

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra mikrobiologie, výživy a dietetiky**



**Fakulta agrobiologie,  
potravinových a přírodních zdrojů**

**Výživa seniorů a prevence vybraných onemocnění**

**Bakalářská práce**

**Magdalena Zichová**

**Výživa a potraviny**

**doc. Ing. Boris Hučko, CSc.**

**© 2023 ČZU v Praze**

## **Čestné prohlášení**

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

V Praze dne 21. 4. 2023

---

## **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucímu své bakalářské práce, panu doc. Ing. Borisovi Hučkovi CSc., za cenné rady, vstřícné vedení a čas, který mi v průběhu psaní věnoval.

# Výživa seniorů a prevence vybraných onemocnění

## Souhrn

Po celém světě dochází k nárůstu podílu starší populace. Zásadou pokroků vědy, techniky a nových poznatků v oblasti medicíny se průměrná délka lidského života, zejména v západních zemích, prodlužuje. Lidské tělo je během procesu stárnutí vystaveno změnám, které se negativně odrážejí na mnoha funkcích tělesných soustav a zvyšují náchylnost staršího jedince k rozvoji nemocí. Úbytek kostní hmoty, pokles svalové síly, kognitivní pokles a narušení funkce gastrointestinální soustavy jsou jen příklady změn, které mohou být procesem stárnutí vyvolané. Pochopení procesu stárnutí a mechanismů, jež změny vyvolávají, přispívá k porozumění nutričních potřeb starší populace. Výživová doporučení určená starší populaci mohou být efektivní strategií pro snížení dopadu či dokonce zabránění negativních změn. Nesprávné stravovací návyky u starší populace končí rozvojem obezity nebo podvýživy a s nimi přidruženými komplikacemi. U starší populace je vysoká prevalence chronických onemocnění jako např. osteoporóza, diabetes mellitus, kardiovaskulární a neurodegenerativní onemocnění. Pacienti s těmito diagnostikovanými chorobami představují zátěž pro zdravotní sektor i ekonomiku. Z takového důvodu je v zájmu celého světa stanovit nejefektivnější preventivní doporučení.

Celá práce směřovala ke splnění cíle, kterým bylo z poznatků uveřejněných v české i zahraniční literatuře sepsat doporučení týkající se výživy seniorů a preventivních opatření vybraných onemocnění. Bylo zjištěno, že výživa má zásadní vliv pro udržení optimálního zdravotního stavu a dobré kvality života staršího jedince. Dále bylo zjištěno, že nutriční potřeby se vlivem působení procesu stárnutí mění a jejich naplnění může výrazně přispět k prevenci rozvoje řady onemocnění. U starších osob jsou zvýšené nároky na příjem zejména u bílkovin, vitamínu D, B<sub>12</sub>, vápníku a zinku. Naopak příjem fosforu je u většiny populace hodnocen jako nadbytečný. Neznalost a ignorování výživových doporučení pro starší populaci má za následek rozvoj malnutrice, jež zahrnuje nadváhu, obezitu, podvýživu, anebo deficit mikronutrientů. Takové stavy jsou často doprovázeny řadou komplikací a ztěžují běžný život jedince. Co se týče prevence vybraných onemocnění, zde bylo zjištěno, že příjem určitých živin ve stravě a celkové složení stravy se jeví jako efektivní preventivní strategie. Součástí preventivních opatření ovšem není pouze změna stravovacích návyků, ačkoliv je to velmi významný aspekt prevence, ale úpravy by se měly týkat celkového životního stylu. S prevencí je možné začít v jakékoli etapě lidského života, avšak předpokládá se, že největších účinků lze dosáhnout při přijetí preventivních opatření v mladším věku jedince.

**Klíčová slova:** výživa seniorů, živiny, jídelníčky, nemoci, prevence

# Nutrition of seniors and prevention of selected diseases

## Summary

The proportion of the elderly across the world is increasing. Thanks to advances in science, technology and new medical knowledge, life expectancy is way higher than it was few years ago. Especially in Western countries. During the aging process, the human body is subject to changes that adversely affect many functions of the body systems and increase the susceptibility of older individuals to the development of diseases. Loss of bone mass, decline in muscle strength, cognitive decline and impaired gastrointestinal function are just a few examples of the changes that can be induced by the aging process. Understanding the aging process and the mechanisms that trigger the changes contributes to understanding the nutritional needs of the elderly population. Nutritional recommendations for the elderly population can be an effective strategy to reduce the impact or even prevent negative changes completely. Poor dietary habits in the elderly population result in the development of obesity or malnutrition and associated complications. The elderly population has high prevalence of chronic diseases such as osteoporosis, diabetes mellitus, cardiovascular and neurodegenerative diseases. Patients with these diagnosed diseases represent a burden on the health sector and the economy. It is therefore in an interest of the world to determine the most effective recommendations to prevent all this from happening.

The whole work was aimed at fulfilling the goal, which was to use the knowledge published in the Czech and foreign literature to write recommendations concerning nutrition of the elderly and preventive measures for selected diseases. It was found that nutrition is essential for maintaining optimal health and a good quality of life in the elderly. It was also found that nutritional needs change due to the effects of the aging process and meeting them can contribute significantly to the prevention of the development of a number of diseases. In particular, the intake requirements of protein, vitamin D, B<sub>12</sub>, calcium and zinc are increased in the elderly. In contrast, phosphorus intake is assessed as excessive in most of the population. Ignorance or disregard of nutritional recommendations for the elderly population results in the development of malnutrition, which includes overweight and obesity, malnutrition, and/or micronutrient deficiencies. Such conditions are often accompanied by number of complications which are making it difficult for an individual to live a normal life. With regard to the prevention of selected diseases, the intake of certain nutrients in the diet and the overall composition of the diet have been found to be effective preventive strategies. However, preventive measures do not only include changes in dietary habits, although this is a very important aspect of prevention, but should also include adjustments to the overall lifestyle. Prevention can start at any stage of a person's life, but it is believed that the greatest effects can be achieved when preventive measures are taken at a younger age.

**Keywords:** nutrition of the elderly, nutrients, menus, diseases, prevention

# Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod</b>	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>Cíl práce</b>	<b>9</b>
<b>3</b>	<b>Literární rešerše</b>	<b>10</b>
<b>3.1</b>	<b>Stáří a proces stárnutí</b>	<b>10</b>
3.1.1	Stárnoucí populace	11
<b>3.2</b>	<b>Fyziologické změny ve stáří</b>	<b>11</b>
3.2.1	Kosti a klouby	12
3.2.2	Svaly	12
3.2.3	Renální systém	12
3.2.4	Dýchací soustava	13
3.2.5	Kardiovaskulární soustava	13
3.2.6	Gastrointestinální trakt (GIT)	14
<b>3.3</b>	<b>Výživa ve stáří</b>	<b>18</b>
3.3.1	Energie	18
3.3.2	Makronutrienty	19
3.3.2.1	Proteiny	19
3.3.2.2	Sacharidy	21
3.3.2.3	Tuky	23
3.3.3	Vybrané Mikronutrienty	25
3.3.3.1	Vitamin D	25
3.3.3.2	Vitamin B <sub>12</sub>	26
3.3.3.3	Vápník	27
3.3.3.4	Zinek	28
3.3.3.5	Fosfor	29
3.3.4	Funkční potraviny	30
3.3.5	Pitný režim	31
<b>3.4</b>	<b>Poruchy výživy</b>	<b>32</b>
3.4.1	Malnutrice	32
3.4.1.1	Podvýživa	32
3.4.1.2	Obezita	34
<b>3.5</b>	<b>Prevence vybraných onemocnění</b>	<b>37</b>
3.5.1	Osteoporóza	37
3.5.2	Diabetes mellitus	39
3.5.3	Neurodegenerativní onemocnění	41

3.5.4	Kardiovaskulární onemocnění .....	43
<b>4</b>	<b>Závěr .....</b>	<b>45</b>
<b>5</b>	<b>Literatura.....</b>	<b>46</b>

# 1 Úvod

Celosvětová populace stárne, přičemž tempo stárnutí je mnohem rychlejší než v minulosti. V roce 2020 převažoval počet lidí ve věku 60 let a starších nad dětmi mladšími 5 let. Mezi lety 2015 až 2050 dojde k nárůstu podílu světové populace nad 60 let z 12 % na téměř 22 %. Všechny země tak čelí výzvě, aby zajistily své zdravotní a sociální systémy a byly připravené na takový demografický posun. Valné shromáždění Organizace spojených národů vyhlásilo období mezi lety 2021–2030 za Dekádu zdravého stárnutí, kdy za pomoci globální spolupráce bude vyvíjena snaha na zlepšení kvality života starších lidí (WHO 2022a).

Stárnutí je chápáno jako proces, který je zodpovědný za změny na fyziologické, patologické, biologické, psychologické a behaviorální úrovni, z čehož vyplývá, že některé funkce lidského organismu bývají během tohoto procesu oslabeny či sníženy. Změny vyvolané stárnutím mohou být buď neškodné, anebo mohou vést ke stavům, které zvyšují náchylnost k rozvoji onemocnění a ztěžují běžný život staršího jedince. Z takových důvodů je stárnutí považováno za jeden z hlavních rizikových faktorů pro řadu chronických onemocnění. Nejběžnější chronická onemocnění vyskytující se u starší populace, jako jsou například kardiovaskulární a neurodegenerativní onemocnění, se v současné době udávají čím dál tím více do souvislosti s výživou (Fernandes et al. 2021). I přes rychle se rozvíjející poznatky o dopadu výživy na rozvoj chronických onemocnění jsou v mnoha vyspělých zemích stále preferovány stravovací návyky s vysokým obsahem tuku, soli, cukru a nízkým zastoupením ovoce a luštěnin (Grochowicz et al. 2021).

Úpadek fyziologických funkcí v rámci změn souvisejících s věkem přímo koreluje s výživovým stavem staršího jedince (Amarya et al. 2015). S věkem dochází ke snížení energetických nároků. To je zapříčiněno snižováním fyzické aktivity a také poklesem bazálního metabolismu, což je způsobeno změnou složení těla. Vzhledem ke snížení energetického příjmu je nutné dbát na koncentraci živin v přijímané stravě. Důležitý je také příjem tekutin, neboť u seniorů s věkem dochází ke změnám ve vnímání pocitu žízně a k jejímu častému potlačení (Grochowicz et al. 2021). I přes známé zjištění, že starší dospělí mají přirozeně odlišné nároky na příjem makro – i mikronutrientů, existuje v současné době poměrně vysoké procento starších jedinců, kteří vykazují nedostatečný příjem bílkovin, kalorií, minerálních látek a vitaminů (Amarya et al. 2015).

Nalezení efektivnějších řešení pro zlepšení výživy starších jedinců se stává aktuální otázkou, které se dostává stále větší pozornosti (Fernandes et al. 2021).



## **2 Cíl práce**

Hlavním cílem při psaní této bakalářské práce bylo na základě studia české a zahraniční literatury sepsat a shrnout vybrané poznatky týkající se výživy seniorů. Součástí cíle bylo také zvolit onemocnění a sepsat na základě nastudované literatury jejich prevenci.

## 3 Literární rešerše

### 3.1 Stáří a proces stárnutí

Stárnutí lze chápat jako soubor fyziologických změn, které probíhají v těle jedince od dosažení dospělosti po smrt. Stárnoucí jedinec přichází o své rezervní kapacity a schopnost reagovat na metabolický stres. Člověk tak čelí celkové degradaci jeho obranyschopnosti vůči nemocem a tím se s přibývajícím věkem zvyšuje riziko úmrtí (Shock 2023). Na průběh stárnutí mají vliv jak faktory exogenní (životní styl, přítomnost nemocí), tak faktory endogenní (genetická výbava) (Vágnerová et. al 2020). U lidí je stárnutí často přirozeně propojeno s behaviorálními změnami a změnami, které se týkají jejich prostředí, jako je stěhování, úmrtí partnera, odchod do penze (Shock 2023).

