



**UNIVERZITA KARLOVA**  
**1. lékařská fakulta**

Studijní program: Specializace ve zdravotnictví

Studijní obor: Nutriční terapeut

**Miloslav Šindelář**

Efektivita různých dietních přístupů v terapii diabetu 2. typu

Effectiveness of various dietary approaches in the therapy of type 2 diabetes

Bakalářská práce

Vedoucí práce: MUDr. Hana Krejčí, Ph.D.

Praha, 2021

**Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracoval/a samostatně a že jsem řádně uvedl/a a citoval/a všechny použité prameny a literatury. Současně prohlašuji, že práce nebyla využita k získání jiného nebo stejného titulu.

Souhlasím s trvalým uložením elektronické verze mé práce v databázi systému meziuniverzitního projektu Theses.cz za účelem soustavné kontroly podobnosti kvalifikačních prací.

V Praze, 30. 4. 2021

MILOSLAV ŠINDELÁŘ



.....  
Podpis

**Poděkování:**

Chtěl bych srdečně poděkovat vedoucí mé bakalářské práce, MUDr. Haně Krejčí, Ph.D., za poskytnuté rady, trpělivost a její drahocenný čas, který mé práci věnovala. V neposlední řadě si také moc vážím podpory všech mých blízkých, rodiny a kolegy z práce.

## **Identifikační záznam**

ŠINDELÁŘ, Miloslav. Efektivita různých dietních přístupů v terapii diabetu 2. typu. [Effectiveness of various dietary approaches in the therapy of type 2 diabetes]. Praha, 2021. 40 s., 0 příloh. Bakalářská práce (Bc.). Univerzita Karlova, 1. lékařská fakulta, III. interní klinika – klinika endokrinologie a metabolismu 1. LF UK a VFN v Praze. Vedoucí práce MUDr. Hana Krejčí, Ph.D.

## **ABSTRAKT**

Diabetes mellitus je závažné chronické onemocnění, které patří mezi nejčastější příčiny úmrtí na světě. Toto onemocnění velmi zásadně zvyšuje celkové náklady na zdravotní péči a snižuje kvalitu života stovkám milionů osob po celém světě. I přes veškerá preventivní opatření a rostoucí úroveň zdravotní péče se celkový počet pacientů s diabetem zvyšuje. Rozlišujeme více typů diabetu, nicméně naprostou většinu případů (přibližně 90 %) tvoří pacienti s diabetem 2. typu. I když je diabetes 2. typu podmíněn geneticky, jeho riziko vzniku a terapii můžeme ovlivnit naším životním stylem. Ukazuje se, že dieta hraje velmi významnou roli v terapii, a dokonce i v možném navození remise diabetu 2. typu. Tato teoretická bakalářská práce si klade za cíl objektivně a kriticky zhodnotit výživové styly používané v terapii diabetu 2. typu. Na základě provedené analýzy 10 RCT studií, které byly publikovány mezi roky 2011–2021, vyplývá, že existuje více výživových postupů, které jsou efektivní v jejich schopnosti redukovat hladinu glykovaného hemoglobinu, snižovat dávky medikace, redukovat hmotnost, a dokonce i navodit úplnou či částečnou remisi u pacientů s diabetem 2. typu. Mezi tyto efektivní diety patří nízkosacharidová dieta, nízkotučná dieta, středomořská strava, DASH a vegetariánská strava. Ačkoliv některé z těchto dietních přístupů vykazují zpočátku vyšší efektivitu (např. ve schopnosti snižovat hladinu HbA<sub>1c</sub>), v průběhu času zřejmě dochází ke stírání rozdílů mezi jednotlivými přístupy. Ukazuje se také, že tyto dietní přístupy mají mnoho znaků společných (např. restrikce ultrazpracovaných potravin, vysoký příjem ovoce a zeleniny, dostatek vlákniny apod.). Výběr konkrétního výživového stylu pro terapii diabetu 2. typu by tedy měl po uvážení benefitů a rizik vycházet z individuálních preferencí jednotlivých pacientů tak, aby byl pro ně tento přístup dlouhodobě udržitelný a tím byla zajištěna i jeho efektivita.

### **Klíčová slova:**

Diabetes mellitus 2. typu, efektivní dietní přístupy, terapie diabetu, glykovaný hemoglobin

## **ABSTRACT**

Diabetes mellitus is a serious chronic disease, ranking as one of the most leading causes of death in the world. This condition causes a substantial increase in the total cost of healthcare and decreases the quality of life of hundreds of millions of people around the world. Despite all preventive measures and the rise of healthcare quality, the total number of patients with diabetes is increasing. There are several types of diabetes distinguished, however, most cases (90 %) are diagnosed as type 2 diabetes mellitus. Although diabetes is genetically predisposed, we are able to modify the risk and treatment with our lifestyle. It turns out that the diet plays a crucial role in therapy, even in possible remission of type 2 diabetes. The aim of this bachelor thesis is to objectively and critically compare dietary approaches which are used in type 2 diabetes therapy. On the basis of 10 RCT studies analysis, which were published between 2011–2021, it emerges that there are several dietary approaches showing effectiveness in terms of their ability to reduce levels of glycated hemoglobin, lower medication intake, reduce weight and even to induce complete or partial remission in patients with type 2 diabetes. Results of this work show that the effective dietary approaches are low-carb diet, low-fat diet, mediterranean diet, DASH and vegetarian diet. Although some of these dietary approaches initially show superior effects (e.g. in their ability to lower levels of HbA<sub>1c</sub>), over the course of time the differences between particular approaches are diminishing. It transpires that these diet approaches have many attributes in common (e.g. restriction of ultra-processed food, higher total fruit and vegetable intake, sufficient amount of fiber etc.). A choice of a particular dietary approach for the therapy of type 2 diabetes should therefore, be based on individual patient's preferences and after the consideration of risks and benefits in order to be sustainable long term and thereby, effective.

### **Key words:**

Type 2 diabetes, effective dietary approaches, diabetes therapy, glycated hemoglobin

# Obsah

<b>1. Úvod.....</b>	<b>9</b>
<b>2. Diabetes mellitus 2. typu .....</b>	<b>10</b>
2.1. Onemocnění .....	10
2.2. Klinické projevy .....	10
2.3. Komplikace .....	10
2.3.1. Mikrovaskulární komplikace .....	10
2.3.2. Makrovaskulární komplikace.....	12
2.3.3. Ostatní komplikace.....	12
2.4. Terapie .....	13
2.4.1. Režimová opatření.....	13
2.4.2. Farmakoterapie.....	13
2.4.3. Bariatrická chirurgie.....	14
2.5. Příčiny diabetu 2. typu.....	14
2.6. Diagnostika diabetu 2. typu.....	14
<b>3. Doporučené postupy dietní léčby pacientů s diabetem v České republice.....</b>	<b>15</b>
3.1. Celkový příjem energie a tělesná hmotnost.....	16
3.2. Tuky.....	16
3.3. Sacharidy.....	17
3.4. Glykemický index.....	17
3.5. Bílkoviny.....	17
3.6. Alkohol .....	18
3.7. Pitný režim .....	18
<b>4. Cíle výzkumu.....</b>	<b>20</b>
<b>5. Metodika.....</b>	<b>20</b>
5.1. Vyhledávání literatury .....	20
5.2. Selekce studií.....	20
<b>6. Výsledky .....</b>	<b>21</b>
6.1. Nízkosacharidové diety (LCD).....	21
6.1.1. Nízkosacharidové diety a diabetes 2. typu.....	22
6.1.2. Vliv nízkosacharidových diet na glykovaný hemoglobin .....	23
6.2. Nízkotučné diety (LFD) .....	23
6.2.1. Nízkotučné diety a diabetes 2. typu.....	23
6.2.2. Vliv nízkotučných diet na glykovaný hemoglobin .....	25
6.3. Středomořská strava.....	25
6.3.1. Středomořská strava a diabetes 2. typu.....	26

6.4. DASH (Dietary Approaches to Stop Hypertension) .....	27
6.4.1. DASH a diabetes 2. typu.....	27
6.5. Vegetariánská strava .....	28
6.5.1. Vegetariánská strava a diabetes 2. typu .....	28
<b>7. Diskuze .....</b>	<b>29</b>
<b>8. Závěr .....</b>	<b>32</b>
<b>9. Seznam použité literatury .....</b>	<b>33</b>



# 1. Úvod

Dnes žijeme v době, kdy jsme obklopeni výtobytky moderní civilizace, pokročilým zdravotnictvím a exponenciálním růstem technologií a znalostí. V minulém století bylo celosvětově dosaženo značných pokroků na poli ekonomického růstu, zdraví a životních standardů obyvatel. Na druhé straně je však tento pokrok a udržitelný růst v dnešní době ohrožován nárůstem prevalence určitých onemocnění, která se souhrnně označují jako neinfekční onemocnění hromadného výskytu. Mezi tato onemocnění patří např. kardiovaskulární a nádorová onemocnění, plicní onemocnění nebo diabetes. Udává se, že nemoci hromadného výskytu mohou celosvětově za 70 % všech úmrtí (Allen et al., 2017). Velkou měrou se podílí i na snížení kvality života a jsou také obrovskou ekonomickou zátěží pro celý zdravotní systém (Van Wilder et al., 2020; Beaglehole et. al., 2011; Jönsson, 2002).

Jedním z těchto onemocnění a jednou z nejčastějších patologií vůbec je právě diabetes mellitus. Diabetes je závažné chronické onemocnění, které má vysoký dopad na zdraví jednotlivců a ovlivňuje rodiny či komunity po celém světě. Toto onemocnění ve skutečnosti patří mezi nejčastější příčiny úmrtí na světě a odhaduje se, že v roce 2017 zemřely na diabetes 4 miliony osob. Náklady na zdravotní péči spojenou s tímto onemocněním tvořily v roce 2017 přibližně 727 miliard amerických dolarů. Dle vysoce kvalitních dat z 255 zdrojů publikovaných mezi roky 1990 až 2018 se odhaduje, že v roce 2019 trpělo diabetem celosvětově 463 milionů osob, což odpovídá 9,3 % dospělé populace. Podle dalších predikcí se předpokládá růst tohoto trendu a v roce 2030 by počet diabetiků měl tvořit již 10,2 % populace (578 milionů osob). V roce 2045 má být prevalence diabetu v populaci dokonce až 10,9 % (700 milionů osob) – tzn. více než každý desátý člověk na světě bude mít toto onemocnění. Prevalence diabetu je obecně vyšší v urbanizovaných částech světa oproti rurálním oblastem (10,8 % vs. 7,2 %) a v rozvinutých zemích v porovnání s chudými státy (10,4 % vs. 4 %). Je také zajímavé, že jeden ze dvou lidí trpících diabetem neví o tom, že má diabetes. Naprostou většinu případů (90 %) tvoří diabetes 2. typu. (Saeedi et al., 2019).

Rychlý nárůst prevalence diabetu můžeme částečně přičítat celkovému stárnutí populace, urbanizaci a obezitogennímu prostředí, které nás obklopuje. Mezi další faktory podílející se na tomto rostoucím trendu patří vyšší výskyt diabetu u mladších věkových skupin, pokročilejší terapie, dřívější záchyt a díky tomu také delší průměrná délka života pacientů s diabetem (Chatterjee, Khunti et Davies, 2017).

Ukazuje se, že i když je diabetes 2. typu podmíněn geneticky, obrovskou roli v patogenezi tohoto onemocnění hraje právě prostředí a životní styl (Talmud et al., 2010). To znamená, že jsme sami z velké části schopni ovlivnit riziko vzniku diabetu 2. typu a jeho terapii naším životním stylem – např. dostatečným pohybovým režimem, udržováním optimálního BMI a vhodnou stravou (Sung et Bae, 2012). Konkrétně obezita velmi výrazně zvyšuje riziko diabetu a celkový nárůst případů diabetu může být až z 80–95 % přisuzován obezitě či nadváze s predominantním ukládáním tuku v abdominální oblasti (Astrup, 2001).

Podobně jako je tomu u obezity, dieta hraje nenahraditelnou roli v terapii či dokonce v navození remise diabetu 2. typu. Tato teoretická bakalářská práce si tedy klade za cíl objektivně zhodnotit a porovnat efektivitu nejčastěji používaných výživových přístupů v terapii diabetu 2. typu.

## 2. Diabetes mellitus 2. typu

### 2.1. Onemocnění

Diabetes 2. typu je komplexní metabolické onemocnění, které představuje 90 % všech případů diabetu a projevuje se inzulínovou rezistencí, respektive relativním nedostatkem inzulínu. Alespoň zpočátku, ale často i v průběhu jejich života, lidé s tímto typem diabetu nepotřebují dodávat inzulín exogenní formou, aby přežili. Je pravděpodobně více spouštěčů, které se podílí na rozvoji této formy diabetu, nicméně specifické etiologické faktory nejsou přesně známy. Na druhou stranu většina pacientů s touto formou diabetu je obézních a obezita (zejména ta abdominální) sama o sobě způsobuje určitý stupeň inzulínové rezistence. Diabetes 2. typu často bývá nediodagnostikován po mnoho let z toho důvodu, že se hyperglykémie vyvíjí postupně a v počátečních fázích onemocnění není ještě tak závažná, aby pacient cítil klasické projevy diabetu. Přesto však pacienti jsou již ve zvýšeném riziku makro i mikrovaskulárních komplikací. Vysoká hladina glykémie vede ke zvýšené stimulaci  $\beta$ -buněk pankreatu, takže paradoxně u těchto pacientů může být hladina inzulínu normální či dokonce lehce zvýšená. Sekrece inzulínu je však v pozdějších fázích narušena, a navíc nedokáže účinně kompenzovat zvýšenou hladinu glykémie z důvodu vzniklé inzulínové rezistence. Inzulínová senzitivita může být zlepšena redukcí hmotnosti či farmakologickou intervencí, avšak jen zřídka je plně obnovena. Riziko diabetu 2. typu roste s narůstajícím věkem, vysokým BMI a nedostatkem fyzické aktivity (American Diabetes Association, 2014).

### 2.2. Klinické projevy

Mezi typické symptomy dekompenzovaného diabetu 2. typu patří časté močení (polyurie), vyšší pocit žízně (polydipsie), vyšší pocit hladu (polyfagie) a ztráta hmotnosti (Vijan, 2010). Mezi další klinické projevy, které mohou signalizovat diabetes, patří rozostřené vidění, svědění, periferní neuropatie, opakované vaginální infekce nebo únava (Faraji et al., 2012; Davies et al., 2006; Yarbağ et al., 2015). Dalším projevem diabetu může být i ztráta chuti tzv. ageusia (Rathee et Jain, 2019). Mezi nejzávažnější projevy diabetu patří vznik hyperosmolárních hyperglykemických stavů, které jsou charakterizovány sníženým stupněm vědomí, glykosurií a nízkým tlakem krve (Pasquel et Umpierrez, 2014).

### 2.3. Komplikace

Diabetes 2. typu je chronické onemocnění, které zkracuje život pacienta až o 10 let (Department of Health, 2001). K tomuto zkrácení délky života dochází především z důvodu četných komplikací, které diabetes 2. typu provázejí. Nejčastěji jsou komplikace způsobeny poškozením cévního systému – tzv. makro i mikrovaskulární komplikace, které vznikají působením kombinace více faktorů na cévní řečiště. Mezi tyto faktory patří např. změny perfuze, glykémie, hladiny lipidů, krevního tlaku a působení oxidačního stresu nebo procesu neenzymové glykace na cévní systém (Fowler, 2008).

