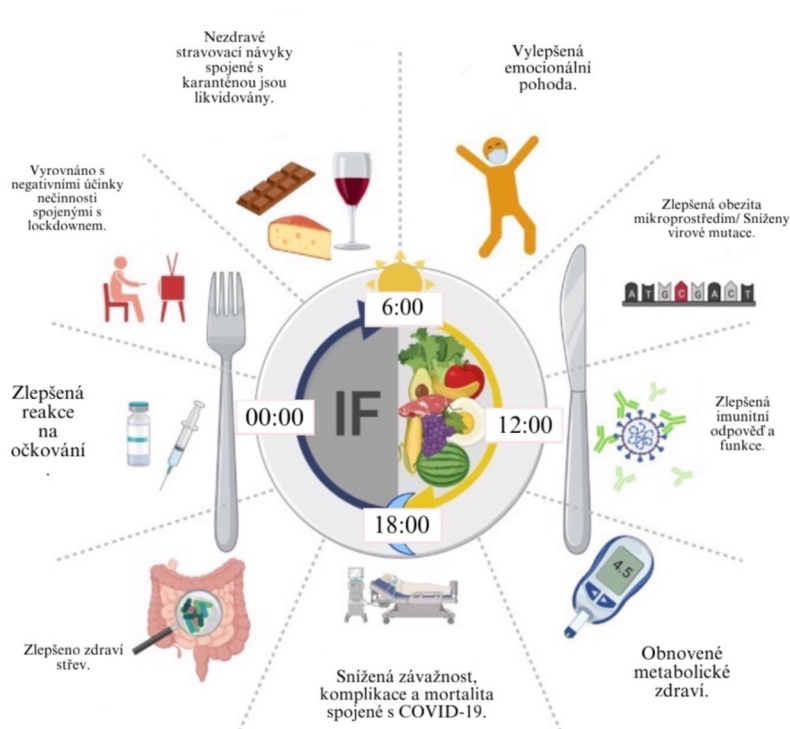
Předmětem studie autorů Chair et al. (2022) bylo zkoumání a srovnání vlivu ADF a TRF na úbytek hmotnosti, hladinu glukosy v krvi a lipidový profil u dospělých s nadváhou a obezitou s pre-diabetem. Výzkum zahrnoval 101 dospělých s nadváhou a obezitou s pre-diabetem, kteří byli náhodně rozděleni do skupiny ADF (n = 34), skupiny TRF (n = 33) a kontrolní skupiny (n = 34). Intervenční období trvalo 3 týdny. Výsledkem studie bylo významné snížení hmotnosti, BMI a obvodu pasu ve skupinách ADF a TRF ve srovnání s kontrolní skupinou během studijního období. Dále bylo zjištěno významné snížení hladiny glukosy v krvi a TAG v obou intervenčních skupinách. Snížení hmotnosti a BMI ve skupině ADF bylo významnější než ve skupině TRF. Nicméně rozdíly ve změnách hladiny glukosy v krvi, obvodu pasu a cholesterolu s nízkou hustotou lipoproteinů mezi dvěma intervenčními skupinami nebyly významné. V této studii byly demonstrovány výhody ADF a TRF při podpoře úbytku hmotnosti u dospělých s nadváhou/obezitou s pre-diabetem. Bylo ukázáno, že ADF má větší vliv na snižování hmotnosti a BMI než TRF. Tyto výsledky naznačují potenciální prospěch začlenění IF do běžných dietních vzorů ke snížení rizika obezity, diabetu a kardiovaskulárních onemocnění v této populaci.

Studie naznačují, že přerušovaný půst může mít příznivé účinky na obezitu protože jeho dodržováním dochází ke snížení nadměrné tělesné hmotnosti, včetně viscerálního tuku, což může snížit kardiometabolická rizika. Kromě toho reguluje metabolismus, podporuje obnovu svalové funkce a zlepšuje homeostázu glukosy v těle, což může být zásadní v boji s obezitou a souvisejícími zdravotními problémy (Liu et al. 2019; Kim et al. 2020; Park et al. 2020; Villanueva et al. 2020).

3.7.2.1 Covid-19

Zvýšení tělesné hmotnosti s sebou nese patofyziologické změny, které mohou mít vážné následky pro organismus. Tyto změny zahrnují poruchy metabolismu, aktivaci chronického zánětlivého procesu, nedostatečnost imunitních reakcí a řadu poruch fungování orgánů. Důležité je poznamenat, že takové patologické změny významně zvyšují zranitelnost jedince vůči závažným formám onemocnění, jako je např. COVID-19 (Paoli et al. 2019). Nejnovější výzkumy potvrzují, že fyzická aktivita může sloužit jako určitá ochrana před závažnými následky COVID-19. Optimálním přístupem ke snížení rizik spojených s touto nemocí může být změna životního stylu, včetně pravidelného cvičení a úprav stravy. Je však třeba poznamenat, že v období pandemie COVID-19 sociální izolace a omezující opatření vytvořily další překážky pro zapojení se do fyzické aktivity (Sallis et al. 2021; Stockwell et al. 2021). V tomto kontextu představuje IF atraktivní alternativu. Jednou z jeho výhod je nízká cena a možnost jeho dočasného uplatnění. Na rozdíl od fyzické aktivity IF obvykle nevyžaduje význačné časové a finanční náklady ani přístup ke specializovaným zařízením nebo vybavení (Ealey et al. 2021). Kromě toho je IF také spojeno s vylepšením nálady a emočního stavu (Hussin et al. 2013; Igwe et al. 2021). IF je stabilnější než tradiční diety, protože umožňuje jednotlivcům udržovat své běžné stravovací režimy s kratším časovým oknem pro příjem potravy. V mnoha studiích zkrácení doby stravování každý den vedlo k neúmyslnému snížení kalorického příjmu, což vedlo ke ztrátě hmotnosti a s tím spojeným metabolickým přínosem. Nicméně bylo prokázáno, že IF má pozitivní metabolické účinky, jako je zlepšení glukosové homeostáze, i když není zaznamenáno snížení hmotnosti nebo změny v celkovém energetickém výdeji (Gill & Panda 2015; Kim et al. 2017; Gabel et al. 2018; Sutton et al. 2018; Kim et al. 2019).