Pokud je stárnutí doprovázené přirozenými změnami organismu, které jsou vzhledem k věku jedince očekávané jedná se o fyziologické stárnutí (zdravé stárnutí). Naproti tomu stojí patologické stárnutí (chorobné stárnutí), které je zrychlené a spojené s nemocí, křehkostí. Chorobné stárnutí se projevuje u řady nemocí, které jsou geneticky podmíněné (například u Downova syndromu) (Vágnerová et. al 2020).

Věda, která se zabývá samotným procesem stárnutí a stářím, se nazývá gerontologie. Hlavním předmětem zkoumání této vědy je problematika starých lidí a života ve stáří. Gerontologie zohledňuje při svém bádání biologické, demografické, sociální a mnohé jiné aspekty (Špatenková & Smékalová 2015). Za autora termínu gerontologie je považován nositel Nobelovy ceny, mikrobiolog a imunolog I. I. Mečnikov, který tento pojem zřejmě použil poprvé ve své eseji roku 1903. Gerontologie se podle předmětu zkoumání dělí do 3 hlavních skupin: klinická, sociální a experimentální. Jiný pojem spojený se stárnutím a stářím je geriatric. Geriatric je oblast medicíny, která v širším slova smyslu, rovněž jako klinická gerontologie, zkoumá a zobecňuje problematiku zdravotního stavu, specifické potřeby, léčení a prevenci chorob u geriatrických pacientů. V užším slova smyslu se jedná o specializační obor, který vychází z vnitřního lékařství (Kalvach et al. 2004).

Stáří je pojem, který vymezuje poslední etapu normální délky lidského života (Encyclopedia Britannica 2023). Hovoříme zde o výsledném projevu involučních změn, ke kterým během stárnutí dochází (Kalvach et al. 2004). Proces a rychlost stárnutí probíhají u každého jedince individuálně, přičemž tento fakt ztěžuje přesné vymezení věkové hranice stáří (Vágnerová et al. 2020). Je možné rozlišovat 3 různé kategorie stáří (Kalvach et al. 2004).

**Chronologické** stáří odpovídá věku člověka v letech a je závislé na plynutí času. Chronologický věk je využíván k předpovědi zdravotních problémů, které jsou v daném věku běžné (Špatenková & Smékalová 2015). Časné stáří je vnímáno od 65 let do 74 let a věk nad 75 let je označován za stáří vlastní (Ordovas & Berciano 2020).

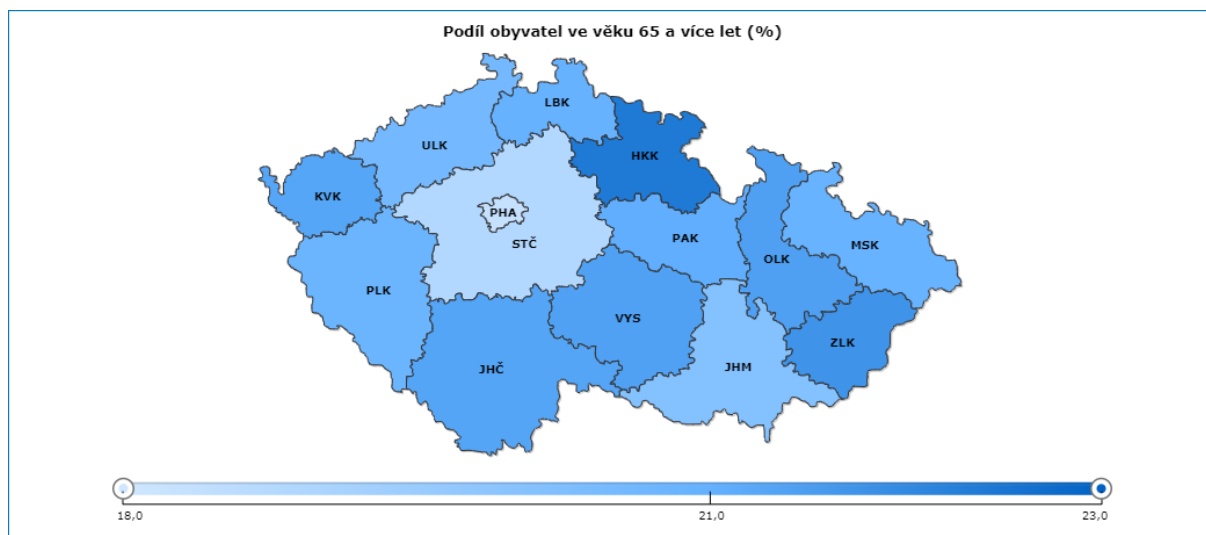
**Biologické** stáří je založeno na změnách v těle člověka, které probíhají během stárnutí. Dva jedinci téhož chronologického věku se mohou výrazně lišit ve věku biologickém. To je způsobeno životním stylem, zvyky a nemocemi (Špatenková & Smékalová 2015).

**Psychologické stáří** je založeno na chování a pocitech člověka. Starší lidé, kteří jsou aktivní, plánují a těší se na budoucnost, jsou považováni za psychologicky mladší (Špatenková & Smékalová 2015).

### 3.1.1 Stárnoucí populace

Podle Světové zdravotnické organizace se procentuální zastoupení lidí nad 60 let ve světové populaci zvýší z 12 % na 22 %. Do roku 2050 naroste počet lidí ve věku 60 let a starších na 2,1 miliardy a počet lidí starších 79 let dosáhne čísla 426 milionů. Tempo, jakým celosvětová populace stárne, je daleko rychlejší než v minulosti. Země po celém světě musí vyřešit otázku sociálního a zdravotního zabezpečení starší populace. Období mezi roky 2021 až 2030 bylo vyhlášeno Valným shromážděním spojených národů jako Dekáda zdravého stárnutí. Dekáda zdravého stárnutí představuje celosvětovou spolupráci mezi vládami, mezinárodními organizacemi, odborníky, veřejnou společností a dalšími. Za cíl si klade zlepšení životů starších lidí a jejich rodin, a to například poskytnutím přístupu ke kvalitní dlouhodobé péči a zajištění primárních zdravotnických služeb (WHO 2022a).

Při sčítání lidu České republiky roku 2021 bylo zjištěno, že obyvatelé ve věku 65 a více let tvoří 20,4 % všech sečtených. Podíl obyvatel ve věku 65 a více let v jednotlivých krajích je možné vidět na Obrázku 1. Oproti předešlému sčítání lidu, které proběhlo v roce 2011, vzrostl průměrný věk obyvatel do roku 2021 o 1,7 let na hodnotu 42,7 let. Průměrný věk žen v České republice byl roku 2021 vyšší o 2,9 let v porovnání s průměrným věkem mužů, který činí 41,2 let (Český statistický úřad 2021).



Obrázek 1 Podíl obyvatel ve věku 65 a více let v jednotlivých krajích (Český statistický úřad 2021)

### 3.2 Fyziologické změny ve stáří

Stárnutí je označováno za nevyhnutelný a multifaktoriální proces, při kterém dochází k progresivní degeneraci orgánových soustav a tkání. Třebaže je stárnutí do značné míry determinováno genetikou, svou roli v tomto procesu mají také environmentální faktory, jako

je okolní prostředí jedince. Změny, které s postupujícím věkem vznikají, je možno rozdělit do následujících 3 skupin: změny v buněčných homeostatických mechanismech (objemy extracelulární tekutiny), změny související s úbytkem hmoty orgánů a třetí důležitá skupina jsou změny, jejichž výsledkem je pokles funkční rezervy tělesných systémů (Nigam et al. 2012).

### **3.2.1 Kostí a klouby**

Úbytek hmoty kostní tkáně s následkem zvýšení rizika vzniku zlomenin je považován za znak stárnutí kostí. Na mechanismy zodpovědné za stárnutí kostí lze nahlížet jako na výsledek kombinací změn, které s přibývajícím věkem probíhají na úrovni buněčné, tkáňové a strukturální (Corrado et. al 2020).

Co se týče remodelace kostí, u starších jedinců byla vyzorovaná nerovnováha mezi kostní resorpcí a stavbou kosti nové ve prospěch resorpce (Corrado et. al 2020). Vzniklý nepoměr vede k úbytku kostní hmoty a je vysvětlován mimo jiné progresivním poklesem počtu, délky života a funkce osteoblastů zodpovědných za syntézu kostní matrix. Jelikož osteoblasty i adipocyty pocházejí z pluripotentních mezenchymálních kmenových buněk, s věkem zvyšující se adipogeneze v kostní dřeni značně omezuje osteoblastogenezi (Dominguez et al. 2011).

Mezi další věkem podmíněné změny kostní tkáně se řadí například demineralizace trabekulární a kortikální kosti, zvýšená porozitost kosti, zmenšení střední tloušťky trámčiny, změna složení kostní matrix, zvýšení obsahu tuku v kostní dřeni, změna v reakcích na různé růstové faktory a hormony. Spolupůsobení takových změn může vést k rozvinutí systémového onemocnění kostí, osteoporóze (Corrado et. al 2020).

### **3.2.2 Svaly**

Apendikulární kosterní svaly jsou brány jako klíčový faktor pro určení fyzické zdatnosti člověka a jeho schopnosti vykonávat pohyb bez větších potíží. Úbytek hmotnosti a síly apendikulárního kosterního svalstva, ke kterému ve stáří dochází, vede ke ztížení výkonu běžných denních činností, zvětšuje riziko pádů a může vést až k invaliditě. O svalovou sílu přichází starší člověk rychleji a ve větší míře než o jeho svalovou hmotu. Stářím zhoršená kvalita a složení svalů se přímo odráží na jejich funkci a způsobuje pokles svalové síly. Mezi faktory negativně ovlivňující kvalitu svalů řadíme mezisvalový tuk, poruchy svalových kontrakcí a neuromuskulární aktivace, atrofii a fibrózu svalových vláken, změny v elektrochemických a biologických procesech (Kołodziej et al. 2021).

### **3.2.3 Renální systém**

Na ledvinách člověka, u kterého se nejeví žádné anatomické nebo močové abnormality, se od 30. roku života projevují přirozené známky stárnutí, které ovlivňují jejich strukturu a funkci. Ledvina přichází každou dekádu let mezi 30. až 80. rokem života o zhruba 10 % své hmoty (Chou & Chen 2021), přičemž ke ztrátám dochází v kortikální oblasti ledviny a dřev zůstává relativně zachovaná (Weinstein & Anderson 2010). Na zhoršení celkové struktury ledvin se podílí snížený počet glomerulů (Chou & Chen 2021). Skleróza glomerulů je

jedním z důvodů omezení plochy pro filtraci a poklesu glomerulární filtrace. Sklerotické glomeruly mohou dosáhnout během stáří hodnoty až 30 % jejich celkového počtu (Weinstein & Anderson 2010). Glomerulární filtrace klesá každý rok v rozmezí 0,40 – 1,02 ml/min (Yoon & Choi 2014).

Mezi přirozeně zhoršené funkce patří například již zmíněný pokles glomerulární filtrace, snížené vylučování albuminu močí, omezený průtok krve ledvinami, zhoršená schopnost koncentrace moči, snížená exkrece draslíku a resorpce sodíku, úbytek produkce oxidu dusnatého (Chou & Chen 2021).

### **3.2.4 Dýchací soustava**

Hrudní koš, ve kterém jsou uloženy plíce, má zásadní vliv na optimální plnění funkcí dýchací soustavy. Stářím ztenčené meziobratlové ploténky vedou k zakřivení hrudní páteře, které zmenší prostor mezi žebry a hrudní koš přichází o svůj původní objem (Lowery et al. 2013). Přední chrupavčité části žebber v oblasti blízko kosti hrudní prochází s přibývajícím věkem kalcifikací a tím se stává hrudní stěna postupně tužší a méně pružná (Knight & Nigam 2017). Úbytek svalové hmoty v bránici, mezižebních a jiných svalech dýchací soustavy se projevuje na celkovém snížení inspirační a expirační síly respiračního svalstva (Lowery et al. 2013). Takové strukturální změny vedou ke ztíženému dýchání a útlumu kašlacího reflexu, což zvyšuje riziko infekcí dýchacích cest (Knight & Nigam 2017).