#### 2.3.1. Mikrovaskulární komplikace

Specifické mikrovaskulární komplikace postihují kapilární a prekapilární řečiště, označují se proto jako komplikace mikroangiopatické. Typicky se manifestují v oblasti sítnice, ledvinných glomerulů a postihují také periferní nervovou soustavu.

## DIABETICKÁ RETINOPATIE

Diabetická retinopatie je závažné chronické onemocnění sítnice související se zvýšenou hladinou glukózy v krvi a patří mezi nejčastější komplikace diabetu. Například ve Spojených státech je retinopatie zodpovědná za 10 000 nových případů slepoty každý rok. Riziko rozvoje retinopatie se zvyšuje v závislosti na délce trvání a závažnosti hyperglykémie. Ukazuje se, že retinopatie se může začít vyvíjet již 7 let před samotným stanovením diagnózy diabetu 2. typu (Fong, 2004).

Jedním z mechanismů vzniku diabetické retinopatie je činnost enzymu aldóza reduktázy (ALR2), který při jejím nadbytku glukózu přeměňuje na cukernaté alkoholy (konkrétně sorbitol). Díky akumulaci sorbitolu uvnitř buněk dochází k osmotickému stresu, který následně poškozuje buňky a z animálních studií máme důkazy o tom, že právě akumulace sorbitolu uvnitř buněk vede k mikroaneurysmatům, zbytnění membrán a ke ztrátě pericytů. Na druhé straně terapie pomocí inhibitorů enzymu aldóza reduktázy neposkytla slibné výsledky (Fong, 2004; Gabbay, 1975; Gabbay 2004).

Mezi další příčiny diabetické retinopatie patří zřejmě i poškození buněk vlivem působení glykoproteinů. Díky vysokým koncentracím glukózy dochází totiž ke zvýšené tvorbě produktů pokročilé glykace (AGEs) a studie na animálních modelech spojují AGEs se vznikem mikroaneurysmat a ztrátou pericytů (Fong, 2004).

Dále v poškození buněk sítnice také hraje roli oxidativní stres způsobený vysokou hladinou glykémie. Je to z toho důvodu, že vysoká hladina glukózy dokáže stimulovat nadměrnou tvorbu volných radikálů a reaktivních forem kyslíku (Fong, 2004).

Růstové faktory, včetně vaskulárního endoteliálního růstového faktoru (VEGF), růstového hormonu (GH) a transformujícího růstového faktoru (TGF), také přispívají k rozvoji diabetické retinopatie. VEGF je zřejmě stimulován hypoxií buněk (Keenan et al., 2007).

## DIABETICKÁ NEFROPATIE

Diabetická nefropatie patří mezi nejčastější příčiny selhání ledvin a projevuje se proteinurií, případně mikroalbuminurií v počáteční fázi. Dle dosavadních zdrojů víme, že až 7 % nově diagnostikovaných pacientů s diabetem již trpí mikroalbuminurií (Gross et al., 2005) a v průběhu 10 let od diagnózy prevalence mikroalbuminurie vzrůstá dokonce na 25 % (Adler et al., 2003). K mechanismu vzniku diabetické nefropatie přispívá hypertenze a další faktory, které byly již popsány výše u diabetické retinopatie (Fowler, 2011).

## DIABETICKÁ NEUROPATIE

Podle Americké diabetické asociace (ADA) můžeme diabetickou neuropatii definovat jako „přítomnost symptomů a/nebo známek dysfunkce periferních nervů u lidí s diabetem po vyloučení ostatních příčin“. Tato komplikace postihuje až 50 % všech seniorů s diabetem 2. typu. Zatímco někteří pacienti mohou mít extrémně bolestivé příznaky, jiní s více vyjádřeným neuropatickým deficitem mohou být paradoxně asymptomatictí (Boulton, 2005). Stejně jako u ostatních mikrovaskulárních komplikací se i zde riziko proporčně zvyšuje s délkou trvání a rozsahem hyperglykémie, případně někteří jedinci mohou mít k neuropatii vyšší genetické predispozice (Fowler, 2011). Přesná povaha vzniku diabetické neuropatie není známa, nicméně zřejmě se jedná o kombinaci působení faktorů jako jsou akumulace polyolů, poškození buněk vlivem glykace a oxidativního stresu. Více než 80 % všech amputací končetin je podmíněno předchozím vznikem vředu nebo zranění právě vlivem diabetické neuropatie (Boulton, 2005).

### **2.3.2. Makrovaskulární komplikace**

Nespecifické makrovaskulární komplikace, jak už název napovídá, postihují velké cévy a centrálním patologickým mechanismem je v tomto případě proces aterosklerózy, který vede k zužování arterií po celém těle. Ateroskleróza vzniká na podkladě chronického zánětu a poškození arteriální stěny. V odpovědi na toto poškození dochází k akumulaci oxidovaných lipidů z LDL částic ve stěně endotelu. Následně dochází k infiltraci arteriální stěny monocyty, které se diferencují v cílové tkáni na makrofágy. Makrofágy poté akumulují oxidované lipidy a vytváří tzv. pěnové buňky, které dále stimulují proliferaci makrofágů a dochází k chemotaxi T-lymfocytů. Výsledkem tohoto procesu je proliferace hladké svaloviny, ukládání kolagenu ve stěně artérií a tvorba tzv. aterosklerotického plátu (Boyle, 2007).

Dalším činitelem, který u diabetiků 2. typu přispívá ke vzniku makrovaskulárních komplikací, je zřejmě i prostředí zvýšené koagulace a adheze destiček. Dále také zvýšená hladina inhibitoru aktivátoru plazminogenu může narušit přirozený proces fibrinolýzy. Tato kombinace zvýšené srážlivosti krve a narušené fibrinolýzy zvyšuje riziko cévní okluze a kardiovaskulárních komplikací u diabetiků 2. typu (Beckman, Creager et Libby, 2002).

Pacienti s diabetem 2. typu mají také obvykle rozvinutý metabolický syndrom, který zahrnuje obezitu, hypertenzi, hyperlipidémii a zvýšenou koagulaci krve. Tyto faktory také samy o sobě mohou podporovat vznik kardiovaskulárních onemocnění. Nicméně i přesto diabetes 2. typu působí jako nezávislý rizikový faktor pro rozvoj ischemické choroby srdeční a cévní mozkové příhody – konkrétně zvyšuje riziko infarktu myokardu nebo cévní mozkové příhody 2–3krát a riziko úmrtí zhruba dvojnásobně nezávisle na ostatních známých rizikových faktorech (Almdal et al., 2004). U diabetiků jsou ischemickou chorobou srdeční častěji postiženy ženy (Avogaro et al., 2007).

Díky výše popsaným faktorům diabetes 1. i 2. typu výrazně zvyšuje riziko kardiovaskulárních onemocnění, které dokonce patří mezi primární příčinu úmrtí u pacientů s diabetem a také tvoří největší složku výdajů na zdravotní péči u diabetiků (Laing et al., 2003; Dall, Nikolov et Hogan, 2002).

### **2.3.3. Ostatní komplikace**

Diabetes je hlavní příčinou netraumatických amputací dolních končetin po celém světě. Např. ve Velké Británii zhruba 1 ze 3 amputací je indikována u pacientů s diabetem (Schofield et al., 2006). V Austrálii dokonce téměř polovina všech amputací je provedena právě u diabetiků (Lim et al., 2006).

Diabetes 2. typu také přímo či nepřímo zvyšuje riziko poruch muskuloskeletálního, jaterního či trávicího systému; stejně tak může ovlivnit kognitivní funkce a riziko duševních poruch (Cukierman, Gerstein et Williamson, 2005). Dále také může zvýšit incidenci některých typů zhoubných nádorů – např. jater, pankreatu, prsu, kolorekta a endometria (Giovannucci et al., 2010). Asociace diabetu 2. typu s dalšími komorbiditami jako je nealkoholické ztukovatění jater, spánková apnoe a deprese je zřejmě obousměrná, navíc může na vyšším riziku participovat i obezita, tzn. k potvrzení kauzálního vztahu mezi diabetem 2. typu a těmito onemocněními je třeba více kvalitních studií (Cali et al., 2009; Jordan, McSharry et Malhotra, 2014; Tabák et al., 2014).

## 2.4. Terapie

### 2.4.1. Režimová opatření

Mezi krucální a nezastupitelné strategie pro léčbu diabetu 2. typu a jeho komplikací patří režimová opatření zahrnující redukci hmotnosti, navýšení pohybové aktivity a dodržování vhodně nastaveného jídelníčku (Zheng, Ley et Hu, 2018).

Například ve studii Look AHEAD (Action for Health in Diabetes), která byla provedena v USA a trvala více než 10 let, došlo v prvních letech studie pomocí intenzivní intervence životního stylu u participantů s diabetem k úpravě jejich kardiometabolických parametrů, redukci hmotnosti a snížení potřeby medikace v porovnání s kontrolní skupinou. Není však bez zajímavosti, že redukce hmotnosti nesnížila četnost kardiovaskulárních onemocnění – zřejmě i díky tomu, že rozdíly v rizikových faktorech pro kardiovaskulární onemocnění se v průběhu času mezi oběma skupinami postupně stíraly (Wing et al., 2013).

Další randomizovaná placebem kontrolovaná studie z USA zjistila, že kombinací aerobního a odporového tréninku lze u diabetiků dosáhnout významného snížení HbA<sub>1c</sub>. Je zajímavé, že v této studii při vykonávání pouze odporového či aerobního tréninku ke snížení hladiny glykovaného hemoglobinu nedošlo (Church et al., 2010). I další studie na toto téma u pacientů s diabetem potvrzují synergický efekt kombinace odporového tréninku s aerobním (Sigal et Kenny, 2010).

Z efektivních dietních přístupů můžeme zmínit např. středomořskou stravu s vysokým příjmem extra panenského olivového oleje, která signifikantně snižuje relativní riziko kardiovaskulárních onemocnění (až o 30 %) u participantů s diabetem (Estruch et al., 2013).

Pacienti s diabetem 2. typu také pravděpodobně budou benefitovat z podpory jejich okolí, která zvyšuje jejich kompliance a nepřímo tak ovlivňuje i glykemickou kontrolu (Osborn et al., 2010). Naopak pacienti, kteří nemají podporu v jejich okolí a rodině, mají obecně sníženou adherenci k režimovým opatřením (Mayberry et Osborn, 2012).

### 2.4.2. Farmakoterapie

Ve farmakologické léčbě diabetu 2. typu a jeho komplikací můžeme využít celou plejádu léků, které mají hypoglykemizující účinek. Tato léčiva můžeme rozdělit dle cesty podání na perorální antidiabetika (PAD) a injekční antidiabetika (IAD), podle chemické struktury a mechanismu účinku pak na (Pelikánová, 2017):

- a) deriváty sulfonylurey
- b) biguanidy
- c) glitazony
- d) gliptiny
- e) analoga GLP-1
- f) glifloziny
- g) glinidy
- h) inhibitory střevních  $\alpha$ -glukosidáz

Je však důležité si uvědomit, že podávání těchto léčiv nenahrazuje režimová opatření. Během jejich užívání je tedy pro jejich optimální účinek stále nutné redukovat tělesnou hmotnost, dodržovat diabetickou dietu a pohybový režim (Pelikánová, 2017).

Při farmakoterapii bychom se měli zaměřovat nejen na léčbu hyperglykémie, ale nesmíme zapomínat i na léčbu ostatních rizikových faktorů jako je např. hypertenze, hypercholesterolemie a mikroalbuminurie; což u diabetiků může vést k prodloužení délky jejich života (Ripsin, Kang et Urban, 2009).

### **2.4.3. Bariatrická chirurgie**

Pokud u diabetiků s nadváhou či obezitou z nějakého důvodu nezaberou režimová opatření a nedojde k poklesu jejich hmotnosti, můžeme pomýšlet na bariatrickou chirurgii, což je velmi efektivní metoda, jak dosáhnout poklesu hmotnosti a snížit riziko dalších komplikací (Leitner et al., 2017). Bariatrická chirurgie může být indikována u obézních pacientů, kteří trpí diabetem 2. typu a mají BMI vyšší než 35 kg/m<sup>2</sup>, případně i nižší v rozmezí 30–35 kg/m<sup>2</sup>, pokud jsme přesvědčeni o tom, že pacient s diabetem 2. typu bude z této intervence benefitovat (Fried et al., 2014).

Máme silné důkazy o tom, že bariatrická chirurgie u diabetiků 2. typu může zlepšit funkci beta buněk, snížit riziko kardiovaskulárních komplikací, a dokonce napomoci dosáhnutí remise diabetu (Hofsø et al., 2010; Hofsø et al., 2011; Dixon et al., 2008).

## **2.5. Příčiny diabetu 2. typu**

Diabetes 2. typu je komplexní metabolické onemocnění, na kterém se podílí více příčin (mluvíme o tzv. multifaktoriální etiologii). Obecně se jedná o kombinaci genetických predispozic, životního stylu a působení našeho prostředí (Ripsin, Kang et Urban, 2009). Dobrou zprávou pro nás je to, že některé faktory jako je např. správná strava, pohybový režim a udržování optimální tělesné hmotnosti můžeme sami ovlivnit a snížit tak riziko diabetu 2. typu. Na druhou stranu mezi neovlivnitelné faktory patří věk, pohlaví a naše genetické predispozice.

Některé studie dokonce zmiňují i vliv nutričního stavu matky v průběhu gestace na riziko chronických onemocnění u jejího dítěte včetně diabetu 2. typu. Jeden z těchto potenciálních mechanismů ovlivnění budoucího rizika mohou vysvětlovat epigenetické modifikace – např. metylace DNA plodu (Christian et Stewart, 2010).

Mezi další možné faktory, které se mohou podílet na vzniku tohoto onemocnění, patří i souhra mezi našimi střevními bakteriemi (tzv. mikrobiotou) a naším organismem. Některé studie poukázaly na fakt, že střevní mikrobiota může ovlivňovat inzulinovou senzitivitu a modulovat tak riziko diabetu (Pedersen et al., 2016; Park, Park et Sweeney, 2015).

## **2.6. Diagnostika diabetu 2. typu**

Dle Světové zdravotnické organizace (WHO) je diagnostika diabetu založena na průkazu hyperglykémie za stanovených podmínek (World health organization, 2006). Diabetes mellitus tedy může být diagnostikován třemi způsoby:

- a) Přítomností klasických příznaků diabetu a zároveň hladinou glykémie  $\geq 11,1$  mmol/l při náhodném měření
- b) Glykemií nalačno  $\geq 7,0$  mmol/l

c) Glykemií ve 120. minutě při orálním glukózovém testu<sup>1</sup>  $\geq 11,1$  mmol/l

K potvrzení diagnózy je nezbytné měření opakovat během následujících dnů nebo diabetes můžeme potvrdit přítomností jeho klasických příznaků. Ačkoliv existuje více diagnostických kritérií pro diabetes a prediabetes (viz Tab. 1), Česká diabetologická společnost používá pro diagnostiku diabetu stejná kritéria jako Světová zdravotnická organizace (Friedecký et al., 2019).