Právě proto může být IF pragmatičtější způsobem kontroly hmotnosti a udržování zdravého životního stylu, zejména v době celosvětové pandemie (Ealey et al. 2021). Schéma vlivu IF na aspekty lidského zdraví a pohody během pandemie je zobrazeno na Obrázku 6.



Obrázek 6. IF v době onemocnění koronavirem (upraveno dle Ealey et al. 2021).

3.7.2.2 Hormony

Omezení přístupu k potravě v určitých časových intervalech může stimulovat změny v uvolňování hormonů v těle. Nicméně kvůli omezenému množství studií je obtížné vyvodit jednoznačné závěry o tom, jak prospěšný je IF z hlediska změn na hormonální úrovni (Kim et al. 2021).

U účastníků studie, kteří dodržovali půst během Ramadánu, a to zejména u pacientů s nadváhou a obezitou, bylo pozorováno snížení hladiny melatoninu v plazmě (Bahammam 2004). Příčiny poklesu hladiny melatoninu nejsou jednoznačně známy, ale předpokládá se, že tento jev může být spojen s omezením příjmu potravy během půstu (Almeneessier et al. 2017). Snížení hladiny melatoninu může narušit přirozený rytmus těla, který je synchronizován s denním cyklem světla a tmy. Hormon melatonin, známý jako spojený s biologickými hodinami, hraje klíčovou roli při řízení těchto fyziologických procesů. Jeho úbytek může způsobit, že naše tělo ztratí svou přirozenou synchronizaci s okolním světem a může to mít vliv na naše každodenní funkce a psychický stav (Brzezinski 1997).

Ve studii, které se zúčastnilo 34 vytrvalců, byli tito jedinci náhodně rozděleni do skupiny, která dodržovala přerušovaný půst (TRF) a skupiny s běžnou stravou (ND). Osoby ve skupině TRF omezily svůj energetický příjem na osmihodinové období každý den, přičemž kalorie byly rozděleny do tří jídel konzumovaných ve 13:00, 16:00 a 20:00. Zbývajících 16 hodin během každého 24hodinového cyklu představovalo období půstu. Účastníci skupiny ND konzumovali své energetické potřeby rozdělené do tří jídel podle časových intervalů 8:00, 13:00 a 20:00 hodin. Po 8 týdnech provádění této diety a cvičení byly měřeny různé hormony

a ukazatele tělesného složení. U skupiny TRF s omezeným časovým příjmem potravy došlo k prokazatelnému snížení tukové hmoty, poklesu hladiny testosteronu a insulinového růstového faktoru. Zároveň došlo k pozoruhodnému zvýšení hladiny adiponektinu a naopak k poklesu hladiny leptinu. Ve skupině TRF dále došlo k poklesu trijodtyroninu, přičemž hladina tyreotropního hormonu zůstala nezměněná. Důsledky těchto změn mohou být významné z hlediska celkového zdraví a metabolismu účastníků. Snížení tukové hmoty je často spojováno s nižším rizikem vývoje obezity a s ním spojených onemocnění, jako jsou kardiovaskulární choroby a diabetes. Pokles hladiny testosteronu a insulinového růstového faktoru může odrážet změny v hormonálním prostředí, což může mít vliv na energetický metabolismus a svalovou hmotu. Zvýšená hladina adiponektinu je obvykle spojována s pozitivním vlivem na citlivost na insulin a snížením zánětlivých procesů v těle. Naopak, pokles hladiny leptinu může signalizovat sníženou tukovou hmotu a ovlivnit energetickou homeostázu. Snížení hladiny trijodtyroninu může naznačovat změny ve štítné žláze, což může ovlivnit celkový energetický metabolismus. Nezměněná hladina tyreotropního hormonu může signalizovat, že hypofýza, která reguluje funkci štítné žlázy, reagovala na tyto změny tak, aby udržela rovnováhu. V této studii skupina TRF ukázala větší výsledky než skupina ND, kde bylo pozorováno pouze snížení tukové hmoty (Moro et al. 2016).

3.7.3 Kardiovaskulární systém

Výzkum vlivu IF na kardiovaskulární systém je omezený, přesto studie na myších a několik klinických testů na lidech naznačují pozitivní účinky této stravovací metody na regulaci hladiny glukosy v krvi, lipidový profil a riziko kardiovaskulárních onemocnění. Výsledky některých studií naznačují nižší pravděpodobnost vzniku ischemické choroby srdce a diabetu 2. typu u jedinců praktikujících pravidelný půst ve srovnání s těmi, kteří dodržují normální stravovací režim (Varady et al. 2009; Horne et al. 2012). Randomizované porovnání IF a dlouhodobého omezení kalorií ukazuje srovnatelný pokles několika kardiovaskulárních rizikových faktorů. Tyto výsledky podporují možné kardioprotektivní účinky IF (Harvie et al. 2011).

Insulinová rezistence, která je mimo jiné spojena se zvýšenými zánětlivými reakcemi a různými metabolickými faktory, může přispět k rozvoji aterosklerosy a ischemické srdeční nemoci (Shulman 2014). Příznivé účinky působící proti vývoji aterosklerosy mohou být podporovány používáním stravovacího režimu IF. Tento režim může redukovat vývoj aterosklerotických plaků, ovlivňovat koncentraci zánětlivých markerů a měnit hladiny různých adipokinů, což může inhibovat adhezi buněk na cévní endotelové buňky (Malinowski et al. 2019). Přerušovaný půst může snížit hladinu insulinu, což naopak může snížit pravděpodobnost vážných kardiovaskulárních komplikací (Ingelsson et al. 2005; Liu et al. 2021).