Dýchací soustava je vybavena důmyslným mechanismem, ciliárním eskalátorem, k odstranění nežádoucích částic a patogenů. Na povrchu bronchiálního stromu se nachází hlen, na kterém ulpí nežádoucí částice a poté je kontaminovaný hlen poháněn řasinkovými buňkami pryč z plic do hltanu a následně přechází do sterilizujícího prostředí žaludku. U starších osob dochází ke zpomalení frekvence pohybu řasinek i k redukcí jejich celkového počtu, což zpomaluje ciliární eskalátor. V důsledku takového zpomalení není kontaminovaný hlen odstraňován potřebnou rychlostí a zvyšuje se riziko infekce (Knight & Nigam 2017).

Senzorické receptory, které kontrolují dýchací cesty, se stávají s věkem méně citlivými. Pokud není kašlací reflex spuštěn, může dojít k poklesu patogenů a dráždivých látek až do hlubokých plicních tkání a způsobit infekci (Knight & Nigam 2017).

### **3.2.5 Kardiovaskulární soustava**

Nejdůležitějšími změnami prochází vaskulární systém během svého stárnutí. Podle několika klinických studií jsou popsány 2 hlavní rysy vaskulárního stárnutí: (1) generalizovaná endoteliální dysfunkce a (2) ztuhlost centrální tepny. Výsledkem endoteliální dysfunkce je snížení vazodilatačních a antitrombotických vlastností endotelu a buněk pokrývajících lumen krevních cév spolu se zvýšením zánětlivých cytokinů, kteří přispívají k trombóze. Tím se obecně zvyšuje riziko kardiovaskulárního onemocnění. Základem pro endoteliální dysfunkci je pokles biologické dostupnosti oxidu dusnatého jakožto hlavního mediátoru vazorelaxace. Takový pokles může být odrazem snížené syntézy nebo vysoké degradace oxidu dusnatého (Poznyak et al. 2022).

Tuhost centrálních tepen, především hrudní aorty, je způsobená ztrátou elastických vláken a hromaděním tužšího kolagenu. Degradace elastinu vyplývá ze zvýšeného působení proteáz s elastinolytickou aktivitou. U staršího srdce dochází ke změnám tvaru, asymetrickému nárůstu mezikomorové přepážky a ztlustění levé komory, které je způsobeno zvětšením kardiomyocytů (Paneni et al. 2017).

### 3.2.6 Gastrointestinální trakt (GIT)

Správná a pravidelná činnost gastrointestinálního traktu je pro lidský organismus z hlediska vstřebávání živin a léků a ochrany organismu před patogeny z vnějšího prostředí nezbytná. I přes velkou rezervní kapacitu byly v trávicí soustavě starší populace nalezeny odchylky ve struktuře a funkcích (Cristina & Lucia 2021). Vliv procesu stárnutí a s tím souvisejících změn na gastrointestinální sekreci znázorňuje Tabulka 1.

Tabulka 1 Vliv stárnutí na gastrointestinální sekreci (Vágnerová et. al 2020)

Hormon	Funkce	Vliv stáří
Gastrin	Sekrece žaludeční kyseliny	Snížení
Ghrelin	Zvýšení příjmu stravy a růstového faktoru	Snížení
Cholecystokinin	Sytost Sekrece žluči Sekrece pankreatických enzymů	Zvýšení
Sekretin	Sekrece pankreatických enzymů Sekrece bikarbonátu	Není známo
Gastroinhibiční peptid	Sekrece inzulínu Snížení vyprazdňování žaludku	Beze změny
Glukagon-like peptid	Sekrece inzulínu Snížení vyprazdňování žaludku	Beze změny
Pankreatický polypeptid	Inhibice pankreatické sekrece	Zvýšení
Somatostatin	Inhibice střevní sekrece, intestinální motility a sekrece peptidových hormonů	Zvýšení
Motilin	Vyprazdňování žaludku Migratorní motorické komplexy	Zvýšení
Insulin	Regulace glukózy	Zvýšení
Amylin	Útlum sekrece inzulínu	Zvýšení oproti střednímu věku
Kalcitoninu příbuzný peptid	Sytost Postprandiální hypotenze	Beze změny či zvýšení

Střevní sliznice je místem největšího imunitního systému v těle (Soenen et al. 2015). Ve sliznici GIT se nachází největší počet lymfocytů a je vybavena řadou obranných mechanismů, jako jsou sekrece alkalického hlenu, bikarbonátových a antimikrobiálních

peptidů, autofagie a těsné epiteliální mezibuněčné spojení. Má význam první obranné linie (Cristina & Lucia 2021). Čelí toxinům, alergenům, mikrobům, virům a jiným škodlivým faktorům vnějšího prostředí. Stárnutím vzniklé defekty obranyschopnosti sliznice (např. ztenčení) a oxidační stres narušují imunitní systém a trávicí soustava, největší oblast kontaktu s patogeny v těle, podléhá virovým a bakteriálním infekcím (Soenen et al. 2016).

### **Dutina ústní**

Dumic et al. (2019) uvádí, že zdraví ústní dutiny může být u starších pacientů narušeno například lokálním traumatem (špatně padnoucí protéza), vedlejšími účinky léků (antiparkinsonika) nebo lokalizovaným benigním onemocněním (aftózní stomatitida). Ve vyšším věku lze pozorovat změny na ztenčené sliznici dutiny ústní, ustupujících dásních nebo úbytku skloviny kousacích ploch zubů (Vágnerová et al. 2020). Během stárnutí se mění kvalita slin a snižuje se jejich sekrece, což vede ke vzniku orálních komplikací, jako je sucho v ústech (xerostomie), poruchy chuti (dysgeuzie nebo ageuzie) nebo syndrom pálení v ústech. Pocit obtíží při žvýkání nebo ztížené zahájení polykání (orofaryngeální dysfagie) je častým problémem starší generace. Může vznikat v důsledku změn působících na neuromuskulární mechanismus, který zodpovídá za koordinaci jazyka, hltanu a horního jícnového svěrače (Dumic et al. 2019).

Ústní dutina člověka je přirozeně osídlena různými mikrobiálními taxony, jejichž složení se s postupujícím věkem mění. Růst, funkce a celková adaptabilita jednotlivých taxonů závisí například na dostupnosti živin, fyzikálně-chemických dějích, imunitním stavu a věku člověka. Nošení zubní náhrady, užívání léků či zhoršený zdravotní stav přispívají u starších lidí k rozvoji kvasinek, stafylokoků a laktobacilů v dutině ústní a slinách. Orální kandidóza, běžně se vyskytující infekce u starších osob, vzniká především při malnutrici, nedostatku stopových prvků nebo sníženém toku slin, což napomáhá k rozvoji kolonizace druhem *Candida albicans* (Belibasakis 2018).

### **Jícen**

U starších pacientů byly odhaleny jemné odchylky tlaku a relaxace dolního jícnového svěrače. Původ těchto odchylek se odkazuje na ztrátu střevních neuronů, která souvisí s vyšším věkem pacienta (Dumic et al. 2019). Po distenzi jícnu je sekundární peristaltika u starší populace evokována méně často nebo chybí úplně. Rovněž se může snížit tlak horního jícnového svěrače, což následně povede k opoždění relaxace po deglutaci (Dharmarajan et al. 2012). Presbyesophagus je termín pocházející z roku 1964 a byl určen odborníky k popisu změn jícnu během stárnutí. S vývojem vědy a techniky tento termín ztrácí svůj původní význam, neboť současný názor je takový, že funkce jícnu jsou relativně dobře zachovány i ve vyšším věku a obtíže jícnu u starší populace vznikají z větší části v souvislosti s jiným onemocněním (Dumic et al. 2019).

### **Enterický neuromuskulární systém**

Motorické funkce trávicí soustavy včetně požívání, zpracování, vstřebávání živin a likvidace odpadu jsou řízeny enterickým neuromuskulárním systémem. Jedná se o tkáňový

komplex obsahující hladké svaly, excitační a inhibiční enterické neurony, glie, intersticiální buňky (např. intersticiální buňky Cajalu), telocyty (Nguyen et al. 2022).

Stárnutím vznikají změny v počtu, velikosti a morfologii těchto buněk a způsobují odchýlení motorických funkcí GIT od normálu. Při enterickém neuromuskulárním stárnutí dochází k rozdílnému poklesu neuronů mezi horní a dolní oblastí trávicího traktu. Úbytek excitačních neuronů s věkem byl zaregistrován ve větším rozsahu v dolním trávicím traktu oproti poklesu enterických neuronů v žaludku. Příčina rozdílného poklesu neuronů mezi horním a dolním trávicím traktem je stále předmětem zkoumání a je zapotřebí dalších výzkumů. Také vliv stárnutí na kmenové buňky v enterickém neuromuskulárním systému zůstává v současné době zcela nejasný a jeho objasnění pravděpodobně povede k pochopení motorických dysfunkcí GIT souvisejících s věkem. Motorické dysfunkce gastrointestinálního traktu (reflux jícnu, fekální inkontinence, syndrom dráždivého tračníku, ...) mohou podporovat časnou sytost, ztrátu chuti k jídlu a přispívat k rozvoji podvýživy, imunosuprese, křehkosti a celkovému snížení kvality života (Nguyen et al. 2022).

### **Žaludek**

Tekutá a pevná strava jsou z žaludku vyprázdněny odlišnou rychlostí. Rychlost závisí na objemu jídla, typu vlákniny, kalorickém obsahu, poměru tekutých a pevných složek v pokrmu a na jeho celkovém složení. Vliv věku na rychlost vyprazdňování žaludku není v současné době zcela objasněný. V literatuře jsou uveřejněny rozdílné a často konfliktní informace. Příčina rozdílných výsledků studií spočívá v odlišném zdravotním stavu starší populace a variabilitě měření (Rémond et al. 2015). Podle Soenen et al. (2015) v průběhu zdravého stárnutí mírně poklesne rychlost vyprazdňování tekuté i pevné stravy z žaludku, ale hodnoty obecně zůstávají v rozmezí jako u mladší populace tj. 1-4 kcal/min. Dumic et al. (2019) uvádí, že za sníženou motilitou ve stáří nejpravděpodobněji stojí úbytek cholinergních enterálních neuronů. Z chorob, které se často vyskytují u starší populace, má největší vliv na vyprazdňování žaludku Parkinsonova choroba a diabetes mellitus (Dumic et al. 2019).

Dopad stárnutí na žaludek je zřetelný na zhoršeném prokrvení sliznice žaludku, snížené aktivitě vnitřního epitelu, omezené schopnosti regenerace buněk a jejich sníženém počtu. Takové změny způsobují omezenou sekreci žaludeční kyseliny, což usnadní růst bakteriím (např. *Helicobacter pylori*) a sníží biologickou dostupnost několika minerálů (Ca, Fe) a vitaminů (Gille 2010). I přes sníženou sekreci žaludeční kyseliny si dokáže většina zdravých seniorů udržet prostředí žaludku dostatečně kyselé, protože počet krycích buněk v žaludku se výrazně nemění (Vágnerová et al. 2020). Žaludeční sliznice starších osob přichází vlivem strukturálních a funkčních změn o svou odolnost a stává se náchylnější k poraněním, která vznikají působením různých látek jako jsou etanol, aspirin a další nesteroidní protizánětlivá léčiva (Soenen et al. 2016).

### **Tenké střevo**

Hormonální sekrece a absorpční funkce tenkého střeva stárnutím nijak významně nevybočují od normálu ve srovnání s mladší populací (Dumic et al. 2019), přičemž



pozorovatelné změny v intestinální absorpci jsou pouze minimální (viz Tabulka 2) (Vágnerová et al. 2020). Taktéž motilita tenkého střeva není vyšším věkem výrazně ovlivněna a vzniklé změny jsou za předpokladu absence souběžného onemocnění klinicky nevýznamné (Dumic et al. 2019). Nicméně zvyšující se chronologický věk lze pozorovat na snížení počtu Brunnerových žláz v duodenu, které produkují alkalický sekret a tím neutralizují kyselinu pocházející ze žaludku. To může narušit vytváření příznivých podmínek pH pro působení enzymů z pankreatické šťávy (Soenen et al. 2016).