**Tab. 1 Diagnostická kritéria diabetu dle oficiálních organizací**

SLEDOVANÝ PARAMETR	FYZIOLOGICKÉ HODNOTY	PREDIABETES	DIABETES 2. TYPU
Glykémie na lačno	< 5,6 mmol/l* < 6,1 mmol/l**	5,6 – 6,9 mmol/l* 6,1 – 6,9 mmol/l**	$\geq 7,0$ mmol/l
Glykémie po 2 hod. při OGTT	< 7,8 mmol/l	7,8 – 11,0 mmol/l	$\geq 11,1$ mmol/l
Glykovaný hemoglobin (HbA <sub>1c</sub> )***	< 5,7 %* < 6,0 %**	5,7 – 6,4 %*	$\geq 6,5$ %

\* ADA = American Diabetes Association, \*\* WHO = World Health Organization, OGTT = Orální glukózový toleranční test

\*\*\* V současné době se v České republice upouští od používání starších jednotek DCCT (%) a hladina glykovaného hemoglobinu se vyjadřuje spíše v mmol/mol. Stanovení glykovaného hemoglobinu se pro diagnostiku diabetu v ČR neuvádí.

### 3. Doporučené postupy dietní léčby pacientů s diabetem v České republice

Dle České diabetologické společnosti (2012) lze předpokládat, že správnou výživou a životním stylem lze příznivě ovlivnit terapii diabetu a snížit riziko jeho komplikací. Naopak nevhodná strava jako např. nadbytečný příjem soli, nevhodných tuků, nadbytek energie a nedostatečný příjem ovoce a zeleniny se významně podílí na vzniku řady onemocnění a zvyšuje riziko předčasného úmrtí.

Cílem dietní léčby diabetu je zejména:

- optimálně kompenzovat diabetes vhodnou dietou v kombinaci s farmakologickou léčbou a fyzickou aktivitou
- dosáhnout optimální hladiny tuků v krvi
- zajistit optimální příjem energie, jenž povede k léčbě nadváhy a obezity, případně normálnímu růstu a vývoji dětí a adolescentů, fyziologickému průběhu těhotenství a laktace, zvládnutí katabolických stavů v průběhu onemocnění

<sup>1</sup> Orální glukózový toleranční test (OGTT) je základní diagnostická metoda, která byla původně vyvinuta pro zjištění tolerance sacharidů, nicméně díky korelaci hladiny glykémie a inzulínu s činností beta buněk pankreatu se v klinické praxi OGTT používá i ke zhodnocení sekreční funkce pankreatu a inzulínové rezistence. OGTT probíhá tak, že pacientům nalačno podáme roztok 75 g glukózy a průběžně během následujících dvou hodin vyhodnocujeme hladinu glykémie (Stumvoll et al., 2000).

- prevence a léčba komplikací diabetu jako je např. hypoglykémie, kardiovaskulární onemocnění nebo nefropatie
- celkové zlepšení zdravotního stavu
- individuální a personalizovaný přístup, který zohledňuje osobní preference, kulturní zvyky a životní styl pacientů

Ukazuje se, že trvalejšího zlepšení HbA<sub>1c</sub> pomocí vhodně nastavené diety lze dosáhnout pravidelným kontaktem pacienta s nutričním terapeutem (minimálně opakovaně na začátku léčby a poté průběžně každý rok). Dietní terapií lze docílit snížení HbA<sub>1c</sub> o 0,25–2,9 % a to zejména u pacientů v počátečních fázích onemocnění (Jirkovská, Pelikánová et Anděl, 2012).

Podíl pacientů léčených pouze dietou dle České diabetické společnosti (2012) v posledních letech klesá, v roce 2010 bylo v České republice jen dietou léčeno pouze 21,2 % pacientů s diabetem, přičemž dieta je nezbytnou součástí léčebného postupu.

### 3.1. Celkový příjem energie a tělesná hmotnost

Pokud mají pacienti přijatelnou tělesnou hmotnost, kterou můžeme definovat dle BMI v rozmezí 18,5–25 kg/m<sup>2</sup> a u osob starších 70 let až do 27 kg/m<sup>2</sup>, není obvykle třeba regulovat jejich příjem energie. Naopak osoby s nadváhou, obezitou nebo s tendencí k obezitě budou benefitovat z restrikce energie, která jim pomůže dosáhnout přiměřené hmotnosti. Tato restrikce energie má být současně spojena s přiměřeným zvýšením fyzické aktivity. V reálné praxi můžeme začít prostým doporučením omezit jídla bohatá na energii s vysokým obsahem volných sacharidů a nasycených tuků. Pokud tato intervence nepomůže, je nutné přikročit k přesnějšímu počítání energie, kdy dietní doporučení by mělo být individualizováno pro každého pacienta, ale obecně můžeme říci, že je vhodné snížit příjem energie o 500–1000 kcal denně oproti dosavadnímu příjmu. Tento redukční režim může vést k redukci výchozí hmotnosti až o 10 % a váhovému úbytku 0,5–1 kg za týden. Pro ženy můžeme použít redukční diety o obsahu 1000–1200 kcal/den a pro muže o obsahu energie 1200–1600 kcal/den. Nízkokalorické diety s obsahem energie pod 800 kcal/den (VLCD) mohou být krátkodobě použity u velmi obézních pacientů za současného sledování těchto pacientů zkušeným centrem (Jirkovská, Pelikánová et Anděl, 2012).

### 3.2. Tuky

Celkový příjem tuků u diabetiků by měl tvořit 20–35 % z celkového energetického příjmu a platí zde v podstatě stejná pravidla jako u pacientů s kardiovaskulárními onemocněními. Pacienti s diabetem by tedy měli omezit příjem cholesterolu, soli, nasycených a transmastných kyselin z důvodu snížení rizika kardiovaskulárních komplikací. Konkrétně by spotřeba cholesterolu neměla přesáhnout 300 mg za den, nasycené mastné kyseliny mají tvořit méně než 7 % příjmu energie a příjem transmastných kyselin by neměl překročit 1 % z celkového příjmu energie. Tohoto lze dosáhnout snížením příjmu potravin s vysokým obsahem tuků jako jsou např. uzeniny, ale i tučné mléčné výrobky a některé druhy pečiva. Dále také některé polyenové mastné kyseliny (zejména n-6 jako je např. kyselina linolenová nebo n-3 kyselina eikosapentaenová) by neměly překročit 10 % z celkového příjmu energie z důvodu jejich schopnosti potenciálně zvyšovat oxidaci lipidů a redukovat HDL cholesterol.

Naopak cis-monoenové (nenasycené) mastné kyseliny ve stravě mohou být pro pacienty s diabetem benefitem. Tyto mastné kyseliny jako je např. kyselina olejová, jejímž zdrojem je olivový olej, mohou tvořit 10–20 % z celkového příjmu energie z hlediska jejich pozitivního účinku na hladinu krevních lipidů. Dále je také vhodný příjem ryb až 3x týdně v celkovém množství přibližně 400 gramů z důvodu vysokého obsahu omega-3 mastných kyselin (Jirkovská, Pelikánová et Anděl, 2012).



Některé oficiální organizace jako je např. EFSA doporučují příjem 250 mg omega-3 mastných kyselin denně díky jejich příznivému působení na prevenci kardiovaskulárních chorob (European Food Safety Authority, 2010).

### 3.3. Sacharidy

Spotřeba sacharidů by dle České diabetologické společnosti (dále jen ČDS) u pacientů s diabetem měla tvořit přibližně 45–60 % celkového příjmu energie, a to především ve formě potravin bohatých na vlákninu, vitamíny, minerální látky a potravin s nízkým glykemickým indexem. Mezi tyto vhodné potraviny s obsahem sacharidů může patřit např. zelenina, luštěniny, ovoce a celozrnné obiloviny. U pacientů s diabetem se doporučuje konzumovat denně 20 g vlákniny na každých 1000 kcal denního energetického příjmu. Dále je také optimální se vyvarovat vyššímu příjmu jednoduchých sacharidů včetně sacharózy (řepného cukru) a nepřesahovat jejich příjem nad 10 % z celkové energie.

Na druhé straně dle ČDS nelze u diabetiků doporučit diety s velmi nízkým obsahem sacharidů (pod 130 g/den) z důvodu zajištění správné funkce centrálního nervového systému bez nutnosti glukoneogeneze z bílkovin nebo tuků (Jirkovská, Pelikánová et Anděl, 2012).

### 3.4. Glykemický index

Další ukazatelé, ze kterých mohou pacienti s diabetem při hodnocení potravin těžit, jsou glykemický index a glykemická zátěž. Glykemický index souvisí s vyšší postprandiální glykémie měřené jako plochu pod křivkou (AUC) po požití 50 g sacharidů v dané potravine a je definován jako procento z odpovídající plochy pod křivkou po požití adekvátního množství sacharidů referenční potraviny (glukóza nebo bílý chléb). Nicméně je nutné si uvědomit, že výsledná postprandiální glykemická odpověď je ovlivněna více faktory – nejen absolutním množstvím sacharidů v potravine, ale také typem potraviny, kulinářskou úpravou nebo individuálními vlastnostmi jedince z hlediska trávení, absorpce nebo sekrece inzulínu. Glykemická zátěž neboli glycaemic load je poté vyjádřena jako součin množství sacharidů v dané potravine a glykemického indexu. Z důvodu velké interindividuální variability glykemického indexu, respektive glykemické odpovědi na konzumaci určitých potravin, je vhodné potraviny posuzovat komplexně na základě více charakteristik jako je např. množství vlákniny, celkový obsah sacharidů nebo energie apod. Dle obecných doporučení a zásad zdravého stravování pro obyvatelstvo České republiky je vhodné přijímat potraviny s glykemickým indexem 70 a méně (Jirkovská, Pelikánová et Anděl, 2012).

### 3.5. Bílkoviny

Příjem bílkovin v dietní terapii diabetu by se dle ČDS měl pohybovat mezi 10–20 % z celkového příjmu energie, což odpovídá zhruba 0,8–1,5 g/kg (případně u osob s nízkým procentem tělesného tuku až 2,0 g/kg celkové hmotnosti). Pokud má pacient s diabetem již diagnostikované onemocnění ledvin, jeho příjem bílkovin by měl být nižší – mezi 0,6–0,8 g/kg s navýšením příjmu o množství bílkovin ztracených z hlediska proteinurie a také s přihlédnutím k individuálnímu stavu daného pacienta (Jirkovská, Pelikánová et Anděl, 2012).

Podle Americké diabetické asociace (ADA) bílkoviny mohou zvedat hladinu inzulínu bez zvýšení hladiny glykémie. Z tohoto důvodu by tedy potraviny s obsahem sacharidů a zároveň s vyšším množstvím bílkovin neměly být používány ke korekci hypoglykémie (Gray et Threlkeld, 2019).

### **3.6. Alkohol**

Denní dávka alkoholu by u žen neměla překročit 10 g za den, což odpovídá přibližně 0,3 l piva, 40 ml lihoviny či 125 ml vína, a 60 g alkoholu za týden. U mužů by příjem alkoholu neměl překročit 20 g za den, případně 120 g za týden. Je to z toho důvodu, že alkohol patří mezi bohaté zdroje energie, což při jeho zvýšeném příjmu může ve výsledku vést k obezitě, hypertenzi a hypertriglyceridémii. Dalším rizikem může u pacientů s diabetem být hypoglykémie při nadměrném přísunu alkoholu v kombinaci s podáváním inzulínu nebo antidiabetik bez kompenzace sacharidovou stravou (Jirkovská, Pelikánová et al., 2012).

### **3.7. Pitný režim**

Díky časté hyperglykémii u diabetiků může docházet také ke zvýšeným ztrátám tekutin, proto je nutné tyto ztráty kompenzovat jejich zvýšeným příjmem. Dle ČDS by optimální pitný režim měl být více než 30 ml/kg/den nebo 1,0–1,5 ml tekutiny na 1 kcal energetického výdeje. Je však nutné počítat s tím, že potřeba příjmu tekutin je ovlivněna více faktory – zejména fyzickou aktivitou, pocením, osmotickou zátěží, zvracením, ztrátami stolicí, zvýšenou teplotou nebo močením. Mezi vhodné nápoje patří voda, minerální vody, sodovka či bylinné čaje (Jirkovská, Pelikánová et al., 2012).

Výživová doporučení od České diabetologické společnosti shrnuje Tab. 2.

**Tab. 2 Výživová doporučení pro pacienty s diabetem**

PARAMETR	DOPORUČENÍ
<b>Příjem energie</b>	Redukuje se u osob s BMI > 25 kg/m <sup>2</sup>
<b>Tuky</b>	< 35 % z celkového příjmu energie
<b>Cholesterol</b>	< 300 mg/den
<b>Nasycené mastné kyseliny</b> <b>Trans nenasycené mastné kyseliny</b>	< 7 % z energetického příjmu < 1 % z energetického příjmu
<b>Polyenové mastné kyseliny</b>	< 10 % z energetického příjmu
<b>Monoenové mastné kyseliny</b>	10–20 % z energetického příjmu, pokud je zároveň dodržen celkový příjem tuků do 35 % z CEP
<b>n-3 polyenové mastné kyseliny</b>	Týdně 2–3 porce ryby a používání rostlinných zdrojů n-3 mastných kyselin
<b>Sacharidy</b>	44–60 % z energetického příjmu, výběr potravin bohatých na vlákninu a potravin s nízkým glykemickým indexem
<b>Vláknina</b>	20 g/1000 kcal celkové denní energetické spotřeby, z toho 50 % rozpustné vlákniny. Denní příjem zeleniny a ovoce v poměru 2:1 by měl dosahovat 600 g denně (včetně tepelně upravené zeleniny).
<b>Glykemický index</b>	Při výběru potravin se doporučuje k němu přihlížet v rámci stejné potravinové skupiny (např. pečárenské výrobky, přílohy nebo ovoce).
<b>Volné sacharidy (sacharóza)</b>	Při uspokojivé kompenzaci diabetu do 50 g/den (nepřekračovat 10 % z energetického příjmu). Nevhodné při redukcii.
<b>Bílkoviny</b>	10–20 % z energetického příjmu (0,8–1,5 g/kg hmotnosti), u onemocnění ledvin je nutné příjem snížit
<b>Antioxidanty, vitamíny, stopové prvky, suplementy</b>	Doporučuje se preference potravin přirozeně bohatých na antioxidanty, stopové prvky a ostatní vitamíny. Je vhodné přijímat 1000 mg vápníku za den jako prevence osteoporózy u seniorů.
<b>Sůl a tekutiny</b>	Sůl < 6 g/den, u hypertenze větší restrikce. Tekutiny: alespoň 30 ml/kg/den nebo 1–1,5 ml/kcal z energetického příjmu + doplnění ztrát tekutin.
<b>Protein-energetická malnutrice</b>	Energie 25–35 kcal/kg, bílkoviny 1,3–1,5 g/kg ideální hmotnosti za den
<b>Vegetariánská strava</b>	Alternativní dietní léčba, je možná po konzultaci s lékařem a nutričním terapeutem.

Přepřacováno dle České diabetologické společnosti (Jirkovská, Pelikánová a Anděl, 2012)

## 4. Cíle výzkumu

Navzdory rigidním doporučením ČDS (především ve směru celkového počtu sacharidů ve stravě) v současné době začínají přibývat důkazy o tom, že existuje více způsobů, jak u pacientů s diabetem 2. typu zlepšit jejich prognózu, snížit riziko následných komplikací, zlepšit kontrolu glykémie, a dokonce i dosáhnout remise diabetu (Fox et al., 2015; Gregg et al., 2012).

Cílem této bakalářské práce je porovnat různé dietní přístupy, které se používají v terapii diabetu 2. typu, a kriticky zhodnotit jejich efektivitu z hlediska jejich vlivu na kontrolu glykémie a případně i asociovaného rizika pozdějších komplikací. Na závěr tato teoretická práce shrnuje nejdůležitější faktory, které se podílí na efektivitě jednotlivých typů diet a porovnává reálnou účinnost jednotlivých přístupů.