3.7.4 Diabetes

Vliv IF na pacienty s jasnými nebo skrytými metabolickými poruchami je tématem výzkumu. Omezení kalorií, ke kterému při praktikování IF zpravidla dochází obecně přispívá ke zlepšení insulinové rezistence a zvýšení citlivosti na insulin u pacientů s diabetem 2. typu. Místem tvorby insulinu, hormonu nezbytného pro regulaci glykemie, jsou β -buňky,

specializované buňky v Langerhansových ostrůvcích slinivky břišní, odkud je insulin vyplavován do krevní cirkulace. Citlivost na insulin je odrazem schopnosti, jak efektivně jsou buňky tkání tímto hormonem ovlivňovány. Při vysoké citlivosti na insulin je, pro efektivní absorpci glukosy z krevního oběhu, potřebné jen malé množství tohoto hormonu. Vysoká citlivost na insulin je obvykle považována za ukazatel dobrého metabolického zdraví, protože umožňuje, aby byla glukosa efektivně využívána jako zdroj energie, což zároveň snižuje riziko vzniku metabolických onemocnění. Insulinová rezistence je charakterizována stavem, kdy na insulin buňky těla reagují méně účinně. To znamená, že musí být produkováno větší množství insulinu, aby bylo dosaženo stejných účinků na snížení hladiny glukosy v krvi. V důsledku toho může postupně docházet k vyčerpání slinivky břišní a poklesu produkce insulinu, což může nakonec vést k rozvoji diabetu (Grajower & Horne 2019).

Například u pacientů s pre-diabetem byly provedeny experimenty, které zahrnovaly pětidenní IF (pětihodinové období stravování s ukončením večeře do 15:00). I když 24hodinový profil hladiny insulinu nebyl v této studii hodnocen, reakce β -buněk slinivky břišní na glukosu byla při praktikování IF zlepšena, jak ukázal perorální test tolerance glukosy, který je využíván k posouzení efektivity zpracování glukosy organismem po jejím podání. Výsledky studie naznačují, že schopnost reagovat na zvýšenou hladinu glukosy v krvi byla u jedinců praktikujících IF pozitivně ovlivněna. Důsledky zlepšení reakce β -buněk na glukosu mají v oblasti diabetu zvláštní význam, protože diabetici často trpí defekty v uvolňování insulinu nebo jeho účinnosti. Zlepšená schopnost β -buněk reagovat na glukosu může naznačovat lepší regulaci hladiny cukru v krvi, což je klíčovým faktorem pro prevenci a léčbu diabetu (Sutton et al. 2018). Nicméně v jiné studii, která zkoumala vliv IF na pacienty s diabetem 2. typu po dobu 12 týdnů, bylo zjištěno zvýšené riziko hypoglykémie (Corley et al. 2018). Proto zařazení IF u pacientů s diabetem vyžaduje zvláštní opatrnost, protože nedostatek glukosy může mít nežádoucí následky v závislosti na klinickém stavu pacientů (Antoni et al. 2016; Ahmed et al. 2020; Masarone et al. 2021). Při správném upravení léčby a pečlivé samokontroly hladiny glukosy v krvi však může být i u těchto pacientů IF bezpečně praktikován (Grajower & Horne 2019).

4 Závěr

Půst, dobrovolné omezení nebo přerušení příjmu potravy a tekutin po určitý časový interval, má bohatou historii a stále je praktikován z různých motivací, jako jsou náboženské, léčebné a rituální důvody. V dnešní době existuje mnoho moderních přístupů k půstu, které reflektují současné trendy a výzkumy v oblasti zdraví. Tyto moderní metody zahrnují inovativní přístupy ke stravování, které mají za cíl podporovat fyzické a duševní zdraví. Moderní přístupy k půstu často vycházejí z nejnovějších vědeckých poznatků a nabízejí personalizované možnosti pro zlepšení celkového zdraví a pohody. Jeden z moderních přístupů k půstu zahrnuje přerušovaný půst, což je stravovací režim, při kterém jednotlivci střídají období příjmu potravy s obdobími, kdy nejí. Tato stravovací metoda je ideální pro jedince, kteří jsou schopni vydržet období bez jídla nebo omezit kalorický příjem v určitých časových oknech.

Existuje několik variant přerušovaného půstu (IF), které se osvědčily jako efektivní způsob zlepšení metabolického zdraví. Jedním z oblíbených přístupů je denní přerušovaný půst, kdy jednotlivci omezují příjem potravy během specifického časového úseku během dne. Další známou metodou je *"Eat Stop Eat"*, kde se praktikuje 24hodinový půst jednou nebo dvakrát týdně. *Time-Restricted Feeding* je metoda, která určuje specifická časová okna půstu (např. 16 hodin) následované periodou stravování (např. 8 hodin). Hladovění obden představuje cyklický režim, kde se střídají dny s normálním stravováním a dny s extrémním omezením kalorií nebo půstem. Tyto různé metody IF poskytují flexibilitu a možnost personalizace stravovacího režimu, což může být klíčem k úspěchu pro jednotlivce s různými preferencemi a potřebami.

Na základě analýzy dostupných informací bylo zjištěno, že přerušovaný půst může mít jak pozitivní, tak negativní dopad na různé aspekty lidského zdraví. Metoda IF ovlivnila zejména oblasti hmotnosti, kardiovaskulárního systému a metabolismu. Přerušovaný půst může sloužit nejen k redukci tělesné hmotnosti, ale může také představovat efektivní nefarmakologickou metodou prevence a léčby různých onemocnění. Byly identifikovány potenciální přínosy, včetně snížení hladiny insulinu, normalizace funkce hypofýzy, hypotalamu a nadledvinového systému, úpravy lipidového profilu a podpory oxidace mastných kyselin. Při dodržování IF dochází také k modifikaci stravovacích návyků a celkového zdravotního stavu a proto je před zahájením metody IF třeba zvážit současný stav zdraví a individuální situaci každého jednotlivce. Přes mnoho výhod metody IF nelze přehlížet její nevýhody. Hladovění může být nebezpečné a není doporučováno pro osoby s hormonální nerovnováhou, těhotné a kojící ženy, stejně jako pro diabetiky. Kromě toho není vhodné, aby lidé s poruchami příjmu potravy, s nízkým indexem tělesné hmotnosti nebo s nedostatečnou hmotností, dodržovali tuto dietu. Zůstává nejisté, zda jsou tyto výhody spojeny pouze s úbytkem hmotnosti, nebo s mechanismy, které nesouvisejí s hubnutím. Další výzkumy a klinické studie mohou dále rozšířit poznatky v této oblasti a poskytnout konkrétnější informace o dlouhodobých dopadech této stravovací metody na lidské zdraví. Vzhledem k rostoucímu zájmu veřejnosti o zdravý životní styl je téma přerušovaného půstu zajímavým a perspektivním směrem pro další výzkum.