Střevní mikrobiom má pro lidské tělo podstatný význam z hlediska imunitní funkce, syntézy některých esenciálních vitaminů a aminokyselin, vstřebávání a metabolismu živin. Střevní mikrobiom výrazně zlepšuje metabolické schopnosti svého hostitele, a to hydrolytickým štěpením komplexních rostlinných sacharidů a produkcí mastných kyselin s krátkým řetězcem (Biagi et al. 2011). Nedávné studie poukázaly na věkem podmíněné změny střevního mikrobiomu a uvedly do souvislosti rozmanitost střevního mikrobiomu a vliv na dlouhověkost a zdravé stárnutí (Leite et al. 2021).

Bylo odhaleno, že diverzita mikrobiomu tenkého střeva se s vyšším věkem snižuje. Taktéž studie prováděné na vzorcích stolice získaných od starších subjektů zaznamenaly ztrátu rozmanitosti mikrobiálních populací. Za další významné změny ve složení střevního mikrobiomu starších lidí vědci považují na základě provedených studií snížení prevalence a druhové diverzity bifidobakterií a *Bacteroidetes* (Power et al. 2013). Pokles diverzity mikrobiomu nezávisí pouze na chronologickém věku starších subjektů, ale souvisí s celkovým procesem stárnutí, který zahrnuje užívání léků a jiná doprovodná onemocnění (Leite et al. 2021).

Tabulka 2 Změny v intestinální absorpci živin ve stáří (Vágnerová et al. 2020)

<b>Snížená</b>	<b>Beze změny</b>	<b>Zvýšená</b>
Sacharidy	Vitamin B <sub>1</sub>	Cholesterol
Proteiny	Vitamin B <sub>2</sub>	Vitamin A
Triglyceridy	Vitamin B <sub>3</sub>	Vitamin C
Kyselina listová	Vitamin K	
Vitamin B <sub>12</sub>	Zinek	
Vitamin D	Hořčík	
Vápník	Železo	

### **Tlusté střevo**

I když počet seniorů trpící zácpou přibývá, účinky procesu stárnutí na motilitu tlustého střeva nejsou zcela objasněné. Výsledky některých studií uváděly prodloužení doby průchodu tlustým střechem v souvislost se stárnutím, zatímco jiné žádný nárůst doby průchodu nepozorovaly (Bitar et al. 2011). Na základě protichůdných výsledků odborníci vyvodili závěr, že zácpa není fyziologickým jevem spojeným se stárnutím. U většiny zdravých subjektů je zachována normální funkce střev i s postupujícím věkem a případné poruchy motility v důsledku věku mohou být vysvětleny změnami ve střevním nervovém systému nebo

změnami v hladkém svalstvu střeva (Dumic et al. 2019). Čas střevního tranzitu může být mimo jiné prodloužen také sníženým příjmem vlákniny, tekutin nebo omezenou fyzickou aktivitou (Vágnerová et al. 2020).

### **Změna složení těla**

Proces stárnutí je spojen s nárůstem celkové tělesné tukové hmoty a poklesem netukové složky lidského těla (Ponti et al. 2020). Příčinou zvýšeného podílu tukové hmoty může být snížená fyzická aktivita, snížená sekrece růstového hormonu, snížená sekrece pohlavních hormonů a pokles bazálního metabolismu (Ahmed & Haboubi 2010). Ve středním věku jedince a následně po něm se tuková složka lidského těla redistribuuje ze subkutánních tukových zásob do intraabdominálních (Camina et al. 2018). Především u mužů během stárnutí znatelně narůstá obsah viscerálního tuku, zatímco u žen dochází ke změnám v preperitoneálním obvodu. Dalším znakem změn ve složení lidského těla souvisejících s věkem je infiltrace tukové složky do netukových tkání. Akumulace tukové infiltrace v orgánech (např. játra a svaly), snížení podkožního tuku a nárůst tuku v trupu jsou považovány za rizikové faktory pro hlavní onemocnění spojené se stárnutím (diabetes mellitus 2. typu, kardiovaskulární onemocnění, osteoporóza) (Ponti et al. 2020).

Celkový pokles netukové složky je připisován úbytku kosterního svalstva a snížené hustotě kostí (Camina et al. 2018). Z dříve provedených studií byl vyhodnocen relativní roční úbytek hmoty kosterního svalstva u mužů v rozmezí 0,64 až 1,29 % a u žen 0,53 až 0,84 %. Nárůst tělesného tuku a snížení hmoty svalstva vystavuje starší jedince zvýšenému riziku rozvoje sarkopenické obezity, která se vyznačuje nadměrnou tělesnou adipozitou a sníženou svalovou hmotou a/nebo silou (Ponti et al. 2020). Zhruba v páté dekádě lidského života začíná pokles minerální hustoty kostí, a to spolu se zvýšenou kostní resorpcí vede k úbytku kostní hmoty. V průběhu 5-7 let po menopauze ženy přicházejí až o 20 % kostní hmoty. V následujících letech úbytek pokračuje rychlostí 0,5-1 % ročně (JafariNasabian et al. 2017).

Fyziologické procesy, které doprovázejí stárnutí, jsou spojené se změnami metabolismu vody a sodíkové rovnováhy, což má za následek změny osmolality plasmy a objemů tělesných tekutin. Stárnutím člověk obvykle přichází o 5 až 10 % celkové tělesné vody a objem plazmy v poměru k tělesné hmotnosti a povrchu těla může vlivem zvyšujícího se věku poklesnout až o 21 % (Cowen et al. 2013).

## **3.3 Výživa ve stáří**

### **3.3.1 Energie**

Všechny biologické procesy v lidském těle vyžadují energii, která je tělu dodávána ve formě sacharidů, tuků a bílkovin. Starší populace je velice heterogenní skupinou z hlediska energetické potřeby, která je ovlivněna výživovým stavem jedince, tělesnou činností, složením těla, stupněm invalidity a celkovým zdravotním stavem. I když není prokázáno, zda vlivem stáří dochází ke snížení energetické spotřeby jednotlivých orgánů, v důsledku snížené tělesné aktivity a úbytku beztukové tělesné hmoty, zejména svaloviny, se energetická spotřeba

u starších jedinců snižuje (Společnost pro výživu 2019). S poklesem energetického příjmu je však nutné brát zřetel na koncentraci jednotlivých živin v potravinách (Grochowicz et al. 2021). Na Obrázku 2 lze vidět porovnání potravinové pyramidy upravené pro populaci starší 70 let ku původní potravinové pyramidě nezohledňující jednotlivé věkové kategorie.



Obrázek 2 Srovnání potravinových pyramid pro dvě odlišné věkové kategorie, upraveno dle Singh et al. (2018)

### 3.3.2 Makronutrienty

#### 3.3.2.1 Proteiny

Bílkoviny neboli proteiny jsou nejzákladnější složkou tkání lidí i zvířat. Aminokyseliny, ze kterých je bílkovina tvořena, dodávají tělu dusík, uhlovodíkové skelety, síru a tím se stávají pro tělo nenahraditelnými. Aminokyseliny jsou dále nezbytnými prekurzory pro syntézu proteinů, peptidů a nízkomolekulárních látek (např. glutathion, kreatin, serotonin, dopamin), které disponují obrovským fyziologickým významem. Je tedy možné tvrdit, že aminokyseliny představují nezbytnou složku výživy pro zdraví, růst, vývoj, reprodukci, laktaci a celkové přežití organismů (Wu 2016).

Protein je jedinou makroživinou, která postrádá neaktivní sloučeninu sloužící jako rezervoár. Kontraktilní proteiny kosterního svalstva představují největší rezervu proteinů v těle a v případě půstu nebo stresu mohou být využity k rychlému dodání aminokyselin do celého organismu. Při nedostatečném příjmu bílkovin může docházet až k atrofii kosterního svalstva a funkčnímu poklesu, a proto je důležité dbát na příjem optimálního množství bílkovin u staršího jedince (Deer & Volpi 2015). Mezi nejčastější příčiny nedostatečného příjmu bílkovin u starší populace patří například ztráta chuti k jídlu, gastrointestinální potíže, snížený energetický příjem, změny v preferenci jídel, anabolická rezistence, zánětlivá onemocnění a nedostatečný příjem vitaminů skupiny B a zinku, což může ovlivnit biologickou dostupnost bílkovin (Nowson & O'Connell 2015).

Doporučená výživová dávka (angl.: Recommended Dietary Allowance, RDA) konkrétní živiny je nastavena tak, aby se zabránilo jejímu nedostatku u většiny populace. V současné době byla RDA pro bílkoviny nastavena na 0,8 g bílkovin na kg tělesné hmotnosti na den pro všechny dospělé (Deer & Volpi 2015). Evropská společnost pro klinickou výživu a metabolismus (ESPEN) uvádí jako jedno ze svých doporučení týkajících se výživy starší populace, že příjem bílkovin u starších osob by měl být alespoň 1 g bílkovin/kg tělesné hmotnosti na den. Avšak pro optimální zachování tělesné hmotnosti, funkcí a zdraví by měl starší jedinec přijmout ve své stravě 1,0 až 1,2 g bílkovin/kg tělesné hmotnosti na den. Ideální množství bílkovin by mělo být upraveno individuálně s ohledem na nutriční stav, úroveň fyzické aktivity a zdravotní stav jedince. Vyšší denní příjem bílkovin (tj. 1,2–2,0 g bílkovin na kg hmotnosti a den) byl navržen pro starší osoby v případě těžkého onemocnění, úrazu a podvýživy (Volkert et al. 2019).

Při výběru zdrojů bílkovin ve stravě je důležité brát v úvahu také celkový energetický příjem z důvodu poklesu bazálního metabolismu a rizika rozvoje obezity (Baum et al. 2016). Bílkoviny živočišného původu obsahují vyšší množství a vyváženější poměry aminokyselin oproti bílkovinám pocházejících ze zdrojů rostlinných (např. brambory, fazole, kukuřice, ořechy, rýže, ...) (Wu 2016). Ke splnění příjmu doporučených dávek esenciálních aminokyselin je zapotřebí u rostlinných zdrojů většího množství a s tím souvisejícího vyššího kalorického příjmu, než je potřeba u zdrojů živočišných (Baum et al. 2016). Důležitým faktem také je, že maso představuje pro lidské tělo zdroj taurinu (ochrana očí, srdce, kosterního svalstva před degenerací) a karnosinu (podpora neurologických a svalových funkcí), zatímco rostliny taurin ani karnosin neobsahují. Kromě toho několik důkazů ukazuje, že bílkoviny živočišného původu jsou v lidském gastrointestinálním traktu vysoce stravitelné a mají pro udržení hmoty kosterního svalstva větší nutriční hodnotu než bílkoviny rostlinného původu. V ideální stravě by pak měly být zastoupeny potraviny živočišného i rostlinného původu ve vhodných množstvích a poměrech, aby byl zabezpečen dostatečný příjem bílkovin a optimální množství vlákniny (Wu 2016).

Mnoho metabolických studií prokázalo, že využití aminokyselin pro syntézu svalových bílkovin (MPS) je u zdravých starších jedinců v porovnání s mladšími jedinci oslabeno nebo narušeno. Jedná se o anabolickou rezistenci, kterou lze překonat zvýšeným příjmem bílkovin/aminokyselin. V posledních letech četné studie ukázaly, že pro maximální stimulaci syntézy svalových bílkovin je u starších jedinců potřeba 25-30 g bílkovin v pokrmu. (Deer & Volpi 2015) Jiné publikace uvádí až 35 g bílkovin v pokrmu nebo 0,40 g bílkovin na kg hmotnosti v pokrmu pro dosažení maximální anabolické odezvy u starší populace (Baum et al. 2016). Avšak závěry získané z jednotlivých studií se různí, a zatímco některé studie zastávají tvrzení, že pro maximální stimulaci MPS a udržení svalové hmoty u starších jedinců je důležité brát ohled jak na celkový denní příjem bílkovin, tak i na vzorce jejich příjmu, jiné studie takový názor nesdílejí. Získaná data z těchto studií nepodporují stanovení účinné dávky bílkovin pro maximální anabolickou odpověď, ale spíše naznačují důležitost lineárního vztahu mezi množstvím přijatých bílkovin a anabolickou odpovědí. Pro stanovení konečných závěrů

bude v budoucnu zapotřebí provést další výzkumy zaměřené na vliv množství a distribuce bílkovin ve stravě na maximální stimulaci MPS u starších jedinců (Nowson & O'Connell 2015).