## 5. Metodika

### 5.1. Vyhledávání literatury

Pro vyhledávání vědeckých studií byla zvolena multioborová bibliografická databáze Google Scholar, která umožňuje z jednoho místa vyhledávat informace z mnoha oborů a zdrojů jako jsou např. disertační práce, recenzované články, knihy apod. Tato služba umožňuje filtrovat studie podle relevance nebo data publikace. Pro následující rešerši a analýzu byly použity výhradně randomizované kontrolované studie (RCT) z recenzovaných odborných časopisů, které byly publikovány od roku 2011 až do současnosti (2021).

### 5.2. Selektce studií

Jako hlavní marker úspěšnosti a efektivity dietních přístupů v terapii diabetu byl v této práci zvolen HbA<sub>1c</sub>. Je to z toho důvodu, že testování glykovaného hemoglobinu je málo nákladné, spolehlivé a robustní řešení pro sledování progresu a kompenzace diabetu 2. typu (English et Lenters-Westra, 2018). Je dokázáno, že HbA<sub>1c</sub> úzce koreluje s výskytem makro i mikrovaskulárních komplikací a ovlivňuje prognózu pacientů s diabetem 2. typu (Sherwani et al, 2016, UK Prospective Diabetes Study, 1998; Parry et al., 2015; English et Lenters-Westra, 2018). Ke konverzi jednotek DCCT a IFCC byl použit nástroj z webu [www.diabetes.co.uk](http://www.diabetes.co.uk). Pro statistickou analýzu a tvorbu „forest plotu“ byl použit software Review Manager (RevMan) z dílny databáze Cochrane.

U nízkosacharidových diet byly vstupní kritéria studií pro zařazení do této práce následující: denní příjem sacharidů menší nebo rovný 130 gramům (případně menší než 26 % z celkového energetického příjmu), minimální počet účastníků v nízkosacharidové skupině 15 a minimální délka trvání dietní intervence 2 měsíce (8 týdnů). Tato minimální délka trvání intervence byla zvolena z toho důvodu, že průměrná životnost erytrocytů je zhruba 4 měsíce a HbA<sub>1c</sub> dokáže jako významný indikátor kompenzace diabetu zjistit kumulativní historii hladin glykémie za předešlé 2-3 měsíce (Sherwani et al, 2016; Lohmann 2019). Pro vyhledávání vědeckých studií v databázi Google Scholar byla použita klíčová slova „type2 diabetes“, „low carb diet“ a „randomized controlled trial“. Bylo nalezeno přibližně 17 200 výsledků a následně byl výběr redukován podle názvů, kontroly abstraktů a vstupních kritérií.

Pro nízkotučné diety u pacientů s diabetem 2. typu byly vstupní kritéria následující: denní příjem tuků rovný nebo nižší 30 % z celkového energetického příjmu, minimálně 30 účastníků ve skupině se sníženým příjmem tuků a délka trvání studie minimálně 2 měsíce (8 týdnů). Pro vyhledávání vědeckých studií v databázi Google Scholar byla použita klíčová slova „type 2 diabetes“, „low fat

diet“, „low calorie diet“ a „randomized controlled trial“. Bylo nalezeno přibližně 20 200 výsledků a následně byl výběr redukován podle názvů, kontroly abstraktů a vstupních kritérií.

Pro středomořskou stravu u pacientů s diabetem 2. typu byly vstupní kritéria následující: denní příjem tuků rovný nebo vyšší 30 % z celkového energetického příjmu s vysokým zastoupením olivového oleje a ryb, minimálně 15 participantů v intervenční skupině a délka trvání studie minimálně 2 měsíce (8 týdnů). Vstupním kritériem také bylo označení stravovacího stylu v intervenční skupině jako „středomořská strava“. Pro vyhledávání vědeckých studií v databázi Google Scholar byla použita klíčová slova „type 2 diabetes“, „mediterranean diet“ a „randomized“. Bylo nalezeno přibližně 18 700 výsledků a následně byl výběr redukován podle názvů, kontroly abstraktů a vstupních kritérií.

Pro DASH stravu u pacientů s diabetem 2. typu byly vstupní kritéria následující: uvedení ve studii, že participant konzumují stravu dle zásad DASH, minimálně 15 participantů v intervenční skupině a délka trvání studie minimálně 2 měsíce (8 týdnů). Pro vyhledávání vědeckých studií v databázi Google Scholar byla použita klíčová slova „type 2 diabetes“, „DASH diet“ a „randomized“. Bylo nalezeno přibližně 15 800 výsledků a následně byl výběr redukován podle názvů, kontroly abstraktů a vstupních kritérií.

Pro vegetariánskou stravu u pacientů s diabetem 2. typu byly vstupní kritéria následující: uvedení ve studii, že participant konzumují vegetariánskou stravu s restrikcí živočišných potravin, minimálně 15 participantů v intervenční skupině a délka trvání studie minimálně 2 měsíce (8 týdnů). Pro vyhledávání vědeckých studií v databázi Google Scholar byla použita klíčová slova „type 2 diabetes“, „vegetarian diet“ a „randomized“. Bylo nalezeno přibližně 17 300 výsledků a následně byl výběr redukován podle názvů, kontroly abstraktů a vstupních kritérií.

## 6. Výsledky

### 6.1. Nízkosacharidové diety (LCD)

Nízkosacharidové diety jsou založeny na restrikci sacharidů v potravě a u běžné populace dnes nabírají na popularitě i v kontextu redukce hmotnosti nebo zdravého životního stylu. Stále častěji se s nimi můžeme setkat i u sportovců. U tohoto typu stravování se omezuje konzumace potravin bohatých na sacharidy jako je např. pečivo, těstoviny, obiloviny, cukrovinky, a naopak poměrně vzrůstá konzumace potravin s vyšším obsahem tuků a bílkovin (typicky maso, ryby, vejce, ořechy, semena, mléčné výrobky, některé druhy zeleniny atp.).

Bohužel v odborné literatuře neexistuje jednotná definice nízkosacharidových diet, což přispívá k všeobecné kontroverzi a značné heterogenitě v metodologii vědeckých studií (Westman et al., 2007).

Pro potřeby této práce budeme pracovat s definicí dle American Diabetes Association (Accurso et al., 2008):

- **Nízkosacharidová** dieta (LCD) < 130 g sacharidů za den (případně méně než 26 % z celkového příjmu energie ve formě sacharidů při příjmu 2000 kcal denně)
- **Velmi nízkosacharidová ketogenní strava** (VLCKD) < 30 g sacharidů za den

V současné době dochází ke změně paradigmatu, jak odborná veřejnost začíná nahlížet na nízkosacharidové diety a začínají přibývat důkazy o jejich možných benefitech i v kontextu klinické výživy. Primární mechanismus účinku nízkosacharidových diet je založen na přímém i nepřímém

ovlivnění sekrece inzulínu jako ústředního kontrolního hormonu, který ovlivňuje glukoneogenezi, metabolismus glykogenu, lipolýzu i lipogenezi. Podle některých autorů restrikce sacharidů pomáhá zlepšit kontrolu glykémie a snížit výkyvy v sekreci inzulínu (Accurso et al., 2008).

Na druhou stranu máme i důkazy o možných rizicích, které plynou ze sníženého příjmu sacharidů, respektive zvýšeného příjmu tuků ve stravě, jako je např. zhoršení lipidového spektra (Burén et al., 2021; Seidelmann et al., 2018).

### 6.1.1. Nízkosacharidové diety a diabetes 2. typu

1)

V roce 2017 byla publikována RCT studie (Sato et al., 2017), která se zabývala efektivitou nízkosacharidové diety (LCD) v porovnání s běžnou redukční dietou (CRD). Do skupiny bylo zařazeno celkem 66 pacientů s diabetem 2. typu ve věku od 20 do 75 let a s HbA<sub>1c</sub> nad 7,5 %, kteří poté byli náhodně rozděleni do 2 skupin – první skupina (n=33) držela nízkosacharidovou dietu se 130 g sacharidů za den a druhá skupina byla edukována, aby dodržovala redukční dietu. Primárním sledovaným cílem studie byla změna glykovaného hemoglobinu HbA<sub>1c</sub> a pacienti byli sledováni po dobu 6 měsíců. Pacientům s redukční dietou bylo doporučeno přijímat 28 kcal na kilogram jejich ideální hmotnosti, 50–60 % sacharidů a 1,0–1,2 g/kg bílkovin denně (tato doporučení příjmu bílkovin a sacharidů přibližně odpovídají i doporučením ČDS).

Z celkového počtu 66 participantů jich studii dokončilo 62 (30 v nízkosacharidové a 32 v redukční skupině). Na konci šestiměsíční intervence byl příjem energie v CRD skupině signifikantně nižší v porovnání s LCD skupinou. K vyššímu hmotnostnímu úbytku došlo u pacientů s LCD dietou (–1,6 kg vs. –0,6 kg v CRD skupině). Co se týče HbA<sub>1c</sub>, tak u CRD skupiny nedošlo v průměru k žádné změně, avšak v LCD skupině se hodnota tohoto markeru signifikantně snížila o –0,65 % (p < 0,01). Není také bez zajímavosti, že v průběhu intervence v LCD skupině snížilo dávky medikace 6 pacientů (v CRD skupině pouze jeden).

Limitací studie může být odlišné etnikum, protože byla provedena na japonské populaci. Mezi další limitace také patří nízký vzorek participantů (n=66). Pacienti s diabetem díky logickým důvodům také nemohli být zaslepeni – věděli tedy, jakou dietu konzumují. Záznamy jídelníčků, které participanté sami vyplňovali, také mohou být dalším zdrojem zkreslení.

2)

Studie z roku 2014 sledovala celkem 61 participantů s diabetem 2. typu (Jonasson et al., 2014). Po náhodném výběru výzkumníci rozdělili pacienty do dvou skupin – kontrolní skupina dodržovala tradiční nízkotučnou dietu (LFD) a druhá se měla stravovat dle zásad nízkosacharidového stravování (LCD) s příjmem 20 % sacharidů denně, přičemž obě diety byly izokalorické. Studie byla provedena ve dvou centrech primární zdravotní péče ve Švédsku. Vzorky krve pro analýzu byly odebrány po 6 měsících studie, kdy byla compliance pacientů nejvyšší, stejně tak v tomto bodu byl nejvyšší průměrný úbytek hmotnosti. Studie celkem trvala 2 roky a všichni participanté studii dokončili.

Po 6 měsících se ukázalo, že obě skupiny zredukovaly téměř stejnou hmotnost: LFD –4,0 kg a LCD –4,3 kg, přičemž pouze nízkosacharidová dieta vedla k signifikantnímu snížení HbA<sub>1c</sub> o –4 mmol/mol (–0,4 %).

Mezi limitace této studie patří menší vzorek participantů (n=61) a možný dopad ostatních nekontrolovaných faktorů, které mohly ovlivnit výsledky studie.

3)

V další studii z prestižního časopisu Nature (Saslow et al., 2017), která se zabývala efektem velmi nízkosacharidové diety u pacientů s diabetem 2. typu a prediabetem, výzkumníci náhodně rozřadili 34 pacientů s glykovaným hemoglobinem vyšším než 6 % do dvou skupin. První skupina (n=16) držela velmi nízkosacharidovou ketogenní dietu (LCK) s obsahem sacharidů v rozmezí 20–50 g denně, zatímco druhá (n=18) konzumovala redukční dietu s nízkým příjmem tuků a středním příjmem sacharidů v rozmezí 45–50 % z celkového příjmu energie (MCCR).

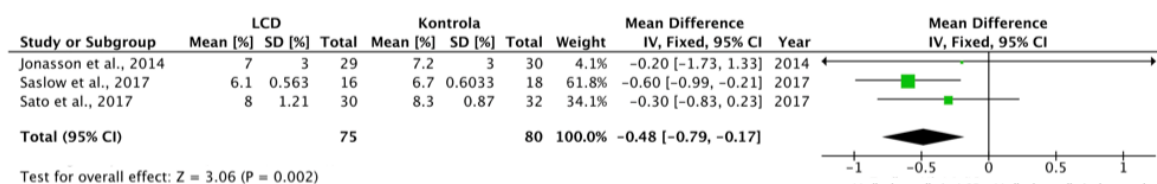
I přesto, že dle záznamů jídelníčků obě skupiny přijímaly stejný počet kalorií, po 12 měsících participanti v LCK skupině zaznamenali vyšší redukci medikace související s diabetem, vyšší úbytek hmotnosti a také vyšší redukci glykovaného hemoglobinu (–0,5 %) v porovnání s MCCR skupinou.

Limitací této studie je nízký vzorek participantů. Pacienti také v průběhu intervence dostali doporučení ohledně životního stylu, spánku a fyzické aktivity, je tedy obtížné odlišit vliv samotné stravy na zlepšení metabolických parametrů a na úbytek hmotnosti.

### 6.1.2. Vliv nízkosacharidových diet na glykovaný hemoglobin

Celkové výsledky analyzovaných studií ukazují, že nízkosacharidové diety v porovnání s kontrolní dietou mohou v horizontu několika měsíců signifikantně více snížit hladinu HbA<sub>1c</sub> (–0,48; 95% CI: –0,79, –0,17; P = 0,002) u pacientů s diabetem 2. typu (viz Graf 1). Stejně tak u těchto pacientů může dojít k redukci jejich hmotnosti a případně i snížení dávek podávaných antidiabetik při dodržování nízkosacharidové stravy.

**Graf 1 Rozdíly v průměrné změně HbA<sub>1c</sub> mezi LCD a kontrolními dietami**



## 6.2. Nízkotučné diety (LFD)

Jak už název napovídá, tak nízkotučné diety jsou založeny na nižším příjmu tuků ve stravě. Primární úlohou tohoto stravovacího přístupu u diabetiků je redukovat počet kalorií ve stravě a snížit příjem cholesterolu, nasycených a transmastných kyselin, které mají negativní vliv na incidenci kardiovaskulárních onemocnění. Tímto můžeme zajistit snížení hmotnosti, a dokonce i zlepšení kardiometabolických parametrů jako jsou např. LDL a celkový cholesterol (Chawla et al., 2020). Pacienti by při této dietě měli preferovat nízkotučné potraviny jako jsou celozrnné obiloviny, libové maso, nízkotučné mléčné výrobky, zeleninu, ovoce a luštěniny.

### 6.2.1. Nízkotučné diety a diabetes 2. typu

1)

Vlivem diet s nízkým obsahem tuku se zabývala studie z roku 2012, která trvala více než 2 roky (Krebs et al., 2012). Studie byla zaslepená, randomizovaná a sběr účastníků do studie probíhal ve 3 centrech na Novém Zélandu. Participanti s diabetem 2. typu v této studii byli ve věku od 30 do 75

let s BMI nad 27 kg/m<sup>2</sup>. Výzkumníci vytvořili dvě skupiny celkem o 419 účastnících, kde první (n=173) byla označena jako nízkotučná s vysokým obsahem bílkovin (30 % bílkovin, 40 % sacharidů, 30 % tuků), druhá (n=174) poté měla zvýšený příjem sacharidů (15 % bílkovin, 55 % sacharidů a 30 % tuků). Cílem obou skupin bylo snížit příjem kalorií o přibližně 500 kcal za den.

Studii dokončilo 70 % účastníků (294) a nebyly zde žádné rozdíly mezi skupinami v úbytku hmotnosti a v obvodu pasu v průběhu intervence či v průběhu následného sledování, které trvalo 12 měsíců. Obě skupiny redukovaly 2–3 kilogramy hmotnosti a obvod jejich pasu se zmenšil o 2–3 cm za 12 měsíců intervence. První skupina s vyšším obsahem bílkovin snížila po 6 měsících hladinu HbA<sub>1c</sub> z 8,1 % na 7,9 %, zatímco druhá z 8 % na 7,7 %, přičemž tyto rozdíly byly signifikantní oproti výchozímu stavu.