5 Literatura

- Ahmed S, Chowdhury T, Hussain S, Syed A, Karamat A, Helmi A. 2020. Ramadan and Diabetes: A Narrative Review and Practice Update. *Diabetes*. 11:2477-520.
- Akhtar AM, Ghouri N, Chahal CAA, Patel R, Ricci F, Sattar N, Waqar S, Khanji MY. 2022. Ramadan fasting: recommendations for patients with cardiovascular disease. *Heart (British Cardiac Society)*. 108: 258-265.
- Akram M. 2013. Mini-review on glycolysis and cancer. *Journal of cancer education : the official journal of the American Association for Cancer Education*. 28:454-7.
- Al-Rawi N, Madkour M, Jahrami H, Salahat D, Alhasan F, BaHammam A, Al-Islam Faris M. 2020. Effect of diurnal intermittent fasting during Ramadan on ghrelin, leptin, melatonin, and cortisol levels among overweight and obese subjects: A prospective observational study. *PLoS One*. 15: e0237922.
- Almeneessier AS, Bahammam AS, Sharif MM, Bahammam AS, Nashwan SZ, Pandi Perumal SR. 2017. Effects of intermittent fasting on the melatonin circadian pattern when monitoring calorie intake, energy expenditure, light exposure, and sleep schedules: a preliminary report. *Annals of thoracic medicine*. 12:183-90.
- Anton SD, Moehl K, Donahoo WT, Marosi K, Lee SA, Mainous AG, Leeuwenburgh C, Mattson MP. 2018. Flipping the Metabolic Switch: Understanding and Applying the Health Benefits of Fasting. *Obesity (Silver Spring)*. 26:254-268.
- Antoni R, Johnston KL, Collins AL, Robertson MD. 2016. Investigation into the acute effects of total and partial energy restriction on postprandial metabolism among overweight/obese participants. *The British journal of nutrition*. 115:951-9.
- Aryal S. 2018. Beta-oxidation of Fatty Acid. *Microbe Notes*.
- Attinà A, Leggeri C, Paroni R, Pivari F, Dei Cas M, Mingione A, Dri M, Marchetti M, Di Renzo L. 2021. Fasting: How to Guide. *Nutrients*. 13:1570.
- Bahammam AS. 2004. Effects of fasting during Ramadan on sleep architecture, daytime sleepiness, and sleep patterns. *Biological rhythm of sleep*. 2:135–143.
- Bender DA. 2008. Introduction to Nutrition and Metabolism. *CRC Press*, Boca Raton.
- Blackman MC, Kvaska C. 2011. Nutrition psychology: Improving dietary adherence. *California State University, Fullerton*.
- Bogdan A, Boukhareb B, Tuitu Y. 2001. Ramadan fasting alters endocrine and neuroendocrine circadian patterns. Power time as a synchronizer in humans? *Life Sciences*. 68:1607-15.
- Brandhorst S, Longo VD. 2016. Fasting and Caloric Restriction in Cancer Prevention and Treatment. Recent results in cancer research. *Fortschritte der Krebsforschung. Progres dans les recherches sur le cancer*. 207:241-66.

- Bruggeman FJ, Westerhoff HV, Boogerd FC. 2002. A pluralist research strategy is necessary for a mechanistic explanation of the "live" state. *Philosophical Psychology*. 15:411-440.
- Brzezinski A. 1997. Melatonin in humans. *The New England journal of medicine*. 336:186–195.
- Buhner SH. 2015. Transformační síla půstu: cesta k duchovnímu, fyzickému a emocionálnímu omlazení. *Fontána*, Olomouc.
- Caballero B, Lindsay A, Prentice A. 2005. Encyclopedia of human nutrition. *Elsevier*, Amsterdam.
- Cignarella F, Cantoni C, Ghezzi L, Salter A, Dorsett Y, Chen L, Phillips D, Weinstock GM, Fontana L, Cross AH, Zhou Y, Piccio L. 2018. Intermittent Fasting Confers Protection in CNS Autoimmunity by Altering the Gut Microbiota. *Cell metabolism*. 27:1222–1235.
- Collier R. 2013. Intermittent fasting: the next big weight loss fad. *Canadian Medical Association journal*. 185: E321-2.
- Corley BT, Carroll RW, Hall RM, Weatherall M, Parry-Strong A, Krebs JD. 2018. Intermittent fasting in Type 2 diabetes mellitus and the risk of hypoglycaemia: a randomized controlled trial. *Diabetic medicine: a journal of the British Diabetic Association*. 35:588-594.
- Creamer D. 2018. Malnutrition and skin disease in Far East prisoners-of-war in World War II. *Clinical and experimental dermatology*. 43:766–769.
- Currenti W, Godos J, Castellano S, Caruso G, Ferri R, Caraci F, Grosso G, Galvano F. 2021b. Association between Time Restricted Feeding and Cognitive Status in Older Italian Adults. *Nutrients*, 13:191.
- Currenti W, Godos J, Castellano S, Mogavero MP, Ferri R, Caraci F, Grosso G, Galvano F. 2021a. Time restricted feeding and mental health: a review of possible mechanisms on affective and cognitive disorders. *International journal of food sciences and nutrition*, 72:723–733.
- de Cabo R, Mattson MP. 2019. Effects of Intermittent Fasting on Health, Aging, and Disease. *The New England journal of medicine*. 381:2541-255.
- De Lorenzo A, Andreoli A, Matthie J, Withers P. 1997. Predicting body cell mass with bioimpedance by using theoretical methods: A technological review. *Journal of applied physiology*. 82:1542–1558.
- Desmet L, Thijs T, Mas R, Verbeke K, Depoortere I. 2021. Time-Restricted Feeding in Mice Prevents the Disruption of the Peripheral Circadian Clocks and Its Metabolic Impact during Chronic Jetlag. *Nutrients*. 13:3846.
- Di Renzo L, Cinelli G, Dri M, Gualtieri P, Attinà A, Leggeri C, Cennamo G, Esposito E, Pujia A, Chiricolo G, Salimei C, De Lorenzo A. 2020. Mediterranean Personalized