### 3.3.2.2 Sacharidy

Pojem sacharidy představuje ve stravě různorodou skupinu látek s celou řadou chemických, fyzikálních a fyziologických vlastností. Sacharidy je možné rozdělit do dvou hlavních skupin, a to na jednoduché a složené. Jednoduché sacharidy zahrnují monosacharidy (glukóza, fruktóza, galaktóza) složené z jedné cukerné jednotky a disacharidy (laktóza, maltóza, sacharóza) složené ze dvou cukerných jednotek. Komplexní sacharidy se na rozdíl od těch jednoduchých skládají z většího množství cukerných jednotek a řadíme sem například škrob, glykogen či vlákninu (Clemente-Suárez et al. 2022).

Optimální metabolismus glukózy je nezbytný pro normální fyziologické funkce, avšak s přibývajícím věkem někteří jedinci přicházejí o svou schopnost regulovat hladinu glukózy v krvi (Chia et al. 2018). Celotělová glukózová homeostáza je komplexní rovnováha produkce glukózy a jejího využití buňkami tkání. Inzulin produkovaný  $\beta$ -buňkami je hlavním hormonem při regulaci této homeostázy, přičemž primárním stimulem jeho sekrece je vedle ostatních stimulů (hormony, léky, neurotransmitery, živiny) cirkulující glukóza. Stárnutí je často doprovázeno výrazným poklesem glukózou stimulované sekrece inzulinu, což následně vede k narušení homeostázy glukózy a k rozvoji onemocnění diabetes mellitus a vzniku glukózové intolerance (Gong & Muzumdar 2012).

Předpokládá se, že za snížení sekrece inzulinu u starších jedinců je zodpovědná řada faktorů, mezi které patří snížená citlivost  $\beta$ -buněk, zvýšený oxidační stres, hormonální změny, zvýšené ukládání tukové hmoty v břišní oblasti (Kalyani & Egan 2013) a již zmíněný pokles glukózou stimulované sekrece inzulinu (Gong & Muzumdar 2012).

Hmota  $\beta$ -buněk pankreatu je regulována prostřednictvím rovnováhy mezi buněčnou proliferací a apoptózou. V současné době bylo prokázáno, že zvyšující se věk jedince vede ke snížené proliferativní aktivitě a zvýšené citlivosti  $\beta$ -buněk na glukózou indukovanou apoptózu. Na zvýšené apoptóze  $\beta$ -buněk se dále podílí amyloidní plaky, které vznikají vlivem zvýšené sekrece amylinu a jeho následné agregace. Zvýšená apoptóza  $\beta$ -buněk se odráží na sníženém objemu ostrůvků a hmoty  $\beta$ -buněk. Souhrnně lze říci, že věkem vzniklé defekty hmoty/funkce  $\beta$ -buněk přispívají k poruchám sekrece inzulinu u starší populace (Gong & Muzumdar 2012).

Metabolismus fruktózy se liší od metabolismu glukózy a sacharózy, a to může vést k jistým negativním dopadům na zdraví staršího jedince. Ve srovnání s metabolismem glukózy, kde citrát inhibuje enzym fosfofruktokinázu a dochází k útlumu katabolismu glukózy, katabolismus fruktózy probíhá bez zpětné regulace. V případě nadměrného příjmu fruktózy dochází k nárůstu meziproductů, včetně acetylkoenzymu A, který má význam pro lipogenezi a syntézu triglyceridů (Griel et al. 2006).

Doporučené hodnoty příjmu sacharidů u starší populace by měly zohlednit jak energetickou potřebu staršího jedince, tak i potřebu a zastoupení ostatních makroživin ve stravě (Stránský 2015). Sacharidy mají společně s tuky zásadní význam pro splnění energetické

potřeby staršího jedince. Podíl sacharidů by měl pokrývat v plnohodnotné smíšené stravě u starší populace více než 50 % celkového energetického příjmu, přičemž je nutné dávat přednost potravinám bohatým na škrob a vlákninu, které obsahují mimo jiné i esenciální živiny a sekundární rostlinné látky (Společnost pro výživu 2019). Naopak je třeba zamezit vysokému příjmu potravin ve formě izolovaných sacharidů, především monosacharidů a disacharidů, rafinovaných nebo modifikovaných škrobů a sirupů, jelikož takové potraviny zpravidla neobsahují žádné esenciální živiny. Doporučená hodnota více než 50 % se opírá o důkazy epidemiologických studií, podle nichž procentuální zastoupení sacharidů nižší než 50 % celkového energetického příjmu a vyšší příjem (nasyčených) mastných kyselin zvyšuje riziko vzniku obezity, rozvoje kardiovaskulárních chorob a jiných onemocnění (Stránský 2015).

Jedna z možných definic vlákniny uvádí, že se vláknina skládá z uhlovodíkových polymerů s minimálně třemi monomerními jednotkami, které nejsou tráveny ani absorbovány v tenkém střevě a zahrnují (Khorasaniha et al. 2023): (1) neškrobové polysacharidy ovoce, zeleniny, obilovin a hlíz, (2) rezistentní oligosacharidy, (3) rezistentní škrob. Aby bylo možné považovat uhlovodíkové polymery za vlákninu, musí být prokázán jejich prospěšný účinek na lidské zdraví obecně uznávanými vědeckými poznatky. U většiny definic jsou do pojmu vláknina také zahrnuty přidružené látky, hlavně lignin (Stephen et al. 2017). Vlákninu je možné rozdělit na rozpustnou a nerozpustnou. Nerozpustná vláknina (např. celulóza, hemicelulóza, lignin) prochází trávicím traktem v téměř nezměněném stavu, zatímco rozpustná vláknina (např. pektin,  $\beta$ -glukany, fruktany, některé hemicelulózy), může být částečně nebo úplně fermentována střevními bakteriemi tlustého střeva za vzniku mastných kyselin s krátkým řetězcem (Soliman 2019). Mastné kyseliny s krátkým řetězcem snižují pH v tlustém střevě, mají význam živiny pro sliznici střeva a v případě jejich vstřebání slouží jako vedlejší zdroj energie (8,4 KJ na 1 g vlákniny) (Společnost pro výživu 2019). Četné množství důkazů prokázalo, že mezi prospěšné účinky vlákniny na lidské zdraví se řadí mimo jiné i snížení rizika pro řadu onemocnění, včetně kardiovaskulárních onemocnění, zánětlivých onemocnění střev, obezity, nádorových onemocnění a diabetu mellitu, jejichž prevalence u starší populace narůstá (Khorasaniha et al. 2023). Nerozpustná vláknina je schopná vázat toxiny, mutageny a karcinogeny, čímž zabraňuje jejich vstřebávání a chrání tělo před škodlivým působením těchto látek. Za další zdravotní přínosy vlákniny pro lidské tělo se považuje prodloužení doby pocitu sytosti a podpora peristaltiky střev (Soliman 2019). Při výběru potravin bohatých na vlákninu je důležité brát ohled na rozdílné účinky jednotlivých složek vlákniny. Mezi zdroje vlákniny by měly být zařazeny jak celozrnné produkty, tak i ovoce, zelenina a brambory (Společnost pro výživu 2019). Minimální doporučená hodnota příjmu vlákniny je u seniorů 30 g/den, respektive 12,5 g/1000 kcal. Pokud je energetický příjem jedince nižší, než je normativ odpovídající věku, musí dojít k navýšení poměru vlákniny k energetickému příjmu (Stránský 2015). I přes prokázané pozitivní účinky vlákniny na lidské tělo je příjem této cenné složky lidské stravy u většiny populace až o polovinu nižší, než je její minimální doporučené množství (Soliman 2019). Pozorovaný nižší příjem u starší populace souvisí zejména se zhoršenou funkcí žvýkacích svalů a jinými obtížemi dutiny ústní, které jsou u starších jedinců typické (Donini et al. 2009).

### 3.3.2.3 Tuky

Tuky představují pro člověka významný zdroj energie, neboť jejich energetická hodnota, tj. 37 KJ/g (9 kcal/g), je více než dvojnásobná v porovnání s energetickými hodnotami bílkovin a sacharidů (Společnost pro výživu 2019). Z tohoto důvodu je třeba u starších jedinců dbát na případný snížený energetický příjem a uzpůsobit mu podíl tuků ve stravě, který by neměl přesáhnout 30 % celkového energetického příjmu. U fyzicky aktivních starších osob může být podíl tuku ve stravě vyšší, ale neměl by přesahovat 35 % celkového energetického příjmu (Stránský 2015).

Tuky jsou v potravinách rovněž nositeli vitaminů rozpustných v tucích, chuťových a aromatických látek. Za velmi důležitou složku tuků v potravě se považují mastné kyseliny, které mohou být nasycené, mononenasycené a polynenasycené. (Společnost pro výživu 2019). Ke klasifikaci mastných kyselin se také využívá délka uhlíkového řetězce, kdy se rozlišují mastné kyseliny s krátkým, se středně dlouhým nebo dlouhým řetězcem (Agregán et al. 2022).

Nasycené mastné kyseliny (SFA) mají v lidském těle specifické funkce, např. mnoho fosfolipidů buněčných membrán obsahuje významné podíly kyseliny palmitové a stearové a některé SFA s delším řetězcem se vyskytují u fosfolipidů membrán nervových buněk (Calder 2015). Jelikož je lidské tělo schopné syntetizovat a ukládat SFA ze sacharidů, je dle odborníků důležité vyvarovat se jejich nadměrné konzumaci. Různé studie uvádějí v souvislost konzumaci SFA se zvýšenou koncentrací cholesterolu v plasmě a rizikem kardiovaskulárního onemocnění (KVO). Co se týče doporučeného příjmu SFA, je důležitější věnovat pozornost hladinám LDL částic než hladinám celkového cholesterolu. Účinek na tyto nízkodenzitní lipoproteiny se u jednotlivých typů SFA různí. Bylo zjištěno, že čím delší je uhlovodíkový řetězec, tím je nižší nárůst LDL cholesterolu v krvi a naopak. Konzumace kyselin s velmi dlouhým řetězcem (kyselina arachidová, kyselina behenová, kyselina lignocerová) byla v několika studiích spojena s nižším rizikem srdečního selhání. Na druhou stranu vysoký příjem SFA je spojen se zánětlivými procesy v mozku. SFA, jako je kyselina palmitová, indukují aktivaci receptorů mikroglií v hypotalamické oblasti a tím dochází ke stimulaci uvolňování cytokinů, což následně ovlivňuje normální funkci hipokampu, oblasti paměti, depresivní stav a oblasti zapojené do učení (Agregán et al. 2022). Pro starší populaci platí stejná doporučení týkající se příjmu SFA jako u mladších dospělých tzn. 7–10% podíl SFA z celkového energetického příjmu (Stránský 2015). SFA se převážně vyskytují v produktech živočišného původu, jako jsou máslo, mléko a maso (Agregán et al. 2022).

K udržení optimálního zdravotního stavu je nezbytné podle výsledků mnohých klinických studií přijímat ve stravě mononenasycené mastné kyseliny (MUFA) (Agregán et al. 2022). Doporučený příjem MUFA je stanovený i pro starší jedince jako 10–15 % celkového energetického příjmu (Stránský 2015). Americká kardiologická asociace doporučuje maximální příjem MUFA až ve výši 20 % celkového energetického příjmu. Tato doporučení se odrážejí od studií, které potvrdily pozitivní účinek příjmu MUFA na snížení rizika KVO. V takovém ohledu bylo prokázáno, že strava bohatá na MUFA zvyšuje HDL cholesterol více než strava bohatá na sacharidy či polynenasycené mastné kyseliny (PUFA). Významná role vysokodenzitního

lipoproteinu spočívá v transportu přebytečného cholesterolu z periferie těla do jater (Agregán et al. 2022). Kyselina olejová je nejrozšířenější cis-MUFA v lidské stravě, přičemž olivový olej je jejím významným zdrojem (Calder 2015). Dobrým zdrojem kyseliny olejové může být mimo olivového oleje také olej řepkový, slunečnicový, kokosový nebo olej z vlašských ořechů. Mezi příznivé účinky kyseliny olejové na zdraví staršího jedince se například řadí: potenciální ochrana před poškozením myokardu, zlepšení mitochondriální dysfunkce vyvolané adrenalinem, snížená produkce prozánětlivých cytokinů, podpora sekrece inzulinu, snížení LDL cholesterolu, prevence diabetické retinopatie a mnoho dalších (Agregán et al. 2022).