Mezi limitace této studie patřila celkem vysoká míra nedokončení studie, kdy 30 % účastníků studii v průběhu přerušilo. Stejně tak dalším rizikem je možné zkreslení výsledků studie díky záznamu jídelníčku samotnými účastníky studie, kdy víme, že i mezi pacienty s diabetem 2. typu je tendence podhodnocovat svůj reálný příjem energie (Nascimento et al., 2021).

2)

79 obézních dospělých pacientů s diabetem 2. typu bylo náhodně rozřazeno do dvou skupin (Fabricatore et al., 2011). První skupina účastníků (n=39) se stravovala dle zásad nízkotučné diety (příjem tuků ≤ 30 % z celkového energetického příjmu), zatímco druhá skupina (n=40) byla edukována, aby preferovala potraviny s nízkým glykemickým indexem. Pacienti dle své hmotnosti v obou skupinách měli konzumovat stejné množství kalorií a dodržovat stejný režim (cvičení, psychologická intervence apod.).

Na konci studie a v jejím průběhu účastníci v obou skupinách nedosáhli signifikantně vyššího úbytku hmotnosti, tzn. úbytek byl mezi skupinami srovnatelný. Po 20 týdnech skupina se sníženým obsahem tuků redukovala 5,7 kg hmotnosti, zatímco druhá 6,7 kg. Po 40 týdnech první skupina (LFD) redukovala celkem 4,5 kg a druhá 6,4 kg hmotnosti. Nejvyšší redukci glykovaného hemoglobinu zaznamenala LFD skupina po 20 týdnech intervence (-0,3 %), přičemž druhá skupina snížila hladinu HbA<sub>1c</sub> o -0,7 % (tyto rozdíly mezi oběma skupinami byly statisticky signifikantní).

Slabou stránkou této studie může být to, že 36,7 % účastníků studii nedokončilo. Autoři si tento fakt vysvětlují mimo jiné tím, že za účast ve studii chyběla finanční kompenzace.

3)

Prospektivní randomizovaná studie ze Švédska porovnávala efekt dvouleté intervence u klasické nízkotučné diety (LFD) a nízkosacharidové diety (LCD) u pacientů s diabetem 2. typu (Guldbrand et al., 2012). Obsah energie v obou skupinách byl 1600 kcal/den u žen a 1800 kcal/den u mužů. LC dieta byla postavena tak, že obsahovala 50 % energie z tuků, 20 % ze sacharidů a 30 % z bílkovin. LF dieta vycházela z tradičních doporučení pro stravování diabetiků 2. typu ve Švédsku, tzn. obsahovala 30 % energie z tuků (pod 10 % z nasycených tuků), 55–60 % ze sacharidů a 10–15 % z bílkovin. Po prvotním výběru 72 účastníků jich nakonec studii dokončilo 61 z nich.

Výsledky ukázaly, že po 6 měsících intervence nebyly mezi skupinami významné rozdíly v počtu redukováných kilogramů – LFD skupina redukovala 4 kg, zatímco LCD skupina zaznamenala úbytek 4,3 kg. Není bez zajímavosti, že podobně jako u většiny zmíněných studií, byla redukce hmotnosti nejvyšší zhruba po 6 měsících intervence, nicméně s průběhem času studie dochází k opětovnému přibírání na hmotnosti. Signifikantní redukce glykovaného hemoglobinu byla patrná pouze u LCD



skupiny při kontrolním měření v 6 měsících. Konkrétně došlo ke snížení HbA<sub>1c</sub> u LFD skupiny o -0,1 % a o -0,5 % v LCD skupině po 6 měsících intervence.

Autoři uvádí, že možnou limitací studie je vysoká participace subjektů, která není v reálných podmínkách obvyklá. Na tom, že vysoké procento participantů dokončilo studii a splnilo jednotlivé body studie, má zřejmě podíl i nízká časová náročnost – v průběhu studie bylo třeba vykonat pouze 4 skupinová sezení. Další limitací studie může být metoda záznamů jídelníčku, která může zkreslovat výsledky.

### 6.2.2. Vliv nízkotučných diet na glykovaný hemoglobin

Ukazuje se, že nízkotučné diety mohou být vhodnou volbou pro úbytek tělesné hmotnosti a jsou v tomto ohledu stejně efektivní jako ostatní dietní přístupy u pacientů s diabetem 2. typu v závislosti na kalorické bilanci. Na druhé straně redukce glykovaného hemoglobinu nemusí být stejně vysoká jako např. u nízkosacharidových diet či nízkoglykemických diet, které ukazují vyšší redukci tohoto parametru. Pokud si spočítáme vážený průměr ve zmíněných čtyřech LFD skupinách, zjistíme, že došlo k průměrné redukci glykovaného hemoglobinu o -0,24 % oproti výchozímu stavu (viz Tab. 3).

**Tab. 3 Vážený průměr poklesu glykovaného hemoglobinu v LFD skupinách**

STUDIE	POČET PARTICIPANTŮ	VÁHA STUDIE	POKLES HODNOTY HbA <sub>1c</sub>
Fabricatore et al., 2011	39	9 %	-0,30 %
Guldbland et al., 2012	31	7 %	-0,10 %
Krebs et al., 2012 (high protein skupina)	173	42 %	-0,20 %
Krebs et al., 2012 (high carb skupina)	174	42 %	-0,30 %
Vážený průměr:	417	100 %	<b>-0,24 %</b>

### 6.3. Středomořská strava

Mezi další dietní přístupy, které se používají v terapii diabetu 2. typu patří středomořská strava, která je typická vysokým příjmem mononenasycených mastných kyselin, které poskytují benefity z hlediska snížení rizika kardiovaskulárních onemocnění, metabolického syndromu, systémového zánětu a zlepšení inzulínové senzitivity (Esposito et al., 2004; Shai et al., 2008). Tento stravovací přístup se vyznačuje tím, že má v sobě základy tradiční stravy populací žijících v oblastech Středomořího moře jako je Francie, Řecko, Itálie nebo Španělsko. Tyto národy obecně konzumují velké množství ovoce, zeleniny, luštěnin, ořechů, fazolí, obilovin, ryb a kvalitních tuků jako je např. olivový olej. Obecně také přijímají nižší množství červeného masa a mléčných výrobků. Středomořská strava je dle oficiálních organizací spojena s dobrým zdravím (NHS, 2020). I z toho důvodu Americká diabetická asociace (ADA) doporučuje středomořskou stravu pro redukci

hmotnosti pacientů s nadváhou či obezitou a diabetem 2. typu (American diabetes association, 2014).

### 6.3.1. Středomořská strava a diabetes 2. typu

1)

Randomizovaná a kontrolovaná studie z roku 2014 sledovala celkem 215 participantů s nově diagnostikovaným diabetem 2. typu po dobu více než 6 let (Esposito et al., 2014). Studie rozdělila participanty na dvě skupiny, přičemž první (n=108) měla konzumovat středomořskou stravu s nižším zastoupením sacharidů (pod 50 %) a vysokou mírou konzumace zeleniny a celozrnných obilovin. Participantů také v první skupině nahrazovali červené maso za drůbeží a ryby. Jako majoritní zdroj přidaných tuků používali olivový olej (30–50 g denně). V druhé skupině (n=107) účastníci drželi nízkotučnou dietu (maximálně 30 % kalorií z tuků) bohatou na celozrnné obiloviny a s restrikcí sladkostí, tučných svačin a nasycených tuků (pod 10 % z celkového energetického příjmu). Hlavním cílem v obou skupinách bylo snížit celkový příjem energie na 1500 kcal/den u žen a 1800 kcal/den u mužů.

Výsledky této studie ukázaly, že v porovnání s tradiční nízkotučnou dietou je středomořská strava schopna oddálit použití medikace u nově diagnostikovaných pacientů o přibližně 2 roky. Středomořská strava navíc dokázala u určité části pacientů navodit částečnou či úplnou remisi diabetu – konkrétně v prvním roce intervence dosáhlo remise 14,7 % pacientů. Během prvního roku studie participantů, kteří dodržovali středomořskou stravu, měli průměrně vyšší redukci sledovaného parametru HbA<sub>1c</sub> (-0,5 %) v porovnání s kontrolní skupinou. Konkrétně po prvním roce dosáhlo 71 participantů hodnot glykovaného hemoglobinu pod 7 %, zatímco v druhé skupině na tradiční nízkotučné stravě dosáhlo těchto hodnot pouze 53 participantů.

Mezi přednosti této studie patří relativně velký vzorek participantů, nízký počet participantů, kteří přerušili studii, a jedno z nejdelších sledování participantů. Mezi limitace naopak patří nemožnost zaslepení. To znamená, že pacienti v intervenční skupině se mohli více snažit dosáhnouti lepších výsledků v porovnání s druhou skupinou, která dodržovala tradiční dietu. Přenositelnost výsledků v počtu remisí diabetu také není známa, protože v této studii byli nově diagnostikovaní pacienti s diabetem 2. typu – není tedy zaručeno, že by autoři studie dosáhli stejných výsledků i u dlouhodobě nemocných pacientů s diabetem.

2)

Cenné výsledky o efektivitě středomořské stravy nám také poskytla randomizovaná studie s křížovým (cross-over) designem z Austrálie, která sledovala 27 participantů s diabetem 2. typu (Itsiopoulos et al., 2011). Účastníci studie byli náhodně vybráni do intervenční a kontrolní skupiny. Intervence, respektive konzumace středomořské stravy, trvala celkem 12 týdnů, poté se subjekty v obou skupinách vyměnili a pokračovali paralelní dietou. Kontrolní skupina měla dodržovat svůj běžný režim stravování. Intervenční dieta byla postavena na rekonstrukci tradiční středomořské stravy na ostrově Kréta na základě publikovaných studií, dobových kuchařek a výpovědi přistěhovalců, kteří na tomto ostrově v polovině minulého století žili. Kvalitnímu designu studie přispívá fakt, že středomořská strava byla participantům z větší části (70 %) zdarma poskytována formou již připravených jídel. Obě skupiny měly konzumovat jídlo *ad libitum* a aktuální příjem si zaznamenávat. Jediným přidaným tukem v intervenční skupině byl olivový olej (75 ml/den).

Autoři této studie zjistili, že středomořská strava u pacientů s diabetem 2. typu zlepšuje kontrolu glykémie a další metabolické parametry. Konzumace této stravy byla schopná signifikantně

redukovat hladinu HbA<sub>1c</sub> o -0,3 % za 12 týdnů. Tento pokles glykovaného hemoglobinu dle závěrů z EPIC-Norfolk studie odpovídá přibližně 10% snížení mortality (Khaw et al., 2001). Středomořská strava také měla u participantů vysokou oblíbenost, a to dále přispělo k výborné adherenci.

Mezi možné limitace této studie patří relativně malý vzorek participantů a nízká délka trvání, nicméně dle samotných autorů je pravděpodobné, že při déle trvající intervenci by zřejmě zaznamenali další benefity. Dále také pacienti s diabetem 2. typu byli již na začátku studie v relativně dobrém zdravotním stavu s dobrou kompenzací diabetu a normálním tlakem krve.

## 6.4. DASH (Dietary Approaches to Stop Hypertension)

Stravovací přístup DASH byl původně navržen jako styl stravování, který má předcházet a léčit vysoký krevní tlak neboli hypertenzi. Ukazuje se však, že DASH nemá význam jen v terapii hypertenze, ale jeho pozitivní účinky můžeme zaznamenat i u běžné populace či klinických pacientů včetně pacientů s diabetem. Tento styl je založen na několika základních principech (NIH, 2021):

- Vysoký příjem zeleniny, ovoce a celozrnných obilovin.
- Zařazování nízkotučných mléčných produktů, ryb, drůbežního masa, fazolí, ořechů a rostlinných olejů.
- Omezování jídel bohatých na nasycené tuky jako je např. tučné maso, plnotučné mléčné výrobky a tropické oleje (kokosový, palmojádrový a palmový olej).
- Limitace slazených nápojů a sladkostí.
- Příjem potravin s nízkým obsahem soli, a naopak s vyšším množstvím vlákniny, mikronutrientů a bílkovin.

### 6.4.1. DASH a diabetes 2. typu

1)

Efektivitou DASH stravovacího přístupu v terapii diabetu 2. typu se zabývala randomizovaná studie s křížovým (cross-over) designem z roku 2011 (Azadbakht et al., 2011). Do studie bylo vybráno 44 pacientů s diabetem 2. typu a následně byli náhodně rozřazeni do skupiny, která měla dodržovat kontrolní dietu, a do skupiny stravující se dle zásad DASH. Pacienti dodržovali přiřazenou stravu po dobu 8 týdnů, která byla před výměnou skupin následována 4 týdenní wash-out periodou. Kontrolní dieta se skládala z 50–60 % sacharidů, 15–20 % bílkovin, <30 % tuků a <5 % kalorického příjmu z jednoduchých sacharidů. DASH skupina měla konzumovat stravu s vysokým obsahem ovoce, zeleniny, celozrnných obilovin, nízkotučných mléčných produktů a měla být chudá na nasycené tuky, cholesterol, průmyslově zpracované obiloviny a sladkosti. Obě skupiny přijímaly přibližně stejný počet energie.

Ze 44 participantů jich celou studii dokončilo 31 a záznamy jídelníčku ukázaly, že obě skupiny dodržovaly přibližně stejný příjem makronutrientů, nicméně vyšší příjem sodíku byl paradoxně v DASH skupině. DASH skupina také konzumovala více vápníku, draslíku, vlákniny a také ovoce, zeleniny, mléčných produktů a celozrnných obilovin. Závěry studie ukázaly, že stravovací styl DASH má oproti běžnému přístupu výhodu ve vyšším pozitivním efektu na kardiometabolické parametry a glykemickou kontrolu u pacientů s diabetem 2. typu. Glykovaný hemoglobin se v DASH skupině snížil oproti původní hodnotě o -1,7 %.

Mezi možné limitace studie patří záznam jídelníčku, jenž vyplňovali participanté studie, což může zkreslit výsledky. V neposlední řadě jídla dle stravovacích principů DASH nebyla účastníkům studie poskytnuta – toto může vést k nedokonalému dodržování předepsaného stravování. Wash-out

perioda trvající 4 týdny v kombinaci s cross-over designem zřejmě nebyla také dostatečná, protože předchozí vliv stravy na glykovaný hemoglobin se pravděpodobně promítal i do výsledků následného typu stravování. K dalšímu potvrzení efektivity DASH přístupu u pacientů s diabetem je stále třeba více déle trvajících studií s lepším designem.

## 6.5. Vegetariánská strava

Vegetariánská strava je založena na konzumaci převážně rostlinných potravin a v současné době nabývá na popularitě i díky aktuálním etickým a environmentálním otázkám. Mezi typické potraviny patří např. obiloviny, luštěniny, ovoce, zelenina, ořechy, semena. Vegetariánská strava se dále dělí na několik podtypů dle konkrétní restrikce potravin, respektive zařazování určitých skupin potravin do jídelníčku. Lakto-ovo vegetariáni zařazují do své stravy vejce a mléčné výrobky, pescovegetariáni konzumují ryby a mezi nejstriktnější formy patří veganství, které znamená kompletní restrikci živočišných potravin a v některých případech i produktů jako jsou med, včelí vosk, přírodní hedvábí, některé krémy apod. Velké epidemiologické studie ukázaly, že dobře postavená vegetariánská strava může být součástí zdravého životního stylu a může dokonce působit preventivně proti diabetu (Lee et Park, 2017).