- Diet Combined with Physical Activity Therapy for the Prevention of Cardiovascular Diseases in Italian Women. *Nutrients*.12:3456.
- Di Renzo L, Del Gobbo V, Bigioni M, Premrov MG, Cianci R, De Lorenzo A. 2006. Body composition analyses in normal weight obese women. *European review for medical and pharmacological sciences*, 10: 191–196.
- Di Renzo L, Sarlo F, Petramala L, Iacopino L, Monteleone G, Colica C, De Lorenzo A. 2013. Association between -308 G/A TNF- α polymorphism and appendicular skeletal muscle mass index as a marker of sarcopenia in normal weight obese syndrome. *Dis Markers*. 35:615-23.
- Dostál J, Paulová H, Slanina J, Táborská E. 2003. Biochemie pro bakaláře. *Masarykova univerzita*, Brno.
- Ealey KN, Phillips J, Sung HK. 2021. COVID-19 and obesity: fighting two pandemics with intermittent fasting. *Trends in endocrinology and metabolism: TEM*. 32:706-720.
- Eckel-Mahan KL, Patel VR, de Mateo S, Orozco-Solis R, Ceglia NJ, Sahar S, Dilag-Penilla SA, Dyar KA, Baldi P, Sassone-Corsi P. 2013. Reprogramming the circadian clock for nutrition. *Cell*. 155:1464-78.
- Ferrier DR. 2014. Biochemistry. *Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins*, Philadelphia.
- Froy O, Miskin R. 2010. Influence of feeding regimes on circadian rhythms: implications for aging and longevity. *Aging*. 2:7-27.
- Fung J, Moore J. 2018. Kompletní průvodce půstem: jak léčit své tělo pomocí jednodenního i dlouhodobějšího vynechání jídla. *Jan Melvil Publishing*, Brno.
- Gabel K, Hoddy KK, Haggerty N, Song J, Kroeger CM, Trepanowski JF, Panda S, Varady KA. 2018. Effects of 8-hour time restricted feeding on body weight and metabolic disease risk factors in obese adults: A pilot study. *Nutrition and healthy aging*. 4:345-353.
- Galassi FM, Bender N, Habicht ME, Armocida E, Toscano F, Menassa DA, Cerri M. 2018. St. Catherine of Siena. One of the earliest historic cases of altered gustatory perception in anorexia mirabilis. *Neurological sciences: official journal of the Italian Neurological Society and of the Italian Society of Clinical Neurophysiology*. 39:939-940.
- Ganong WF. 2005. Přehled lékařské fyziologie: dvacáté vydání. *Galén*, Praha.
- Gill S, Panda S. 2015. A Smartphone App Reveals Erratic Diurnal Eating Patterns in Humans that Can Be Modulated for Health Benefits. *Cell metabolism*. 22:789-98.
- Govindarajan K, MacSharry J, Casey PG, Shanahan F, Joyce SA, Gahan CG. 2016. Unconjugated Bile Acids Influence Expression of Circadian Genes: A Potential Mechanism for Microbe-Host Crosstalk. *PLoS One*. 11:e0167319.

- Granchi C, Bertini S, Macchia M, Minutolo F. 2010. Inhibitors of lactate dehydrogenase isoforms and their therapeutic potentials. *Current medicinal chemistry*. 17:672-97.
- Greger R, Windhorst U. 1996. *Comprehensive Human Physiology: From Cellular Mechanisms to Integration*. Springer Science & Business Media, Heidelberg.
- Grajower MM, Horne BD. 2019. Clinical management of intermittent fasting in diabetic patients. *Nutrients*. 11:873.
- Harvie MN, Pegington M, Mattson MP, Frystyk J, Dillon B, Evans G, Cuzick J, Jebb SA, Martin B, Cutler RG, Son TG, Maudsley S, Carlson OD, Egan JM, Flyvbjerg A, Howell A. 2011. The effects of intermittent or continuous energy restriction on weight loss and metabolic disease risk markers: a randomized trial in young overweight women. *International journal of obesity*. 35:714-727
- Hatori M, Vollmers C, Zarrinpar A, DiTacchio L, Bushong EA. 2012. Time-restricted feeding without reducing caloric intake prevents metabolic disease in mice fed a high-fat diet. *Cell metabolism*. 15:848-60.
- Heath-Heckman EA, Peyer SM, Whistler CA, Apicella MA, Goldman WE, McFall-Ngai MJ. 2013. Bacterial bioluminescence regulates expression of a host cryptochrome gene in the squid-Vibrio symbiosis. *mBio*. 4:e00167-13.
- Hida K, Wada J, Eguchi J, Zhang H, Baba M, Seida A, Hashimoto I, Okada T, Yasuhara A, Nakatsuka A, Shikata K, Hourai S, Futami J, Watanabe E, Matsuki Y, Hiramatsu R, Akagi S, Makino H, Kanwar YS. 2005. Visceral adipose tissue-derived serine protease inhibitor: a unique insulin-sensitizing adipocytokine in obesity. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 102:10610-5.
- Holeček M. 2006. *Regulace metabolismu cukrů, tuků, bílkovin a aminokyselin*. Grada, Praha.
- Horne BD, Muhlestein JB, May HT. 2012. Relation of routine, periodic fasting to risk of diabetes mellitus, and coronary artery disease in patients undergoing coronary angiography. *The American journal of cardiology*. 109:1558-1562.
- Hu D, Ye Y, Mao Y, Liao W, Xu W. 2019. Time-restricted feeding during childhood has persistent effects on mice commensal microbiota. *Annals of translational medicine*. 7:556.
- Hussin NM, Shahar S, Teng NI, Ngah WZ, Das SK. 2013. Efficacy of fasting and calorie restriction (FCR) on mood and depression among ageing men. *The journal of nutrition, health & aging*. 17:674-80.
- Chair SY, Cai H, Cao X, Qin Y, Cheng HY, Ng MT. 2022 Intermittent Fasting in Weight Loss and Cardiometabolic Risk Reduction: A Randomized Controlled Trial. *The journal of nursing research: JNR*. 30: e185.
- Challet E. 2013. Circadian clocks, food intake, and metabolism. *Progress in molecular biology and translational science*. 119:105-35.