Zatímco nasycené mastné kyseliny neobsahují žádné dvojně vazby, polynenasycené mastné kyseliny (PUFA) obsahují ve své struktuře dvě a více dvojných vazeb. V rámci PUFA je možné rozlišit skupiny  $\omega-3$  (n-3) a  $\omega-6$  (n-6) polynenasycených mastných kyselin, a to dle umístění poslední dvojně vazby vzhledem k terminálnímu methylovému konci molekuly (Patterson et al. 2012). Polyenové kyseliny linolová (18:2, n-6) a  $\alpha$ -linolenová (18:3, n-3) s cis-konfigurací a určitou polohou dvojných vazeb jsou považovány za esenciální mastné kyseliny, neboť je lidský organismus potřebuje, ale nedokáže si je vytvořit sám (Patterson et al. 2012). Pro PUFA je doporučeno nepřesáhnout horní hranici 10 % celkového energetického příjmu, a to platí pro všechny věkové skupiny (Společnost pro výživu 2019).

$\omega-3$  PUFA jsou heterogenní skupinou mastných kyselin (Agregán et al. 2022), do které se řadí kyselina  $\alpha$ -linolenová a její deriváty s dlouhým řetězcem, zejména kyselina eikosapentaenová (EPA) a kyselina dokosahexaenová (DHA) (Společnost pro výživu 2019). Zájem o tyto mastné kyseliny v posledních letech významně vzrostl, jelikož byly potvrzeny jejich pozitivní účinky v prevenci řady onemocnění (Agregán et al. 2022). Stále více důkazů potvrzuje, že nedostatek  $\omega-3$  polynenasycených mastných kyselin s dlouhým řetězcem (LCPUFA) je spojený s poklesem kognitivních funkcí a rizikem rozvoje Alzheimerovy choroby. Právě pokles kognitivních funkcí se stal rostoucím problémem stárnoucí populace. DHA je hlavní mastnou kyselinou v membránových fosfolipidech v šedé hmotě mozku a tvoří zhruba 25 % celkových mastných kyselin v lidské mozkové kůře a 50 % všech PUFA v centrálním nervovém systému. Hladiny DHA v mozku se snižují s přibývajícím věkem a jsou nízké zvláště u osob trpící Alzheimerovou chorobou. Výzkumy poukazují na souvislost mezi vyšším příjmem DHA v potravě a možným snížením rizika rozvoje demence a Alzheimerovy choroby. Bylo prokázáno, že suplementace  $\omega-3$  LCPUFA s cílem zpomalit pokles kognitivních funkcí byla nejúčinnější u starších osob, kdy se kognitivní pokles nacházel v raných stádiích. Avšak má smysl zahájit suplementaci už u starších jedinců se subjektivním pocitem kognitivního poklesu. Současná tvrzení podporují také názor o pozitivním účinku  $\omega-3$  PUFA na svalovou hmotu, což je důležité zejména pro starší populaci z hlediska rizika rozvoje sarkopenie a sarkopenické obezity (Troesch et al. 2020).  $\omega-3$  PUFA zvyšují rychlost syntézy svalových bílkovin u starších osob a zároveň potlačují katabolismus svalových proteinů (Huang et al. 2020). Důležitou roli tu hraje především jejich začlenění do membránových fosfolipidů sarkolemy a intracelulárních organel a jejich protizánětlivé účinky jako prevence úbytku svalů spojovaného s prozánětlivými cytokiny. Jedna ze studií uvádí pozitivní výsledky na rychlost chůze u žen ve věku starších 65 let, u nichž probíhala suplementace 720 mg/den EPA a 40 mg/den DHA po dobu 6 měsíců.



Prozatím ovšem není znám optimální poměr mezi DHA a EPA a může se lišit dle aktuálních potřeb jedince (Troesch et al. 2020). Kyselina  $\alpha$ -linolenová je přijímaná v největším množství v listové zelenině, vlašských ořechách, sójových bobech, semenech a rostlinných olejích. Dobrým zdrojem EPA a DHA jsou tučné ryby, jako je losos a doplňky stravy s rybím olejem (Martyniak et al. 2021). Při nedostatku  $\omega$ -3 mastných kyselin může dojít k poruchám vidění, třesu nebo svalové slabosti (Společnost pro výživu 2019).

Kromě  $\omega$ -3 PUFA potřebuje organismus také  $\omega$ -6 PUFA. Do skupiny  $\omega$ -6 PUFA je řazena esenciální kyselina linolová a z ní vznikající mastné kyseliny s dlouhým řetězcem, jako je kyselina arachidonová (Společnost pro výživu 2019). Kyselina arachidonová je hlavním prekurzorem řady bioaktivních metabolitů zvaných eikosanoidy, které se podílejí na regulaci velkého množství fyziologických procesů. Mezi eikosanoidy patří například prostaglandiny, leukotrien B<sub>4</sub>, tromboxan A<sub>2</sub> (agregace trombocytů) a prostacyklin I<sub>2</sub> (inhibice trombocytů) (Sanders 2016). Eikosanoidy, které jsou tvořené z kyseliny arachidonové a z kyseliny eikosapentaenové, zasahují do funkcí hladkého svalstva, monocytů, trombocytů a stejně tak ovlivňují i imunitní a zánětlivé reakce (Společnost pro výživu 2019). Ukázalo se, že leukotrien B<sub>4</sub> zvyšuje tvorbu osteoklastů, podporuje jejich aktivaci a tím je považován za silný stimulant resorpce kostí. Leukotrien B<sub>4</sub> je produkován ve vyšším množství při zánětlivých stavech a jeho nadměrná produkce je spojena s rozvojem úbytku kostí a s případným vznikem osteoporózy u starších jedinců (Martyniak et al. 2021). Nicméně celkový nedostatek  $\omega$ -6 mastných kyselin se může projevit rozvojem ekzému, steatózy jater, anemií, náchylností k infekcím a poruchami hojení ran (Společnost pro výživu 2019). Vejce, mléko, hovězí a drůbeží maso patří mezi dobré zdroje kyseliny arachidonové (Martyniak et al. 2021).

### **3.3.3 Vybrané Mikronutrienty**

#### **3.3.3.1 Vitamin D**

Vitamin D je řazen mezi skupinu vitaminů rozpustných v tucích (Pludowski et al. 2018). Vitamin D se vyskytuje ve dvou formách jako rostlinný vitamin D<sub>2</sub> známý pod pojmem ergokalciferol nebo jako živočišný vitamin D<sub>3</sub> nazývaný cholekarciferol. Lidský organismus je schopen syntetizovat vitamin D<sub>3</sub> za přítomnosti UVB záření, a proto není zcela závislý na příjmu vitaminu D z potravy, jako je tomu u nepostradatelných vitaminů (Společnost pro výživu 2019). Ze stravy přijatý vitamin D je vstřebáván v tenkém střevě prostřednictvím chylomikronů, které dále vstupují do lymfatického systému (Pludowski et al. 2018). Vyšší množství vitaminu D<sub>3</sub> je obsaženo v tučných rybách, především v tuku jater ryb a žloutku (Pludowski et al. 2018). Vitamin D je v kůži syntetizován ze 7-dehydrocholesterolu vlivem UVB záření o vlnové délce 280-320 nm. Tvorba vitaminu D v kůži je ovlivněna délkou vlny a dávkou UVB záření, barvou kůže, koncentrací 7-dehydrocholesterolu a epidermis s jejími vrstvami tuku. Po vstupu do krevního oběhu je vitamin D v játrech hydroxylován na prohormon 25-hydroxyvitamin D a následně v ledvinách na biologicky aktivní formu 1,25-dihydroxyvitamin D (Společnost pro výživu 2019).

Aktivace a působení vitamínu D se prolíná s parathormonem, jenž mimo jiné zvyšuje konverzi 25-hydroxyvitaminu D na 1,25-dihydroxyvitamin D v proximálních renálních tubulech. Hlavními cílovými tkáněmi působení 1,25-dihydroxyvitaminu D jsou střeva, ledviny a kosti. Vitamin D hraje významnou roli v udržení vápníkové a fosfátové homeostázy (Pludowski et al. 2018). 1,25-dihydroxyvitamin D zvyšuje intestinální resorpci fosfátů a vápníku, zvyšuje tubulární reabsorpci vápníku v ledvinách, tlumí tvorbu a uvolňování parathormonu z příštítných tělísek a ovlivňuje mineralizaci kostí (Společnost pro výživu 2019). V kosterních tkáních spolupůsobí parathormon a 1,25-dihydroxyvitamin D v řízení kostního obratu (Pludowski et al. 2018). Vitamin D tedy ovlivňuje aktivitu osteoblastů, osteoklastů a osteocytů a zároveň udržuje optimální rychlost kostní resorpce a kostní novotvorby u staršího jedince. Zvýšená suplementace vitamínu D vede ke zpomalení rychlosti kostní resorpce a tím dochází k obnově kostní hmoty. Nedostatek vitamínu D je spojen se zvýšeným kostním obratem a úbytkem kostní hmoty, což následně může vést ke křehkosti kostí a zvýšení rizika zlomenin, zvláště pak u starších jedinců a žen po menopauze (Hou et al. 2018).

Ačkoliv byla prokázána pozitivní korelace mezi koncentrací 25-hydroxyvitaminu D v séru a svalovou funkcí, působení vitamínu D jakožto prevence sarkopenie zůstává předmětem studií, neboť v současné době neexistují jednotná tvrzení týkající se účinku vitamínu D na svalovou tkáň a výsledky jednotlivých studií jsou mnohdykrát odlišné (Kupisz-Urbańska et al. 2021). Vitamin D má význam z hlediska optimální funkce centrální nervové soustavy. Například v jedné ze španělských studií byl zaznamenán pomalejší rozvoj Alzheimerovy choroby (AD) u pacientů užívajících vitamin D a zároveň v jedné americké studii byly zjištěny významně nižší koncentrace vitamínu D u pacientů s AD oproti zdravým jedincům. V mnoha výzkumech byla naznačena souvislost mezi nízkými hladinami vitamínu D v séru a zvýšením rizika kognitivního úpadku, deprese a stařecké demence (Hribar et al. 2020).

Nedostatek nebo dysregulace vitamínu D je například spojována s osteoporózou, imunitní dysregulací, záněty, hypertenzí, poklesem kognitivních funkcí a kardiovaskulárním onemocněním (Hribar et al. 2020). Většina těchto onemocnění je často spojena s rostoucím věkem jedince a zároveň nízké hladiny vitamínu D byly zjištěny především u starších jedinců. Nedostatek vitamínu D u starší populace může být způsobený věkem sníženou koncentrací 7-dehydrocholesterolu v kůži, sníženou střevní absorpcí, omezenou pohyblivostí a zkráceným pobytem na slunci a nechutí k jídlu. Mimo jiné je třeba brát v úvahu u starších jedinců časté užívání většího množství léků, které mohou zasahovat do metabolismu vitamínu D (Kupisz-Urbańska et al. 2021). Co se týče doporučené suplementace vitamínu D u osob starších 65 let, byla stanovena optimální dávka 20 µg na den, při které je koncentrace 25-hydroxyvitaminu D v séru vyšší než 50 nmol u 90-95 % starší populace (Společnost pro výživu 2019).

### 3.3.3.2 Vitamin B<sub>12</sub>

Vitamin B<sub>12</sub> patří do komplexu vitaminů B rozpustných ve vodě. Vitaminy skupiny B jsou klíčové pro správnou funkci imunitního systému, syntézu a opravu DNA a RNA, udržení zdravého nervového systému, udržení kognitivních funkcí a jsou základní součástí

neurotransmitterů. Vitaminy B působí jako koenzymy v mnoha enzymatických reakcích a podílejí se na metabolismu sacharidů, lipidů, bílkovin, minerálů, léků a dalších vitaminů (Mikkelsen & Apostolopoulos 2018).