### 6.5.1. Vegetariánská strava a diabetes 2. typu

1)

Efektivitou vegetariánské stravy se zabývala česká studie z roku 2011, která trvala 24 týdnů (Kahleová et al., 2011). Studie byla randomizovaná a byl použit paralelní design, kdy bylo 74 participantů s diabetem 2. typu náhodně rozřazeno do dvou skupin. První intervenční skupina (n=37) dodržovala vegetariánskou dietu, která se skládala z 60 % sacharidů, 15 % bílkovin a 25 % tuků. Participantů v této skupině konzumovali především zeleninu, obiloviny, luštěniny, ovoce a ořechy. Živočišné produkty byly limitovány na maximálně jednu porci nízkotučného jogurtu denně. V druhé skupině účastníci drželi stravu dle zásad Evropské asociace pro výzkum diabetu (EASD), která obsahovala 50 % sacharidů, 20 % bílkovin a méně než 30 % tuků (z toho ≤ 7 % z nasycených mastných kyselin a < 200 mg cholesterolu za den). Obě diety byly izokalorické. Vegetariánská i kontrolní strava byla účastníkům studie poskytnuta dvěma restauracemi a Institutem Klinické a Experimentální Medicíny (IKEM) v Praze. Obě skupiny navíc suplementovaly vitamín B<sub>12</sub> v dávce 50 µg denně.

Celkem 92 % participantů dokončilo prvních 12 týdnů studie a 84 % participantů podstoupilo celých 24 týdnů. Hodnota glykovaného hemoglobinu HbA<sub>1c</sub> se v experimentální skupině snížila po 3 i 6 měsících více v porovnání s kontrolní skupinou. Po 3 měsících došlo konkrétně k redukci HbA<sub>1c</sub> o -0,68 %, zatímco v kontrolní skupině o -0,59 %. Vyšší rozdíly mezi skupinami potom byly na konci studie, kdy došlo po 6 měsících k celkové redukci HbA<sub>1c</sub> ve vegetariánské skupině o -0,65 % a v kontrolní skupině pouze o -0,21 % oproti výchozímu stavu. Vegetariánská redukční strava dále také u účastníků snížila množství viscerálního tuku, zlepšila plazmatické koncentrace adipokinů a markery oxidativního stresu u pacientů s diabetem 2. typu v porovnání s kontrolní skupinou. Dávky léků v souvislosti s diabetem byly sníženy u 43 % participantů v experimentální skupině a pouze u 5 % v kontrolní skupině.

Mezi limitace této studie patří nižší vzorek participantů, který neposkytl dostatečnou statistickou sílu k potvrzení vyššího efektu vegetariánské na HbA<sub>1c</sub>. Účastníci také měli v kontrolní skupině nižší adhezenci – zejména po zařazení pohybové aktivity.

## 7. Diskuze

Z analýzy výše uvedených RCT studií (viz Tab. 4), které byly publikovány mezi roky 2011–2021 a splnily vstupní kritéria, vyplývá, že existuje více efektivních způsobů, jak u pacientů s diabetem 2. typu signifikantně redukovat hmotnost, snížit hodnotu glykovaného hemoglobinu, snížit dávky medikace, a dokonce dosáhnout částečné či úplné remise diabetu. Ukazuje se, že v podstatě všechny výživové intervence mohou (alespoň) krátkodobě snížit hodnotu HbA<sub>1c</sub> (o –0,0 až –1,7 %). Nejvyšší redukcí glykovaného hemoglobinu zaznamenali účastníci u stravování dle zásad DASH, nicméně z důvodu menšího vzorku účastníků a nedostatečné délky studie je třeba na toto téma provést více kvalitních studií. Nadprůměrné výsledky této studie mohou být zkresleny malým počtem účastníků – tzv. *small sample bias* (Ioannidis, 2005). Do výsledné analýzy byla také zařazena pouze jedna práce na toto téma, výsledky je proto nutné brát s rezervou. Naopak u konvenčních nízkotučných diet si můžeme všimnout, že s přibývajícím délkou trvání studie dochází k opětovnému zhoršení hladiny glykovaného hemoglobinu – dokonce dochází i k horší kompenzaci glykémie v porovnání s výchozím stavem účastníků na začátku studie.

**Tab. 4 Srovnání efektivity různých dietních přístupů v terapii diabetu 2. typu**

STUDIE	DIETNÍ INTERVENCE	POČET PARTICIPANTŮ	ZMĚNA HODNOTY HbA <sub>1c</sub> za uvedený počet týdnů						
			8 t.	12 t.	20 t.	24 t.	40 t.	48 t.	96 t.
Jonasson et al., 2014	Nízkosacharidová dieta	29				-0,40 %			
Saslow et al., 2017	Nízkosacharidová ketogenní dieta	16 (14) **				-0,60 %		-0,50 %	
Sato et al., 2017	Nízkosacharidová dieta	30				-0,65 %			
Fabricatore et al., 2011	Nízkotučná dieta	39			-0,30 %		-0,10 %		
Gulbrand et al., 2012	Nízkotučná dieta	31				0,00 %		0,10 %	0,20 %
Krebs et al., 2012	Nízkotučná dieta (vyšší obsah bílkovin)	173 (152, 144) **				-0,20 %		-0,10 %	0,10 %
Krebs et al., 2012	Nízkotučná dieta (vyšší obsah sacharidů)	174 (158, 150) **				-0,30 %		-0,20 %	0,10 %
Esposito et al., 2014	Středomořská strava	108						-0,50 % *	
Itsiopoulos et al., 2011	Středomořská strava	27		-0,30 %					
Azadbakht et al., 2011	DASH	31	-1,70 %						
Kahleová et al., 2011	Vegetariánská strava	37		-0,68 %		-0,65 %			

\* průměrný rozdíl oproti kontrolní skupině v průběhu celého 1 roku studie    \*\* reálný počet účastníků v průběhu kontrolních měření

● pozitivní změna HbA<sub>1c</sub> (snížení)    ● negativní změna HbA<sub>1c</sub> (zvýšení)    ● nulová změna HbA<sub>1c</sub>

Konstantní pokles glykovaného hemoglobinu také výzkumníci zaregistrovali při použití nízkosacharidových diet, které při porovnání s kontrolními dietami zaznamenaly signifikantně vyšší redukcí sledovaného parametru HbA<sub>1c</sub> (–0,48 %) viz Graf 1 v kapitole 6.1.2. Tyto výsledky potvrzují i další recentní meta analýzy na toto téma, nicméně tyto studie také ukazují, že s přibývajícím délkou trvání se rozdíl mezi jednotlivými dietními přístupy stírají (Snorgaard et al., 2017; Hashimoto et al., 2016). Částečně to může být způsobeno i postupně zhoršující se kompliancí pacientů. Relativně vysoké redukce hodnot glykovaného hemoglobinu je možné dosáhnout i dietami, které jsou založené na vysokém příjmu rostlinných potravin jako je např. vegetariánská dieta nebo středomořská strava.

U pacientů s diabetem 2. typu je kontrola glykémie esenciální z hlediska rizika makro i mikrovaskulárních komplikací. A právě glykovaný hemoglobin HbA<sub>1c</sub> je důležitým klinickým nástrojem, který nám umožňuje zjistit kontrolu glykémie za několik předcházejících měsíců. Závěry EPIC-Norfolk studie dokázaly, že zvýšení HbA<sub>1c</sub> o 1 % znamená také zvýšení mortality a rizika srdečních onemocnění o 20–30 %, takže je v klinické praxi velmi vhodné se na redukcí tohoto parametru u pacientů s diabetem zaměřit (Khaw et al., 2004). Nicméně i sledování HbA<sub>1c</sub> má své limity, protože tento parametr nereflektuje krátkodobé výkyvy glykémie. A právě glykemická variabilita je potenciálně jedním z dalších ukazatelů dlouhodobých komplikací diabetu, které nejsou přímo závislé na hladině glykovaného hemoglobinu (Gorst et al., 2015).

Pokud se podíváme na základní atributy všech efektivních dietních přístupů, které jsou prospěšné i pro pacienty s diabetem 2. typu, zjistíme, že některé znaky jsou pro ně společné. V první řadě tyto přístupy musí být dlouhodobě udržitelné, protože se ukazuje, že pouze takové diety mohou být efektivní i z dlouhodobého hlediska. Dále by také měly být založeny na vysokém příjmu ovoce, zeleniny, celozrnných obilovin a kvalitních bílkovin, a naopak chudé na přidané sacharidy, sladkosti a vysoce průmyslově zpracované potraviny (Koliaki et al., 2018). U pacientů s diabetem, kteří jsou obézní nebo trpí nadváhou, je také nezbytné, aby snížili počet kalorií v jejich stravě a tím dosáhli redukce hmotnosti. Dle některých autorů je diabetes 2. typu reverzibilní onemocnění, které vzniká z chronického nadbytku kalorií ve stravě a tento nadbytek se později začne ukládat ve formě ektoipických tukových zásob v játrech a pankreatu. Z tohoto důvodu redukční dieta a případně i bariatrická chirurgie může vést k remisi diabetu a zlepšení kardiometabolického profilu u pacientů s diabetem (Taylor, 2013; Lim et al., 2011).

Dále se ukazuje, že dietní přístup by měl být individualizovaný na míru každého pacienta v závislosti na jeho životním stylu, chuťových preferencích apod. Přínosy individualizovaného přístupu v redukci a následném udržení hmotnosti prokázala v současné době největší studie na toto téma, která sledovala více než 10 000 členů amerického Národního registru kontroly hmotnosti nejméně po dobu jednoho roku. Tato studie také zjistila, že jedním z nejlepších prediktorů úspěšného hubnutí a udržení hmotnosti byla fyzická aktivita – přibližně 90 % úspěšných osob cvičí v průměru jednu hodinu denně. Dále také 78 % z nich snídá každý den, 75 % kontroluje svoji hmotnost nejméně jednou týdně a 62 % sleduje méně než 10 hodin televize za týden (National Weight Control Registry). Některé studie také zjistily, že pokud je rada o individualizované dietní terapii pacientovi poskytnuta nutričním terapeutem, dochází k vyšší redukci glykovaného hemoglobinu, hmotnosti a LDL cholesterolu v porovnání se situací, kdy pacientovi radí s výživou lékař či sestra (Møller, Andersen et Snorgaard, 2017).

Na populační úrovni bychom se také měli zaměřit nejen na léčbu již rozvinutého diabetu, ale také na jeho prevenci. Mezi největší rizikové faktory pro vznik diabetu 2. typu patří především vysoké BMI a vyšší obvod pasu, přičemž vyšší obvod pasu je obecně silnějším rizikovým faktorem v porovnání s BMI (Vazquez et al., 2007). Cílem by tedy pro naprostou většinu populace mělo být udržování zdravé hmotnosti, a především obvodu pasu v optimálním rozmezí, které by mělo být u mužů do 94 cm a do 80 cm u žen (World Health Organization, 2011). Dalším z cílů by měl být důraz na kvalitní zdroje živin. Ukazuje se, že celkový příjem tuků může přímo i nepřímo ovlivnit riziko diabetu. Dietní tuky totiž mají přímý vliv na inzulínovou rezistenci a nepřímo riziko diabetu mohou ovlivnit i díky zvýšenému kalorickému příjmu, respektive rozvoji obezity. Na druhé straně však výsledky metabolických studií provedených na lidech nasvědčují tomu, že celkový příjem tuků ve stravě nezvyšuje riziko diabetu, ale riziko záleží spíše na jejich kvalitě (Risérus, Willet et Hu, 2009). Nahrazení nasycených a trans mastných kyselin ve stravě za polynenasycené a mononenasycené mastné kyseliny má pozitivní vliv na inzulínovou senzitivitu a může tak snížit riziko diabetu. Dále také některé omega-6 mastné kyseliny, konkrétně kyselina linolová, mohou zlepšit citlivost na inzulín. Zdá se však, že příjem omega-3 mastných kyselin nezlepšuje glukozový metabolismus (Salmerón et al., 2001). Dále také rostlinné zdroje tuků jsou obecně vhodnější v porovnání s těmi

živočišnými (Hu, Van Dam et Liu, 2001). Stejně tak z prospektivních observačních studií máme důkazy o tom, že relativní zastoupení sacharidů v jídelníčku zřejmě nemá signifikantní vliv na riziko diabetu 2. typu (Hauer et al., 2012). Na druhé straně bychom však z hlediska prevence diabetu měli preferovat sacharidy s nízkým glykemickým indexem, protože se ukazuje, že strava založená na těchto typech sacharidů může snížit riziko diabetu (Bhupathiraju et al., 2014). Dále také příjem vlákniny, především z obilovin, je inverzně asociován s rizikem diabetu. Inverzní asociaci můžeme nalézt i u vlákniny pocházející z ovoce, nicméně tato asociace je slabší v porovnání s obilovinami (Schulze et al., 2007). Mezi další faktory, které mohou snížit riziko diabetu, patří příjem některých vitamínů a minerálních látek. Specificky např. vyšší dietní příjem hořčičku je asociován s nižším rizikem diabetu (Dong et al., 2011). Naopak vyšší příjem hemového železa a celkově i vyšší zásoby železa v organismu mohou zvyšovat riziko diabetu 2. typu (Zhao et al., 2012). Co se týče jednotlivých nápojů, potravin, nebo jejich skupin, tak vyšší příjem celozrnných obilovin, listové zeleniny, určitých druhů ovoce (jablka, borůvky apod.), mléčných produktů, ořechů a kávy je spojován s nižším rizikem. Naopak vysoký příjem masa (především zpracovaného) a slazených nápojů zvyšuje riziko diabetu viz tabulka č. 5 (Ley et al., 2014).

**Tab. 5 Vliv určitých potravin nebo nápojů na relativní riziko diabetu**

POTRAVINY, NÁPOJE	POČET KOHORT	RIZIKO DIABETU*
Zpracované maso	8	Zvýšené
Nezpracované maso	9	Zvýšené
Slazené nápoje	16	Zvýšené
Listová zelenina	9	Snížené
Mléčné produkty	6	Snížené
Celozrnné obiloviny	10	Snížené
Alkohol	29	Snížené
Bezkofeinová káva	11	Snížené
Káva	28	Snížené

\* Relativní rizika jsou vyjádřena v porovnání s extrémními kategoriemi příjmů jednotlivých potravin kromě zpracovaného masa (50 g/den), nezpracovaného masa (100 g/den), celozrnných obilovin (3 porce denně), slazených nápojů (336 g/den) a alkoholu (22 g/den u mužů a 24 g/den u žen). Převzato a upraveno dle Ley et al., 2014.

Dalším rizikovým faktorem, který může zásadně přispívat k rozvoji diabetu 2. typu, jsou tzv. ultrazpracované potraviny. V současné době bohužel neexistuje jednotná a všeobecně přijímaná klasifikace tohoto pojmu (Gibney, 2019), nicméně pro jednoduchost můžeme uvést, že se jedná o průmyslově upravené potraviny, které typicky obsahují 5 a více různých ingrediencí (Lustig, 2020). Dle recentních prospektivních studií se stovkami tisíc účastníků jsou ultrazpracované potraviny asociovány s vyšším rizikem diabetu 2. typu (Srouf et al., 2020; Levy et al., 2020; Nardocci, Polsky et Moubarac, 2020; Llaveró-Valero et al., 2021). Je to zřejmě díky tomu, že obecně ultrazpracované potraviny vedou k vyššímu kalorickému příjmu (Hall et al., 2019) a dle některých autorů dokonce splňují (zejména přidané jednoduché sacharidy) kritéria návykových nebo toxických látek (Lustig, 2020). Omezení konzumace nebo kompletní resktrikce ultrazpracovaných potravin je společným znakem v podstatě všech vhodných a efektivních výživových stylů nejen v prevenci diabetu, ale i dalších mnoha onemocnění a celkové mortality (Kim, Hu et Rebholz, 2019; Bonaccio et al., 2021).