- Igwe O, Sone M, Matveychuk D, Baker GB, Dursun SM. 2021. A review of effects of calorie restriction and fasting with potential relevance to depression. *Progress in neuro-psychopharmacology & biological psychiatry*. 111:110206.
- Ingelsson E, Sundström J, Arnlöv J, Zethelius B, Lind L. 2005. Insulin resistance and risk of congestive heart failure. *JAMA*. 294:334-41.
- Jamshed H, Beyl RA, Della Manna DL, Yang ES, Ravussin E, Peterson CM. 2019. Early Time-Restricted Feeding Improves 24-Hour Glucose Levels and Affects Markers of the Circadian Clock, Aging, and Autophagy in Humans. *Nutrients*. 11:1234.
- Jelínek M. Půst – cesta k dokonalosti. 2012. *In press CZ*. Havířov.
- Kerndt PR, Naughton JL, Driscoll CE, Loxterkamp DA. 1982. Fasting: The history, pathophysiology, and complications. *The Western journal of medicine*. 137: 379–399.
- Kim BH, Joo Y, Kim MS, Choe HK, Tong Q, Kwon O. 2021. Effects of Intermittent Fasting on the Circulating Levels and Circadian Rhythms of Hormones. *Endocrinology and metabolism*. 36:745-756.
- Kim C, Pinto AM, Bordoli C, Buckner LP, Kaplan PC, Del Arenal IM, Jeffcock EJ, Hall WL, Thuret S. 2020. Energy Restriction Enhances Adult Hippocampal Neurogenesis-Associated Memory after Four Weeks in an Adult Human Population with Central Obesity; a Randomized Controlled Trial. *Nutrients*. 12:638.
- Kim KH, Kim YH, Son JE, Lee JH, Kim S, Choe MS, Moon JH, Zhong J, Fu K, Lenglin F, Yoo JA, Bilan PJ, Klip A, Nagy A, Kim JR, Park JG, Hussein SM, Doh KO, Hui CC, Sung HK. 2017. Intermittent fasting promotes adipose thermogenesis and metabolic homeostasis via VEGF-mediated alternative activation of macrophage. *Cell research*. 27:1309-1326.
- Kim YH, Lee JH, Yeung JL, Das E, Kim RY, Jiang Y, Moon JH, Jeong H, Thakkar N, Son JE, Trzaskalski N, Hui CC, Doh KO, Mulvihill EE, Kim JR, Kim KH, Sung HK. 2019. Thermogenesis-independent metabolic benefits conferred by isocaloric intermittent fasting in ob/ob mice. *Scientific reports*. 9:2479.
- Kim YM, Kim S, Cheong HK, Ahn B, Choi K. 2012. Effects of heat wave on body temperature and blood pressure in the poor and elderly. *Environ Health Toxicol*. 27: 2012013.
- Křížová J, Röhm KH. 2014. Enterální a parenterální výživa 2. vydání. *Mladá fronta*, Praha.
- Ledvina M, Stoklasová A, Cerman J. 2009. Biochemie pro studující medicíny. *Karolinum*, Praha.
- Li G, Xie C, Lu S, Nichols RG, Tian Y, Li L, Patel D, Ma Y, Brocker CN, Yan T, Krausz KW, Xiang R, Gavriloova O, Patterson AD, Gonzalez FJ. 2017. Intermittent Fasting Promotes White Adipose Browning and Decreases Obesity by Shaping the Gut Microbiota. *Cell metabolism*. 26:672-685.e4.

- Liu B, Du Y, Wu Y, Snetselaar LG, Wallace RB, Bao W. 2021. Trends in obesity and adiposity measures by race or ethnicity among adults in the United States 2011-18: population based study. *BMJ*. 372: n365.
- Liu B, Page AJ, Hatzinikolas G, Chen M, Wittert GA, Heilbronn LK. 2019. Intermittent Fasting Improves Glucose Tolerance and Promotes Adipose Tissue Remodeling in Male Mice Fed a High-Fat Diet. *Endocrinology*. 160:169–180.
- Longo VD, Di Tano M, Mattson MP, Guidi N. 2021. Intermittent and periodic fasting, longevity and disease. *Nature aging*. 1:47-59.
- Madaniyazi L, Zhou Y, Li S, Williams G, Jaakkola JJ, Liang X, Liu Y, Wu S, Guo Y. 2016. Outdoor Temperature, Heart Rate and Blood Pressure in Chinese Adults: Effect Modification by Individual Characteristics. *Scientific reports*. 6:21003.
- Mahan LK, Escott-Stump S, Raymond JL, Krause MV. 2012. Krause's food & the nutrition care process. *Elsevier/Saunders*. St. Louis, Missouri.
- Malachov G. 1999. Dokonalá očista těla: autorova učebnice. *Eugenika*, Bratislava.
- Malachov G. 2002. Hladovění. *Stratos*, Praha.
- Malachov G. 2005. Očista těla a správná výživa: unikátní metodika uzdravení. *Eugenika*, Bratislava.
- Malinowski B, Zalewska K, Węsierska A, Sokołowska MM, Socha M, Liczner G, Pawlak-Osińska K, Wiciński M. 2019. Intermittent Fasting in Cardiovascular Disorders-An Overview. *Nutrients*. 11:673.
- Masarone D, Martucci ML, Errigo V, Pacileo G. 2021. The Use of β -Blockers in Heart Failure with Reduced Ejection Fraction. *Journal of cardiovascular development and disease*. 8:101.
- Mattes RD, Friedman MI. 1993. Hunger. *Digestive diseases*. 11:65-77.
- Mattson MP, Longo VD, Harvie M. 2017. Impact of intermittent fasting on health and disease processes. *Ageing research reviews*. 39:46-58.
- Meier U, Gressner AM. 2004. Endocrine regulation of energy metabolism: review of pathobiochemical and clinical chemical aspects of leptin, ghrelin, adiponectin, and resistin. *Clinical chemistry*. 50:1511-25.
- Montanari M. 2003. Hlad a hojnost: dějiny stravování v Evropě. *Nakladatelství Lidové noviny*, Praha.
- Moro T, Tinsley G, Bianco A, Marcolin G, Pacelli QF, Battaglia G, Palma A, Gentil P, Neri M, Paoli A. 2016. Effects of eight weeks of time-restricted feeding (16/8) on basal metabolism, maximal strength, body composition, inflammation, and cardiovascular risk factors in resistance-trained males. *Journal of translational medicine*. 14:290.
- Murray RK, Bender DA, Botham KM, Kennely PJ, Rodwell VW, Weil PA. 2012. Harperova ilustrovaná biochemie. *Český Těšín*. Galén.