Zpočátku v žaludku dochází působením kyseliny chlorovodíkové a pepsinu k uvolnění vitamínu B<sub>12</sub>, který je vázán v živočišných bílkovinách. V duodenu je B<sub>12</sub> navázán na vnitřní faktor a putuje do ilea, kde se váže na receptory enterocytů. Nakonec je B<sub>12</sub> transportován krví ve vazbě s transkobalaminem, který jej dodává do všech somatických buněk. Existuje řada příčin nedostatku vitamínu B<sub>12</sub> souvisejících s pokročilým věkem jedince. Hypochlorhydrie způsobená v důsledku atrofické gastritidy nebo užíváním určitých léků může mít negativní dopad na uvolnění B<sub>12</sub> v žaludku (Mikkelsen & Apostolopoulos 2018). Těžký nedostatek B<sub>12</sub> byl pozorován u starších jedinců v souvislosti se sníženou produkcí vnitřního faktoru, která může být způsobena perniciózní anémií či gastrektomií (Zik 2019). Crohnova choroba a resekce ilea mohou narušit distální absorpci B<sub>12</sub> (Mikkelsen & Apostolopoulos 2018). Rovněž nevyhovující stravovací návyky starší populace vedou k nedostatečnému příjmu B<sub>12</sub> a následně k jeho deficitu (Zik 2019).

Vitamin B<sub>12</sub> je nezbytný z hlediska syntézy funkčních myelinových pochev a také cholinu, prekursoru neurotransmiteru acetylcholinu. Některé studie uvádějí možný vztah mezi nízkými hladinami vitamínu B<sub>12</sub> v séru a poklesem kognitivních funkcí u starších subjektů. Nedostatečné koncentrace vitamínu B<sub>12</sub> v séru a mozkomíšním moku byly zaznamenány u neanemických pacientů s Alzheimerovou chorobou, kteří mají sklon k homocysteinémii (Combs & McClung 2022). Nedávná studie provedená v Koreji a několik dalších však neuvádí vitamin B<sub>12</sub> jako přímý rizikový faktor kognitivního poklesu a do budoucna je zapotřebí dalších výzkumů týkajících se vlivu B<sub>12</sub> na změnu kognitivních funkcí, neboť v současné době jsou výsledky jednotlivých studií mnohdy až rozporuplné (Soh et al. 2020).

Studie prokázaly souvislost mezi hladinou vitamínu B<sub>12</sub> v séru a hustotou kostních minerálů a rizikem osteoporózy. Podporou nízkých hladin homocysteinu v séru napomáhá vitamin B<sub>12</sub> k udržení optimálního stavu kostí (Combs & McClung 2022), neboť zvýšené hladiny homocysteinu a kyseliny methylmalonové stimulují osteoklastogenezi (Dai & Koh 2015). Existují určité předpoklady o možném vlivu nedostatku vitamínu B<sub>12</sub> na rozvoj sarkopenie. Jedním z možných důkazů je, že hyperhomocysteinémie vyskytující se při nedostatku vitamínu B<sub>12</sub> může narušit integritu elastinu, kolagenu a proteoglykanů, což následně vede k poruchám svalové soustavy a snížení svalové síly u staršího jedince (Bulut et al. 2017).

3 µg vitamínu B<sub>12</sub> jsou uváděny jako doporučená denní hodnota příjmu pro starší populaci. Nicméně je nutné zohlednit celkový zdravotní stav jedince, kdy je například starším lidem s atrofickou gastritidou doporučeno zvýšit denní příjem vitamínu B<sub>12</sub> prostřednictvím suplementů (Společnost pro výživu 2019). Za hlavní zdroje vitamínu B<sub>12</sub> jsou považovány mléčné výrobky, maso, vejce a obohacené potraviny (Dai & Koh 2015).

### 3.3.3.3 Vápník

Vápník je nejrozšířenější minerální látkou v lidském organismu, kdy více než 99 % jeho množství (zhruba 1,2-1,4 kg vápníku) je uloženo v kostech a zubech a méně než 1 % se nachází

v séru (Beto 2015). Hladiny vápníku v séru jsou regulovány pomocí receptorů citlivých na kalcium umístěné v příštítných tělískách (Pu et al. 2016) a pomocí komplexního systému hormonů a dalších látek. I nepatrný pokles vápníku v séru pod optimální hodnotu vyvolá okamžitou reakci těla, kdy je zahájena renální reabsorpce vápníku, střevní absorpce či resorpce vápníku z kostní hmoty s cílem zamezit hypokalcémii (Beto 2015).

Vápník je vstřebáván převážně v tenkém střevě prostřednictvím vazby na bílkovinu, přičemž je tento proces závislý na energii a vitamínu D. Při vyšším příjmu vápníku dochází navíc k pasivnímu vstřebávání v celé délce střeva. Se zvyšujícím se věkem jedince schopnost resorpce vápníku klesá (Společnost pro výživu 2019) a u žen je zaznamenán pokles především v období menopauzy (Chandran et al. 2019).

Vápník se využívá v různých mírách v celém těle. Výzkumy potvrdily, že se vápník podílí na vaskulární kontrakci, vazodilataci, svalových funkcích, nervovém přenosu, intracelulární signalizaci a hormonální sekreci (Beto 2015). Vápník je základní složkou kostí a zubů. Studie naznačují, že zvýšená konzumace vápníku v raném věku je spojena s navýšením kostní hmoty, a tedy snížením rizika osteoporózy v pokročilém věku. U starších jedinců je pravděpodobnější, že při chronickém nedostatku vápníku, který vznikl v důsledku nedostatečného příjmu či špatného vstřebávání ve střevech vlivem deficitu vitamínu D, dojde k udržení optimální hladiny vápníku v séru na úkor kostní hmoty, na rozdíl od populace mladší (Cormick & Belizán 2019). U žen po klimakteriu, u nichž došlo ke snížení produkce estrogenu, se vápník neukládá v takové míře jako u žen v produktivním věku, neboť právě estrogen podporuje ukládání vápníku v kostech (Společnost pro výživu 2019).

Přibývá epidemiologických důkazů, že nedostatečný příjem vápníku neovlivňuje pouze riziko vzniku osteoporózy, ale také zvyšuje krevní tlak. Nízký příjem vápníku stimuluje signální dráhu renin-angiotenzin-aldosteron a také zvyšuje aktivitu příštítných tělísek, což vede ke stimulaci sekrece parathormonu. Vzestup produkce parathormonu a angiotenzinu II zvyšují koncentraci intracelulárního vápníku v hladkém svalstvu cév, a to následně vede k vazokonstrikci a zvýšení krevního tlaku (Villa-Etchehoven et al. 2019).

U starší populace stoupá riziko deficitu vápníku vlivem jeho nedostatečného příjmu ve stravě, negativních interakcí s farmaky a věkem snížené absorpce (Beto 2015). Doporučený příjem vápníku pro populaci ve věku 65 let a starší je stanoven jako 1000 až 1200 mg na den (Chandran et al. 2019) a zároveň se předpokládá dostatečný příjem vitamínu D (Společnost pro výživu 2019). Mezi potravinové zdroje vápníku se řadí mléčné výrobky, ale také sója, kimchi a sardele (Beto 2015). Nadměrný příjem vápníku, který je způsobený především užíváním suplementů, se dává do souvislosti s rizikem vzniku kardiovaskulárních chorob (infarkt myokardu) a ledvinových kamenů (Společnost pro výživu 2019).

#### 3.3.3.4 Zinek

Zinek je esenciálním stopovým prvkem, jehož nedostatek může hrát důležitou roli v procesu stárnutí a v etiologii několika onemocnění souvisejících s věkem, jako je ateroskleróza, degenerativní onemocnění nervového systému a imunosenescence (Cabrera 2015). Zinek se podílí na optimální funkci endokrinního a imunitního systému a je také

významný z hlediska buněčného růstu, dělení, diferenciaci a transportu. Zinek je kofaktorem pro velkou část enzymatických reakcí a účastní se syntézy DNA a RNA a replikace DNA. Nejvíce zinku v lidském těle je obsaženo ve varlatech, svalech, játrech, kostech a mozku (Chasapis et al. 2020). V imunitním systému dochází během stárnutí k výrazným změnám, které se projevují jak ve vrozené, tak i adaptivní imunitě (Cabrera 2015). Zinek má důležitý vliv jak na humorální, tak i na buněčnou složku imunitního systému. Nedostatek zinku, který je běžný zvláště u starší populace, může mít za následek zhoršenou funkci makrofágů, neutrofilů a NK buněk. Nedostatečný příjem zinku také negativně ovlivňuje produkci cytokinů, růst a funkci T a B buněk. Rovněž imunitní odpověď typu Th1, která je důležitá pro ochranu proti infekcím, je při deficitu zinku potlačena (Chasapis et al. 2020).

Zinek je nezbytný pro normální funkci mozku a přibývá důkazů o podstatném vlivu zinku při kognitivním poklesu s přibývajícím věkem jedince (Sun et al. 2022). Zinek je v mozku přítomen ve velkém množství a ukládá se v synaptických váčcích. Ionty zinku mohou například regulovat synaptický přenos nebo působit jako neurotransmitery v hipokampu a mozkové kůře (Chasapis et al. 2020). Hladiny zinku jsou přísně regulovány pomocí různých transportérů zinku. Současné důkazy naznačují, že proteiny vázající zinek, konkrétněji transportéry zinku (ZnTs) a metalothioneiny, hrají zásadní roli v kognitivních poruchách souvisejících s věkem jedince (Sun et al. 2022).

Nedostatek zinku u starších jedinců je poměrně častým problémem. Mezi příčiny deficitu tohoto mikronutrientu u starších osob patří intestinální malabsorpce, nedostatečný příjem masa jakožto dobrého zdroje zinku a negativní interakce s užívanými léky (Cabrera 2015). Zinek je obsažen v široké škále potravin. Za nejvýznamnější zdroj zinku jsou však považovány ústřice, dále pak maso, mléko, mléčné výrobky, ryby a ořechy (Chasapis et al. 2020). Muži ve věku 51 let a starší by dle doporučení měli přijímat 10 mg zinku za den, zatímco ženy stejné věkové kategorie 7 mg zinku denně (Společnost pro výživu 2019).

### 3.3.3.5 Fosfor

Fosfor je hlavní složkou buněčných membrán (fosfolipidová dvojvrstva), cukr-fosfátové kostry nukleových kyselin a také hydroxyapatitu v kostech a zubech. Kromě zmíněných strukturálních funkcí hraje fosfor také důležitou roli v energetickém metabolismu a acidobazické rovnováze. Většina fosforu (85 %) se v těle nachází ve formě hydroxyapatitu, zbývajících 14 % je distribuováno v měkkých tkáních a zhruba 1 % v extracelulární tekutině. Homeostáza fosforu je udržována za pomoci ledvin, příštítných tělísek, střev a kostí. Parathormon, 1,25-dihydroxyvitamin D a FGF23 jsou 3 hlavní hormony podílející se na udržení homeostázy fosforu (Vorland et al. 2017).

Nedávné odhady naznačují, že příjem fosforu v západních zemích často překračuje jedena půl až dvojnásobně doporučenou denní dávku. I když doporučený denní příjem fosforu je stanoven jako 700 mg/den, průměrný příjem fosforu v Evropě se pohybuje v rozmezí 1000–1767 mg/den. Vysoké překročení doporučeného příjmu je zapříčiněné především konzumací zpracovaných potravin, ve kterých se nacházejí aditiva obsahující fosfor (Serna & Bergwitz 2020).