Mezi limitace této práce patří omezený počet zahrnutých RCT studií (10) s celkovým počtem 695 participantů v intervenčních skupinách a heterogenní metodologie v jednotlivých studiích. I když RCT patří mezi zlatý standard v oblasti biomedicíny, většina těchto nutričních studií je zatížena vysokým rizikem možného zkreslení (tzv. bias). V první řadě není možné z pochopitelných důvodů zaslepit intervenční či kontrolní skupinu, protože součástí těchto nutričních studií je i edukace a je zde nutná kooperace participantů. Je tedy reálné, že částečně jsou lepší výsledky intervenční diety způsobeny pouhým očekáváním pozitivních účinků, což se v psychologii označuje jako tzv. expectancy effect neboli Rosenthalův efekt – tzn. pokud očekáváme pozitivní účinky, nevědomě ovlivňujeme naše chování (např. adherenci k výživovému stylu) tak, že se daná skutečnost opravdu stane. A funguje to i opačně, tzn. pokud věříme, že konvenční dieta v kontrolní skupině nám neposkytne takový benefit, je možné, že finální výsledky nevědomě také ovlivníme (Staudacher et al., 2017). Tento efekt očekávání může vysvětlovat relativně nižší efekty v redukci glykovaného hemoglobinu u konvenčních nízkotučných diet, které jsou obvykle použity v kontrolní skupině (nikoliv intervenční). Dalším problémem nutričních studií je obvykle nízká adherence, která navíc může být ještě nižší u obézních pacientů (Rodríguez-Rodríguez et al., 2017). V neposlední řadě je také možné zkreslení v záznamech jídelníčku, které nemusí být úplně přesné a většina pacientů má tendenci podhodnocovat svůj reálný energetický příjem (Nascimento et al., 2021). Riziko nízké adherence a nepřesné kontroly jídelníčku lze částečně eliminovat lepší kontrolou designu studie – např. poskytováním již připravených jídel s předem definovaným složením, jako jsme tomu byli svědky ve studii od Kahleové a kolektivu (2011). Díky vysoké časové a finanční náročnosti nutriční RCT studie také obvykle nemohou trvat desítky let. Díky výše zmíněným faktorům je přenositelnost výsledků těchto RCT studií limitována (Schwingshackl, Schünemann et Meerpohl, 2020).

## 8. Závěr

Tato teoretická bakalářská práce se zabývá efektivitou různých dietních přístupů v terapii diabetu 2. typu na základě rešerše dostupné literatury. Hlavním zjištěním je fakt, že existuje více efektivních dietních přístupů v terapii pacientů s diabetem 2. typu a jejich konkrétní indikace záleží na vhodnosti jejich použití z hlediska dlouhodobé udržitelnosti, osobních preferencí a životního stylu. Každý jednotlivý výživový styl s sebou přináší benefity a potenciální rizika, které bychom měli v klinické praxi pečlivě uvážit ve spolupráci s konkrétním pacientem. V dnešní době se stále více moderní medicína přesouvá k personalizovanému přístupu a diabetologie by tomu neměla být výjimkou.

V souvislosti s použitím konkrétních výživových postupů však existuje také řada neznámých a je potřeba více kvalitních studií k definitivnímu potvrzení jejich efektivity, benefitů a také možných rizik. Nicméně na druhé straně se ukazuje, že velkou část základních myšlenek – jako je např. preference méně průmyslově zpracovaných potravin, dostatek ovoce a zeleniny, kvalitních bílkovin, příjem celozrnných obilovin apod., mají tyto efektivní přístupy, které se používají v terapii pacientů s diabetem 2. typu, společných.



## 9. Seznam použité literatury

ACCURSO, Anthony, et al. Dietary carbohydrate restriction in type 2 diabetes mellitus and metabolic syndrome: time for a critical appraisal. *Nutrition & metabolism*, 2008, 5.1: 1-8.

ADLER, Amanda I., et al. Development and progression of nephropathy in type 2 diabetes: the United Kingdom Prospective Diabetes Study (UKPDS 64). *Kidney international*, 2003, 63.1: 225-232.

ALLEN, Luke, et al. Socioeconomic status and non-communicable disease behavioural risk factors in low-income and lower-middle-income countries: a systematic review. *The Lancet Global Health*, 2017, 5.3: e277-e289.

ALMDAL, Thomas, et al. The independent effect of type 2 diabetes mellitus on ischemic heart disease, stroke, and death: a population-based study of 13 000 men and women with 20 years of follow-up. *Archives of internal medicine*, 2004, 164.13: 1422-1426.

AMERICAN DIABETES ASSOCIATION, et al. Diagnosis and classification of diabetes mellitus. *Diabetes care*, 2014, 37.Supplement 1: S81-S90.

AMERICAN DIABETES ASSOCIATION. Standards of medical care in diabetes--2014. *Diabetes care*, 2014, 37: S14-S80.

ASTRUP, Arne. Healthy lifestyles in Europe: prevention of obesity and type II diabetes by diet and physical activity. *Public health nutrition*, 2001, 4.2b: 499-515.

AVOGARO, Angelo, et al. Incidence of coronary heart disease in type 2 diabetic men and women: impact of microvascular complications, treatment, and geographic location. *Diabetes care*, 2007, 30.5: 1241-1247.

AZADBAKHT, Leila, et al. Effects of the Dietary Approaches to Stop Hypertension (DASH) eating plan on cardiovascular risks among type 2 diabetic patients: a randomized crossover clinical trial. *Diabetes care*, 2011, 34.1: 55-57.

BEAGLEHOLE, Robert, et al. Priority actions for the non-communicable disease crisis. *The lancet*, 2011, 377.9775: 1438-1447.

BECKMAN, Joshua A.; CREAGER, Mark A.; LIBBY, Peter. Diabetes and atherosclerosis: epidemiology, pathophysiology, and management. *Jama*, 2002, 287.19: 2570-2581.

BHUPATHIRAJU, Shilpa N., et al. Glycemic index, glycemic load, and risk of type 2 diabetes: results from 3 large US cohorts and an updated meta-analysis. *The American journal of clinical nutrition*, 2014, 100.1: 218-232.

BONACCIO, Marialaura, et al. Ultra-processed food consumption is associated with increased risk of all-cause and cardiovascular mortality in the Moli-sani Study. *The American journal of clinical nutrition*, 2021, 113.2: 446-455.

BOULTON, Andrew JM. Management of diabetic peripheral neuropathy. *Clinical diabetes*, 2005, 23.1: 9-15.

- BOYLE, Patrick J. Diabetes mellitus and macrovascular disease: mechanisms and mediators. *The American journal of medicine*, 2007, 120.9: S12-S17.
- BURÉN, Jonas, et al. A Ketogenic Low-Carbohydrate High-Fat Diet Increases LDL Cholesterol in Healthy, Young, Normal-Weight Women: A Randomized Controlled Feeding Trial. *Nutrients*, 2021, 13.3: 814.
- CALI, Anna MG, et al. Glucose dysregulation and hepatic steatosis in obese adolescents: is there a link?. *Hepatology*, 2009, 49.6: 1896-1903.
- CUKIERMAN, T.; GERSTEIN, H. C.; WILLIAMSON, J. D. Cognitive decline and dementia in diabetes—systematic overview of prospective observational studies. *Diabetologia*, 2005, 48.12: 2460-2469.
- DALL, Tim; NIKOLOV, Plamen; HOGAN, Paul F. Economic costs of diabetes in the US in 2002. *Diabetes care*, 2003, 26: 917-932.
- DAVIES, Mark, et al. The prevalence, severity, and impact of painful diabetic peripheral neuropathy in type 2 diabetes. *Diabetes care*, 2006, 29.7: 1518-1522.
- DEPARTMENT OF HEALTH (2001). *National service framework for diabetes: standards*. [cit. 03.12.2020]. Dostupné z: <https://www.gov.uk/government/publications/national-service-framework-diabetes>
- DIXON, John B., et al. Adjustable gastric banding and conventional therapy for type 2 diabetes: a randomized controlled trial. *Jama*, 2008, 299.3: 316-323.
- DONG, Jia-Yi, et al. Magnesium intake and risk of type 2 diabetes: meta-analysis of prospective cohort studies. *Diabetes care*, 2011, 34.9: 2116-2122. Dostupné z: [https://www.diab.cz/dokumenty/standard\\_dietni\\_lecba.pdf](https://www.diab.cz/dokumenty/standard_dietni_lecba.pdf)
- ENGLISH, Emma; LENTERS-WESTRA, Erna. HbA1c method performance: The great success story of global standardization. *Critical reviews in clinical laboratory sciences*, 2018, 55.6: 408-419.
- ESPOSITO, Katherine, et al. Effect of a Mediterranean-style diet on endothelial dysfunction and markers of vascular inflammation in the metabolic syndrome: a randomized trial. *Jama*, 2004, 292.12: 1440-1446.
- ESPOSITO, Katherine, et al. The effects of a Mediterranean diet on the need for diabetes drugs and remission of newly diagnosed type 2 diabetes: follow-up of a randomized trial. *Diabetes care*, 2014, 37.7: 1824-1830.
- ESTRUCH, Ramón, et al. Primary prevention of cardiovascular disease with a Mediterranean diet. *New England Journal of Medicine*, 2013, 368.14: 1279-1290.
- EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY. EFSA sets European dietary reference values for nutrient intakes. *Redirecting to https://www.efsa.europa.eu/en* [online]. 2010 [cit. 16.01.2021]. Dostupné z: <https://www.efsa.europa.eu/en/press/news/nda100326>
- FABRICATORE, A. N., et al. Targeting dietary fat or glycemic load in the treatment of obesity and type 2 diabetes: a randomized controlled trial. *Diabetes research and clinical practice*, 2011, 92.1: 37-45.

- FARAJI, Reza, et al. Prevalence of vaginal candidiasis infection in diabetic women. *African Journal of Microbiology Research*, 2012, 6.11: 2773-2778.
- FONG, Donald S., et al. Retinopathy in diabetes. *Diabetes care*, 2004, 27.suppl 1: s84-s87.
- FOWLER, Michael J. Microvascular and macrovascular complications of diabetes. *Clinical diabetes*, 2008, 26.2: 77-82.
- FOWLER, Michael J. Microvascular and macrovascular complications of diabetes. *Clinical diabetes*, 2011, 29.3: 116-122.
- FOX, Caroline S., et al. Update on prevention of cardiovascular disease in adults with type 2 diabetes mellitus in light of recent evidence: a scientific statement from the American Heart Association and the American Diabetes Association. *Circulation*, 2015, 132.8: 691-718.
- FRIED, M., et al. Interdisciplinary European guidelines on metabolic and bariatric surgery. *Obesity surgery*, 2014, 24.1: 42-55.
- FRIEDECKÝ, Bedřich, et al. Diabetes mellitus – laboratorní diagnostika a sledování stavu pacientů. *Česká diabetologická společnost* [online]. 2019 [cit. 04.02.2021]. Dostupné z: [https://www.diab.cz/dokumenty/standard\\_labor\\_2019.pdf](https://www.diab.cz/dokumenty/standard_labor_2019.pdf)
- GABBAY, Kenneth H. Aldose reductase inhibition in the treatment of diabetic neuropathy: where are we in 2004?. *Current diabetes reports*, 2004, 4.6: 405-408.
- GABBAY, Kenneth H. Hyperglycemia, polyol metabolism, and complications of diabetes mellitus. *Annual review of medicine*, 1975, 26: 521-536.
- GIBNEY, Michael J. Ultra-processed foods: definitions and policy issues. *Current developments in nutrition*, 2019, 3.2: nzy077.
- GIOVANNUCCI, Edward, et al. Diabetes and cancer: a consensus report. *CA: a cancer journal for clinicians*, 2010, 60.4: 207-221.
- GORST, Catherine, et al. Long-term glycemic variability and risk of adverse outcomes: a systematic review and meta-analysis. *Diabetes care*, 2015, 38.12: 2354-2369.
- GRAY, Alison; THRELKELD, Rebecca J. Nutritional Recommendations for Individuals with Diabetes. In: *Endotext [Internet]*. MDText. com, Inc., 2019.
- GROSS, Jorge L., et al. Diabetic nephropathy: diagnosis, prevention, and treatment. *Diabetes care*, 2005, 28.1: 164-176.
- GULDBRAND, Hans, et al. In type 2 diabetes, randomisation to advice to follow a low-carbohydrate diet transiently improves glycaemic control compared with advice to follow a low-fat diet producing a similar weight loss. *Diabetologia*, 2012, 55.8: 2118-2127.
- HALL, Kevin D., et al. Ultra-processed diets cause excess calorie intake and weight gain: an inpatient randomized controlled trial of ad libitum food intake. *Cell metabolism*, 2019, 30.1: 67-77. e3.

HASHIMOTO, Y., et al. Impact of low-carbohydrate diet on body composition: meta-analysis of randomized controlled studies. *Obesity Reviews*, 2016, 17.6: 499-509.

HAUNER, Hans, et al. Evidence-based guideline of the German Nutrition Society: carbohydrate intake and prevention of nutrition-related diseases. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 2012, 60.Suppl. 1: 1-58.

HOFSTAD, Dag, et al. Beta cell function after weight loss: a clinical trial comparing gastric bypass surgery and intensive lifestyle intervention. *European journal of endocrinology*, 2011, 164.2: 231-238.

HOFSTAD, Dag, et al. Obesity-related cardiovascular risk factors after weight loss: a clinical trial comparing gastric bypass surgery and intensive lifestyle intervention. *European journal of endocrinology*, 2010, 163.5: 735.

HU, Frank B.; VAN DAM, R. M.; LIU, S. Diet and risk of type II diabetes: the role of types of fat and carbohydrate. *Diabetologia*, 2001, 44.7: 805-817.

CHATTERJEE, Sudesna; KHUNTI, Kamlesh; DAVIES, Melanie J. Type 2 diabetes. *The Lancet*, 2017, 389.10085: 2239-2251.

CHAWLA, Shreya, et al. The Effect of Low-Fat and Low-Carbohydrate Diets on Weight Loss and Lipid Levels: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Nutrients*, 2020, 12.12: 3774.

CHRISTIAN, Parul; STEWART, Christine P. Maternal micronutrient deficiency, fetal development, and the risk of chronic disease. *The Journal of nutrition*, 2010, 140.3: 437-445.

CHURCH, Timothy S., et al. Effects of aerobic and resistance training on hemoglobin A1c levels in patients with type 2 diabetes: a randomized controlled trial. *Jama*, 2010, 304.20: 2253-2262.

IOANNIDIS, John PA. Why most published research findings are false. *PLoS medicine*, 2005, 2.8: e124.

ITSIPOULOS, Catherine, et al. Can the Mediterranean diet lower HbA1c in type 2 diabetes? Results from a randomized cross-over study. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 2011, 21.9: 740-747.

JIRKOVSKÁ, A., PELIKÁNOVÁ, T., ANDĚL, M. Doporučený postup dietní léčby pacientů s diabetem. *Česká diabetologická společnost* [online]. 2012. [cit. 04.02.2021].