- Musil D. 2002. Klinická výživa a intenzivní metabolická péče. *Univerzita Palackého, Olomouc*.
- Panda S, Hogenesch JB, Kay SA. 2002. Circadian rhythms from flies to humans. *Nature*. 417:329–35.
- Paoli A, Tinsley G, Bianco A, Moro T. 2019. The Influence of Meal Frequency and Timing on Health in Humans: The Role of Fasting. *Nutrients*. 11:719.
- Park J, Seo YG, Paek YJ, Song HJ, Park KH, Noh HM. 2020. Effect of alternate-day fasting on obesity and cardiometabolic risk: A systematic review and meta-analysis. *Metabolism*. 111:154336.
- Parkar SG, Kalsbeek A, Cheeseman JF. 2019. Potential Role for the Gut Microbiota in Modulating Host Circadian Rhythms and Metabolic Health. *Microorganisms*. 7:41.
- Partyková V. 2017. Hladovění pro zdraví. *Im-puls, Praha*.
- Patterson RE, Laughlin GA, LaCroix AZ, Hartman SJ, Natarajan L, Senger CM, Martínez ME, Villaseñor A, Sears DD, Marinac CR, Gallo LC. 2015. Intermittent Fasting and Human Metabolic Health. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*. 115:1203-12.
- Paulose JK, Cassone VM. 2016. The melatonin-sensitive circadian clock of the enteric bacterium *Enterobacter aerogenes*. *Gut Microbes*. 7:424-7.
- Persynaki A, Karras S, Pichard C. 2017. Unraveling the metabolic health benefits of fasting related to religious beliefs: A narrative review. *Nutrition*. 35:14-20.
- Phillips M. 2019. Fasting as a Therapy in Neurological Disease. *Nutrients*. 11:2501.
- Pilon B. 2015. Jezte! Nejezte! Jezte!: Hubnutí metodou krátkodobých půstů. *Grada Publishing, Praha*.
- Qasrawi SO, Pandi-Perumal SR, BaHammam AS. 2017. Effects of intermittent fasting during Ramadan on sleep, drowsiness, cognition, and circadian rhythm. *Sleep and breathing*. 21:577–86.
- Ramadan JM, Barac-Nieto M. 2000. Cardio-respiratory responses to moderately heavy aerobic exercise during the Ramadan fasts. *Saudi medical journal*. 21:238-44.
- Ridaura VK, Faith JJ, Rey FE, Cheng J, Duncan AE. 2013. Gut microbiota from twins discordant for obesity modulate metabolism in mice. *Science*. 341:1241214.
- Ritchie H, Roser M. 2017. Obesity. *OurWorldInData*.
- Roach PJ, Depaoli-Roach AA, Hurley TD, Tagliabracci VS. 2012. Glycogen and its metabolism: some new developments and old themes. *The Biochemical journal*. 441:763-87.
- Rubio-Aliaga I, De Rus B, Duty SJ, Crosley LK, Mayer K, Horgan G, Colquhoun IJ, Le Gall G, Huber F, Kremer W. 2010. The metabolomics of long-term fasting in humans reveals new catabolic markers. *Metabolomics*. 7: 375-38.

- Rynders CA, Thomas EA, Zaman A, Pan Z, Catenacci VA, Melanson EL. 2019. Effectiveness of Intermittent Fasting and Time-Restricted Feeding Compared to Continuous Energy Restriction for Weight Loss. *Nutrients*. 11:2442.
- Sadeghirad B, Motaghipisheh S, Kolahehdooz F, Zahedi MJ. 2014. Islamic fasting and weight loss: A systematic review and meta-analysis. *Public health nutrition*. 17:396–406.
- Saladin KK. 2009. Saladin's Anatomy & Physiology 5th. 5 edition edition. *McGraw-Hill Science/Engineering/Math*.
- Sallis R, Young DR, Tartof SY, Sallis JF, Sall J, Li Q, Smith GN, Cohen DA. 2021. Physical inactivity is associated with a higher risk for severe COVID-19 outcomes: a study in 48 440 adult patients. *British journal of sports medicine*. 55:1099-1105.
- Sands WA, McNeal JR, Murray SR, Ramsey MW, Sato K, Mizuguchi S, Stone MH. 2013. Stretching and Its Effects on Recovery. *Strength & Conditioning Journal*. 35:30–36.
- Shils ME, Shike M. 2006. Modern nutrition in health and disease. *Lippincott Williams & Wilkins*, Philadelphia.
- Shulman GI. 2014. Ectopic fat in insulin resistance, dyslipidemia, and cardiometabolic disease. *The New England journal of medicine*. 371:2237–2238.
- Scheer FA, Hilton MF, Mantzoros CS, Shea SA. 2009. Adverse metabolic and cardiovascular consequences of circadian disruption. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 106:4453–58.
- Schneiderka P. 2004. Kapitoly z klinické biochemie. *Karolinum*, Praha.
- Stavěl J. 1937. Hlad: příspěvek k analýze pudu. Filozofická fakulta Univerzita Komenského, Bratislava.
- Steinbusch L, Luiken J, Vlasblom R, Chabowski A, Hoebbers N, Coumans W, Vroegrijk I, Voshol P, Ouwens D, Glatz J, Diamant M. 2011. Absence of fatty acid transporter CD36 protects against Western-type diet-related cardiac dysfunction following pressure overload in mice. *American journal of physiology. Endocrinology and metabolism*. 301: E618-27.
- Stockwell S, Trott M, Tully M, Shin J, Barnett Y, Butler L, McDermott D, Schuch F, Smith L. 2021. Changes in physical activity and sedentary behaviours from before to during the COVID-19 pandemic lockdown: a systematic review. *BMJ open sport & exercise medicine*. 7: e000960.
- Sutton EF, Beyl R, Early KS, Cefalu WT, Ravussin E, Peterson CM. 2018. Early time-restricted feeding improves insulin sensitivity, blood pressure, and oxidative stress even without weight loss in men with prediabetes. *Cell metabolism*. 27:1212-1221.
- Teplan V a kolektiv. 2000. Metabolismus a ledviny. *Grada*, Praha.

- Thaiss CA, Zeevi D, Levy M, Zilberman-Schapira G, Suez J, Tengeler AC, Abramson L, Katz MN, Korem T, Zmora N, Kuperman Y, Biton I, Gilad S, Harmelin A, Shapiro H, Halpern Z, Segal E, Elinav E. 2014. Transkingdom control of microbiota diurnal oscillations promotes metabolic homeostasis. *Cell*. 159:514-29.
- Tomandl J, Táborská E. 2004. Biochemie. II, Semináře. *Masarykova univerzita*, Brno.
- Trepanowski JF, Bloomer RJ. 2010. The impact of religious fasting on human health. *The Western journal of medicine*. 9:57.
- Trepanowski JF, Kroeger CM, Barnosky A, Klempel MC, Bhutani S, Hoddy KK, Gabel K, Freels S, Rigdon J, Rood J, Ravussin E, Varady KA. 2017. Effect of Alternate-Day Fasting on Weight Loss, Weight Maintenance, and Cardioprotection Among Metabolically Healthy Obese Adults: A Randomized Clinical Trial. *JAMA internal medicine*. 177:930-938.
- Tripolt NJ, Stekovic S, Aberer F, Url J, Pferschy PN, Schröder S, Verheyen N, Schmidt A, Kolesnik E, Narath SH, Riedl R, Obermayer-Pietsch B, Pieber TR, Madeo F, Sourij H. 2018. Intermittent Fasting (Alternate Day Fasting) in Healthy, Non-obese Adults: Protocol for a Cohort Trial with an Embedded Randomized Controlled Pilot Trial. *Advances in therapy*. 35:1265-1283.
- Turnbaugh PJ, Ley RE, Mahowald MA, Magrini V, Mardis ER, Gordon JI. 2006. An obesity-associated gut microbiome with increased capacity for energy harvest. *Nature*. 444:1027–31.
- Varady KA, Hellerstein MK. 2007. Alternate-day fasting and chronic disease prevention: a review of human and animal trials. *The American journal of clinical nutrition*. 86:7-13.
- Varady KA, Hudak CS, Hellerstein MK. 2009. Modified alternate-day fasting and cardioprotection: relation to adipose tissue dynamics and dietary fat intake. *Metabolism*. 58:803-11.
- Villanueva JE, Liveló C, Trujillo AS, Chandran S, Woodworth B, Andrade L, Le HD, Manor U, Panda S, Melkani GC. 2020. Time-restricted feeding restores muscle function in Drosophila models of obesity and circadian-rhythm disruption. *Nature communications*. 10:2700.
- Voigt RM, Forsyth CB, Green SJ, Engen PA, Keshavarzian A. 2016. Circadian Rhythm and the Gut Microbiome. *International review of neurobiology*. 131:193-205.
- Wiley KL. 2004. The A to Z of Jainism. *Scarecrow Press INC*, United Kingdom.
- Zacny JP, Wit H. 1990. Effects of a 24-hour fast on cigarette smoking in humans. *British Journal of Addiction*, 85:555–560.
- Zadák Z. 2009. Výživa v intenzivní péči. *Grada*, Praha.
- Zarrinpar A, Chaix A, Yooseph S, Panda S. 2014. Diet and feeding pattern affect the diurnal dynamics of the gut microbiome. *Cell metabolism*. 20:1006-17.

- Zhao X, Yang J, Huang R, Guo M, Zhou Y, Xu L. 2021. The role and its mechanism of intermittent fasting in tumors: friend or foe? *Cancer biology & medicine*. 18:63-73.
- Zouhal H, Saeidi A, Salhi A, Li H, Essop MF, Laher I, Rhibi F, Amani-Shalamzari S, Ben Abderrahman A. 2020. Exercise Training and Fasting: Current Insights. *Open access journal of sports medicine*. 11:1–28.

6 Seznam použitých zkratek a symbolů

IF	Přerušovaný půst
BMI	Index tělesné hmotnosti
ADF	Hladovění obden
DIF	Denní přerušovaný půst
ESE	Eat stop eat
TRF	Time-Restricted Feeding
AmK	Aminokyselina
BCAA	Aminokyseliny s rozvětveným řetězcem
COVID- 19	Koronavirové onemocnění 2019
ND	Normální strava
MK	Mastné kyseliny
LPL	Lipoproteinová lipasa
HSL	Hormon-senzitivní lipasu
TAG	Triacylglycerol
tRNA	Přenosná ribonukleová kyselina
K _m	Michaelisová konstanta
SCFAs	Krátké řetězce mastných kyselin
CNS	Centrální nervový systém
ATP	Adenosintrifosfát