JONASSON, Lena, et al. Advice to follow a low-carbohydrate diet has a favourable impact on low-grade inflammation in type 2 diabetes compared with advice to follow a low-fat diet. *Annals of medicine*, 2014, 46.3: 182-187.

JÖNSSON, B. Revealing the cost of Type II diabetes in Europe. *Diabetologia*, 2002, 45.1: S5-S12.

JORDAN, Amy S.; MCSHARRY, David G.; MALHOTRA, Atul. Adult obstructive sleep apnoea. *The Lancet*, 2014, 383.9918: 736-747.

- KAHLEOVA, H., et al. Vegetarian diet improves insulin resistance and oxidative stress markers more than conventional diet in subjects with Type 2 diabetes. *Diabetic Medicine*, 2011, 28.5: 549-559.
- KEENAN, Hillary A., et al. Clinical factors associated with resistance to microvascular complications in diabetic patients of extreme disease duration: the 50-year medalist study. *Diabetes care*, 2007, 30.8: 1995-1997.
- KHAW, Kay-Tee, et al. Association of hemoglobin A1c with cardiovascular disease and mortality in adults: the European prospective investigation into cancer in Norfolk. *Annals of internal medicine*, 2004, 141.6: 413-420.
- KHAW, Kay-Tee, et al. Glycated haemoglobin, diabetes, and mortality in men in Norfolk cohort of European Prospective Investigation of Cancer and Nutrition (EPIC-Norfolk). *Bmj*, 2001, 322.7277: 15.
- KIM, Hyunju; HU, Emily A.; REBHOLZ, Casey M. Ultra-processed food intake and mortality in the United States: Results from the Third National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES III 1988-1994). *Public health nutrition*, 2019, 22.10: 1777.
- KOLIAKI, Chrysi, et al. Defining the optimal dietary approach for safe, effective and sustainable weight loss in overweight and obese adults. In: *Healthcare*. Multidisciplinary Digital Publishing Institute, 2018. p. 73.
- KREBS, J. D., et al. The Diabetes Excess Weight Loss (DEWL) Trial: a randomised controlled trial of high-protein versus high-carbohydrate diets over 2 years in type 2 diabetes. *Diabetologia*, 2012, 55.4: 905-914.
- LAING, S. P., et al. Mortality from heart disease in a cohort of 23,000 patients with insulin-treated diabetes. *Diabetologia*, 2003, 46.6: 760-765.
- LEE, Yujin; PARK, Kyong. Adherence to a vegetarian diet and diabetes risk: a systematic review and meta-analysis of observational studies. *Nutrients*, 2017, 9.6: 603.
- LEITNER, Deborah R., et al. Obesity and type 2 diabetes: Two diseases with a need for combined treatment strategies-EASO can lead the way. *Obesity facts*, 2017, 10.5: 483-492.
- LEVY, Renata B., et al. Ultra-processed food consumption and type 2 diabetes incidence: A prospective cohort study. *Clinical Nutrition*, 2020.
- LEY, Sylvia H., et al. Prevention and management of type 2 diabetes: dietary components and nutritional strategies. *The Lancet*, 2014, 383.9933: 1999-2007.
- LIM, Ee Lin, et al. Reversal of type 2 diabetes: normalisation of beta cell function in association with decreased pancreas and liver triacylglycerol. *Diabetologia*, 2011, 54.10: 2506-2514.
- LIM, Tao S., et al. Outcomes of a contemporary amputation series. *ANZ journal of surgery*, 2006, 76.5: 300-305.
- LLAVERO-VALERO, María, et al. Ultra-processed foods and type-2 diabetes risk in the sun project: a prospective cohort study". *Clinical Nutrition*, 2021.

LOHMANN, Thomas P. The impact of red blood cell lifespan on HbA1c measurement. *Medical Laboratory Observer*, 2019.

LUSTIG, Robert H. Ultraprocessed food: addictive, toxic, and ready for regulation. *Nutrients*, 2020, 12.11: 3401.

MAYBERRY, Lindsay S.; OSBORN, Chandra Y. Family support, medication adherence, and glycemic control among adults with type 2 diabetes. *Diabetes care*, 2012, 35.6: 1239-1245.

MØLLER, Grith; ANDERSEN, Henning Keinke; SNORGAARD, Ole. A systematic review and meta-analysis of nutrition therapy compared with dietary advice in patients with type 2 diabetes. *The American journal of clinical nutrition*, 2017, 106.6: 1394-1400.

NARDOCCI, Milena; POLSKY, Jane Y.; MOUBARAC, Jean-Claude. Consumption of ultra-processed foods is associated with obesity, diabetes and hypertension in Canadian adults. *Canadian Journal of Public Health*, 2020, 1-9.

NASCIMENTO, A. G., et al. Under-reporting of the energy intake in patients with type 2 diabetes. *Journal of Human Nutrition and Dietetics*, 2021, 34.1: 73-80.

NATIONAL HEALT SERVICE. What is a Mediterranean diet? - NHS. *The NHS website - NHS* [online]. 2020 [cit. 11.03.2021]. Dostupné z: <https://www.nhs.uk/live-well/eat-well/what-is-a-mediterranean-diet/>

NATIONAL HEART, LUNG, AND BLOOD INSTITUTE. DASH Eating Plan | NHLBI, NIH. *Home | NHLBI, NIH* [online]. 2021 [cit. 11.03.2021]. Dostupné z: <https://www.nhlbi.nih.gov/health-topics/dash-eating-plan>

NATIONAL WEIGHT CONTROL REGISTRY. *National Weight Control Registry* [online]. Dostupné z: <http://www.nwcr.ws>

OSBORN, Chandra Y., et al. An information-motivation-behavioral skills analysis of diet and exercise behavior in Puerto Ricans with diabetes. *Journal of health psychology*, 2010, 15.8: 1201-1213.

PARK, Se Eun; PARK, Cheol-Young; SWEENEY, Gary. Biomarkers of insulin sensitivity and insulin resistance: Past, present and future. *Critical reviews in clinical laboratory sciences*, 2015, 52.4: 180-190.

PARRY, Helen M., et al. Both high and low HbA1c predict incident heart failure in type 2 diabetes mellitus. *Circulation: Heart Failure*, 2015, 8.2: 236-242.

PASQUEL, Francisco J.; UMPIERREZ, Guillermo E. Hyperosmolar hyperglycemic state: a historic review of the clinical presentation, diagnosis, and treatment. *Diabetes care*, 2014, 37.11: 3124-3131.

PEDERSEN, Helle Krogh, et al. Human gut microbes impact host serum metabolome and insulin sensitivity. *Nature*, 2016, 535.7612: 376-381.

PELIKÁNOVÁ, Terezie; Ostatní antidiabetika | cukrovka. *cukrovka* [online]. Cukrovka.cz 2017 [cit. 02.01.2021]. Dostupné z: <https://www.cukrovka.cz/ostatni-antidiabetika>

- RATHEE, Manu; JAIN, Prachi. Ageusia. 2019.
- RIPSIN, Cynthia M.; KANG, Helen; URBAN, Randall J. Management of blood glucose in type 2 diabetes mellitus. *American family physician*, 2009, 79.1: 29-36.
- RISÉRUS, Ulf; WILLETT, Walter C.; HU, Frank B. Dietary fats and prevention of type 2 diabetes. *Progress in lipid research*, 2009, 48.1: 44-51.
- RODRÍGUEZ-RODRÍGUEZ, Elena, et al. Low adherence to dietary guidelines in Spain, especially in the overweight/obese population: The ANIBES study. *Journal of the American College of Nutrition*, 2017, 36.4: 240-247.
- SAEEDI, Pouya, et al. Global and regional diabetes prevalence estimates for 2019 and projections for 2030 and 2045: Results from the International Diabetes Federation Diabetes Atlas. *Diabetes research and clinical practice*, 2019, 157: 107843.
- SALMERON, Jorge, et al. Dietary fat intake and risk of type 2 diabetes in women. *The American journal of clinical nutrition*, 2001, 73.6: 1019-1026.
- SASLOW, Laura R., et al. Twelve-month outcomes of a randomized trial of a moderate-carbohydrate versus very low-carbohydrate diet in overweight adults with type 2 diabetes mellitus or prediabetes. *Nutrition & diabetes*, 2017, 7.12: 1-6.
- SATO, Junko, et al. A randomized controlled trial of 130 g/day low-carbohydrate diet in type 2 diabetes with poor glycemic control. *Clinical nutrition*, 2017, 36.4: 992-1000.
- SEIDELMANN, Sara B., et al. Dietary carbohydrate intake and mortality: a prospective cohort study and meta-analysis. *The Lancet Public Health*, 2018, 3.9: e419-e428.
- SHERWANI, Shariq I., et al. Significance of HbA1c test in diagnosis and prognosis of diabetic patients. *Biomarker insights*, 2016, 11: BMI. S38440.
- SCHOFIELD, Christopher J., et al. Mortality and hospitalization in patients after amputation: a comparison between patients with and without diabetes. *Diabetes care*, 2006, 29.10: 2252-2256.
- SCHULZE, Matthias B., et al. Fiber and magnesium intake and incidence of type 2 diabetes: a prospective study and meta-analysis. *Archives of internal medicine*, 2007, 167.9: 956-965.
- SCHWINGSHACKL, Lukas; SCHÜNEMANN, Holger J.; MEERPOHL, Joerg J. Improving the trustworthiness of findings from nutrition evidence syntheses: assessing risk of bias and rating the certainty of evidence. *European Journal of Nutrition*, 2020, 1-11.
- SIGAL, Ronald J.; KENNY, Glen P. Combined aerobic and resistance exercise for patients with type 2 diabetes. *JAMA*, 2010, 304.20: 2298-2299.
- SNORGAARD, Ole, et al. Systematic review and meta-analysis of dietary carbohydrate restriction in patients with type 2 diabetes. *BMJ Open Diabetes Research and Care*, 2017, 5.1.
- STAUDACHER, Heidi M., et al. The challenges of control groups, placebos and blinding in clinical trials of dietary interventions. *Proceedings of the Nutrition Society*, 2017, 76.3: 203-

212.

STUMVOLL, Michael, et al. Use of the oral glucose tolerance test to assess insulin release and insulin sensitivity. *Diabetes care*, 2000, 23.3: 295-301.

SUNG, Kiwol; BAE, Sangkeun. Effects of a regular walking exercise program on behavioral and biochemical aspects in elderly people with type II diabetes. *Nursing & health sciences*, 2012, 14.4: 438-445.

TABÁK, Adam G., et al. Depression and type 2 diabetes: a causal association?. *The lancet Diabetes & endocrinology*, 2014, 2.3: 236-245.

TALMUD, Philippa J., et al. Utility of genetic and non-genetic risk factors in prediction of type 2 diabetes: Whitehall II prospective cohort study. *Bmj*, 2010, 340.

TAYLOR, R. Banting Memorial Lecture 2012 Reversing the twin cycles of Type 2 diabetes. *Diabetic medicine*, 2013, 30.3: 267-275.

UK PROSPECTIVE DIABETES STUDY (UKPDS) GROUP. Intensive blood-glucose control with sulphonylureas or insulin compared with conventional treatment and risk of complications in patients with type 2 diabetes (UKPDS 33). *The lancet*, 1998, 352.9131: 837-853.

VAN WILDER, Lisa, et al. Health-related quality of life in patients with non-communicable disease: study protocol of a cross-sectional survey. *BMJ open*, 2020, 10.9: e037131.

VAZQUEZ, Gabriela, et al. Comparison of body mass index, waist circumference, and waist/hip ratio in predicting incident diabetes: a meta-analysis. *Epidemiologic reviews*, 2007, 29.1: 115-128.

VIJAN, Sandeep. Type 2 diabetes. *Annals of internal medicine*, 2010, 152.5: ITC3-1.

WESTMAN, Eric C., et al. Low-carbohydrate nutrition and metabolism. *The American journal of clinical nutrition*, 2007, 86.2: 276-284.

WING, Rena R., et al. Cardiovascular effects of intensive lifestyle intervention in type 2 diabetes. *The New England journal of medicine*, 2013, 369.2: 145-154.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Definition and diagnosis of diabetes mellitus and intermediate hyperglycaemia: report of a WHO/IDF consultation. 2006.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Waist circumference and waist-hip ratio: report of a WHO expert consultation, Geneva, 8-11 December 2008. 2011.

YARBAĞ, Abdülhekim, et al. Refractive errors in patients with newly diagnosed diabetes mellitus. *Pakistan journal of medical sciences*, 2015, 31.6: 1481.

ZHAO, Zhuoxian, et al. Body iron stores and heme-iron intake in relation to risk of type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis. *PLoS one*, 2012, 7.7: e41641.

ZHENG, Yan; LEY, Sylvia H.; HU, Frank B. Global aetiology and epidemiology of type 2 diabetes mellitus and its complications. *Nature Reviews Endocrinology*, 2018, 14.2: 88.



## Seznam zkratk

ADA	Americká diabetická asociace (American Diabetes Association)
AGEs	Produkty pokročilé glykace
ALR2	Aldóza reduktáza 2
AUC	Plocha pod křivkou (Area Under Curve)
BMI	Index tělesné hmotnosti (Body Mass Index)
VLCKD	Velmi nízkosacharidová ketogenní strava (Very Low-Calorie Ketogenic Diet)
CEP	Celkový energetický příjem
CRD	Strava s omezeným počtem kalorií (Calorie Restricted Diet)
DASH	Dietary Approaches to Stop Hypertension
EASD	Evropské asociace pro výzkum diabetu (European Association for the Study of Diabetes)
GH	Růstový hormon
HDL	Lipoprotein o vysoké hustotě (High-Density Lipoprotein)
IAD	Injekční antidiabetika
IKEM	Insitut klinické a experimentální medicíny
LCD	Nízkosacharidová strava (Low-carb Diet)
LFD	Nízkotučná strava (Low-fat Diet)
DCCT	Diabetes Control and Complications Trial
IFCC	International Federation of Clinical Chemistry
ČDS	Česká diabetologická společnost
EFSA	Evropský úřad pro bezpečnost potravin (European Food Safety Authority)
LCK	Nízkosacharidová ketogenní dieta (Low-carbohydrate Ketogenic diet)
LDL	Lipoprotein o nízké hustotě (Low-Density lipoprotein)
NIH	National Institutes of Health
MCCR	Redukční dieta se středním příjmem sacharidů (Moderate Carbohydrate Calorie Restricted diet)
NHS	National Health Service
OGTT	Orální glukózový toleranční test
PAD	Perorální antidiabetika
RCT	Randomizovaná kontrolovaná studie (Randomized Controlled Trial)
TGF	Transformující růstový faktor
VEGF	Vaskulární endoteliální růstový faktor
VLCD	Velmi nízkokalorické diety (Very Low Calorie Diets)
WHO	Světová zdravotnická organizace (World Health Organization)

## Seznam grafů

<a href="#">Graf 1: Rozdíly v průměrné změně HbA1c mezi LCD a kontrolními dietami .....</a>	23
---	----

## Seznam tabulek

<a href="#">Tabulka 1: Diagnostická kritéria diabetu dle oficiálních organizací .....</a>	15
<a href="#">Tabulka 2: Výživová doporučení pro pacienty s diabetem .....</a>	19
<a href="#">Tabulka 3: Vážený průměr poklesu glykovaného hemoglobinu v LFD skupinách .....</a>	25
<a href="#">Tabulka 4: Srovnání efektivity různých dietních přístupů v terapii diabetu 2. typu .....</a>	29
<a href="#">Tabulka 5: Vliv určitých potravin nebo nápojů na relativní riziko diabetu .....</a>	31