Anorganický fosfát je rozhodující pro proces mineralizace kostí, a to zejména pro udržení pevnosti kosti po uzavření epifýz a během opravy a remodelace zlomenin. Anorganický fosfát stimuluje diferenciaci osteoblastů a osteocytů, zrání matrice a tvorbu kosti. Dlouhodobý nedostatek fosforu ve stravě může vést u dospělých starších jedinců až k rozvoji osteomalacie. Na druhou stranu vysoký příjem fosforu negativně ovlivňuje zdravý stav kostí (Serna & Bergwitz 2020). Strava s vysokým obsahem fosforu a nízkým obsahem vápníku vede k poklesu hladiny vápníku v séru a stimulaci PTH, který prostřednictvím kostní resorpce navrácí sérový vápník do homeostatických koncentrací. Hyperfosfaturie a vyšší koncentrace PTH byly zaznamenány u postmenopauzálních žen s nízkou hladinou vápníku v séru (Takeda et al. 2012). Pokles vápníku v séru způsobený vyšším příjmem fosforu je připisován tvorbě kalciumfosfátových komplexů v krvi (Lamberg-Allardt & Kemi 2017). Bylo prokázáno, že nadměrný příjem fosforu má za následek úbytek kostní hmoty a zvýšení rizika zlomenin, hormonální změny ekvivalentní hyperparatyreóze a narušení homeostázy vápníku (Takeda et al. 2012).

Vysoký obsah fosforu ve stravě je dále spojen se zvýšením rizika kardiovaskulární mortality. Hyperfosfatemie způsobuje apoptózu buněk hladkého svalstva cév, vaskulární kalcifikaci a arteriální tuhost (Serna & Bergwitz 2020).

Nadbytek i nedostatek fosforu ve stravě mají negativní dopady na zdravotní stav staršího jedince, přičemž je zapotřebí brát v úvahu zejména negativní důsledky vyššího příjmu fosforu, neboť nedostatečný příjem fosforu je v současné době vzácný vzhledem k jeho všudypřítomné povaze ve stravě. V současné době byl potvrzen negativní vliv vysokého příjmu fosforu na dlouhověkost (Serna & Bergwitz 2020).

### **3.3.4 Funkční potraviny**

Spolu se zvyšujícím se podvědomím o vlivu stravy na celkové lidské zdraví zároveň narůstá poptávka po takových potravinách, jež vykazují pozitivní vliv na lidský organismus. Zvýšený zájem starší populace o zlepšení zdravotního stavu a prevence různých onemocnění vyústil ve vývoj funkčních potravin (Grochowicz et al. 2021). Funkční potraviny lze chápat jako přírodní nebo zpracované potraviny, které obsahují známé i neznámé biologicky aktivní sloučeniny, které v definovaných, účinných a netoxických koncentracích poskytují klinicky ověřený zdravotní přínos pro prevenci, průběh nebo léčbu chronických onemocnění. (Fernandes et al. 2021).

V současné době již existuje široká nabídka funkčních potravin speciálně navržených pro starší osoby, což je velkým přínosem pro výživu starší populace. Hlavními chronickými nemocemi starší populace a nemocemi souvisejícími se stravou jsou kardiovaskulární onemocnění, nádorová onemocnění, diabetes mellitus 2. typu (T2D) a osteoporóza. Hlavní důraz v budoucí výzkumech funkčních potravin by tedy měl být kladen právě na tyto onemocnění. Kromě toho dalším předmětem zkoumání ve vývoji funkčních potravin určených pro seniory jsou obezita, imunitní funkce, neurodegenerativní onemocnění a samotný proces stárnutí (Grochowicz et al. 2021).

### 3.3.5 Pitný režim

Voda je v lidském těle zodpovědná za mnoho různých funkcí. Představuje transportní médium pro živiny a odpadní látky, podílí se na regulaci tělesné teploty, hraje roli při udržování tkáňových struktur a podporuje funkce na buněčné úrovni, včetně funkce mozku. Za předpokladu běžných okolností je lidské tělo schopné zabezpečit dostatečnou hydrataci a optimální vodní bilanci, a to prostřednictvím regulace příjmu a vylučování tekutin (Schols et al. 2009).

Tělo člověka je tvořeno přibližně z 60 % vodou. Nicméně s přibývajícím věkem a vlivem fyziologických změn, které se stárnutím souvisí, procento vody v těle klesá. Mezi fyziologické změny ovlivňující pokles vody v těle patří například nárůst tělesného tuku, a naopak úbytek beztukové hmoty, která je z více než 70 % tvořená vodou. Pokles celkové tělesné vody, snížený pocit žízně a omezená funkce ledvin se řadí mezi fyziologické změny spojené se stárnutím. Takové změny mají vliv na schopnost člověka udržet optimální vodní bilanci a predisponují starší populaci k dehydrataci (Schols et al. 2009).

Včasná diagnostika dehydratace je u starší populace nezbytná. Za cennou indikaci dehydratace je považován vyšší úbytek hmotnosti v kratším časovém období, a to pokles tělesné hmotnosti pacienta zhruba o více než 3 % nebo více než jeden kilogram za den. Časté vážení pacienta se ukázalo jako jedna z účinných metod pro sledování změn vodní bilance u starší populace. Za jiné potenciální příznaky dehydratace u starší populace se například považují nízký tlak, suchost jazyka a sliznic, delirium, snížený turgor kůže, oligurie (Schols et al. 2009). Nicméně suchost sliznic nevzniká pouze v důsledku dehydratace, ale je často spojena s užíváním některých léků (antihistaminika, antidepressiva, diuretika nebo nesteroidní protizánětlivé léky) nebo souvisí s chronickým onemocněním (revmatoidní artritida) (Hooper et al. 2014). U kožního turgoru je obtížné rozlišit, zda je jeho pokles způsoben dehydratací či se jedná o běžnou změnu spojenou se stárnutím kůže a její sníženou elasticitou. Bohužel, projevy dehydratace jsou u starších jedinců často atypické a nejasné a u mírné dehydratace mohou příznaky chybět úplně (Schols et al. 2009).

Dehydratace způsobená ztrátou vody je u starších jedinců spojena s řadou chronických zdravotních problémů včetně pádů, špatného hojení ran, zácpy, infekcí močových cest, ledvinových kamenů, toxicity léků, mrtvice, selhání ledvin, zmatenosti, infarktu myokardu. V případě extrémní dehydratace může dojít až k hypovolemickému šoku (Hooper et al. 2014).

Doporučený příjem tekutin pro starší populaci se u jednotlivých organizací a autorů liší. V důsledku toho, že většina organizací stanoví jednotný doporučený příjem tekutin pro starší i mladší populaci bez ohledu na fyziologické změny a zdravotní problémy související s vyšším věkem, mohou být jejich doporučení pro starší populaci nevhodná. Světová zdravotnická organizace uvádí jako doporučený denní příjem tekutin 3,7 l u mužů a 2,7 l u žen, přičemž toto doporučení zahrnuje zdravé dospělé nad 19 let i osoby starší 70 let. Takové tvrzení podpořila i Národní lékařská akademie USA (Masot et al. 2020). Evropský úřad pro bezpečnost potravin (EFSA) doporučuje příjem 2,5 l tekutiny za den pro muže a 2 l pro ženy u všech věkových kategorií. ESPEN se opírá o doporučení zveřejněné EFSA a vychází z předpokladu, že je třeba zajistit 80 % příjmu tekutin prostřednictvím nápojů. Doporučuje, aby starší ženy vypily 1,6 l

a starší muži 2 l tekutin za den. Je velmi důležité zohlednit aktuální zdravotní stav, fyzickou aktivitu, či podmínky okolního prostředí a přizpůsobit denní doporučený příjem tekutin potřebám jedince (Volkert et al. 2019).

### 3.4 Poruchy výživy

#### 3.4.1 Malnutrice

Malnutrice vyjadřuje nedostatek, nadbytek nebo nerovnováhu v příjmu energie a/nebo živin. Termín malnutrice zahrnuje 3 široké skupiny stavů: **a)** podvýživa, pod kterou je řazeno chřadnutí (nízká hmotnost vzhledem k výšce), zakrnělost (nízká výška vzhledem k věku) a podváha (nízká hmotnost vzhledem k věku); **b)** malnutrice související s mikronutrienty, která se týká nedostatku nebo nadbytku mikroživin; **c)** nadváha, obezita a nepřenositelné nemoci související se stravou (např. diabet mellitus) (WHO 2022b).

Optimální nutriční stav a fyzická aktivita jsou dle rámce politiky zdravého stárnutí WHO základními předpoklady pro zachování pohody a kvality života související se zdravím u starších jedinců. Poruchy výživy mají přímý negativní dopad na fyzické funkce a celkové zdraví starší populace (de Sire et al. 2022).

##### 3.4.1.1 Podvýživa

Dle WHO jsou rozdělovány 4 široké dílčí formy podvýživy: chřadnutí, zakrnění, podváha a nedostatek vitaminů a minerálů. Podvýživa je důležitým faktorem náchylnosti vůči nemocem a zvyšuje riziko úmrtí (WHO 2022b). Podvýživa je častým problémem starší populace a může přispívat mimo jiné k rozvoji geriatrických syndromů. U starších dospělých se může podvýživa projevit jako nechtěný úbytek hmotnosti nebo jako často skrytý nedostatek mikronutrientů, který je v klinické praxi mnohdy přehlížen (Kupisz-Urbanska & Marcinowska-Suchowierska 2022).

Snížený příjem potravy je pravděpodobně nejdůležitějším faktorem rozvoje podvýživy (Saunders et al. 2019). Pokles příjmu potravy vlivem akutního nebo chronického onemocnění je běžný u starší populace a může se projevit spolu se zánětem nebo bez něj. Kupříkladu chronická obstrukční plicní nemoc či chronické onemocnění ledvin jsou spojené se zvýšenou regulací prozánětlivých cytokinů. Právě přetrvávající zánět nízkého stupně v důsledku působení cytokinů negativně ovlivňuje nervová centra a chuť k jídlu, a to například inhibicí vyprazdňování žaludku a omezením působení hormonů kontrolující chuť k jídlu. Za příčiny podvýživy související s nemocí, avšak bez výskytu zánětu se například považuje cévní mozková příhoda nebo Parkinsonova choroba, což může způsobit problémy s polykáním. Podvýživa, která není zapříčiněná žádným onemocněním, často vzniká v důsledku finanční nouze, sociální izolace (Dent et al. 2023) a nevyhovující stravy (Saunders et al. 2019). Termín stařecká anorexie se týká nedostatečné chuti k jídlu u starší populace, která je způsobená fyziologickými změnami souvisejícími s pokročilým věkem jedince, jako jsou např. snížené



smyslové funkce (chuť, zrak a čich), endokrinní změny (zhoršené působení inzulínu), dysfagie a hormonální změny (Dent et al. 2023).

Podvýživu u starších lidí lze stanovit s využitím různých přístrojů a metod, jako jsou antropometrická měření, váhy, laboratorní krevní testy a stanovení tělesného složení pomocí počítačové termografie a bioimpedance. Pro posouzení nutričního stavu jedince lze také využít geriatrický rizikový nutriční index, který spojuje jak laboratorní testy, tak antropometrická měření (Kupisz-Urbanska & Marcinowska-Suchowierska 2022). Laboratorní krevní testy jsou užívány zejména k diagnostice deficitu živin (např. železo, vitamin B<sub>12</sub>) (Saunders et al. 2019). Pro odhalení či posouzení rizika rozvoje podvýživy u starších pacientů jsou také běžně využívány škály hodnotící nutriční stav jedince (např. MNA) (Kupisz-Urbanska & Marcinowska-Suchowierska 2022).

Podvýživa ovlivňuje nejen schopnost regenerace, ale také funkci každého orgánového systému. Nechtěný úbytek hmotnosti způsobený ztrátou tuku a svalové hmoty je často nejzřejmějším důsledkem podvýživy (Saunders et al. 2019). V současné době je dobře známá klíčová role podvýživy v progresi sarkopenie (Kupisz-Urbanska & Marcinowska-Suchowierska 2022). Deficit živin se negativně odráží na funkci svalů a úbytku kostní hmoty způsobeného zvláště nedostatečným příjmem vápníku a vitamínu D. Kostí se stávají náchylnějšími ke zlomeninám a zpomaluje se jejich regenerace. Chronická podvýživa má za následek změny v exokrinní funkci slinivky břišní, prokrvení a propustnosti střev. Podvýživa může vést až ke ztrátě trávicích enzymů a s tím obvykle souvisí rozvoj sekundární intolerance na laktózu. Starší jedinci trpící podvýživou jsou zvláště ohroženi infekcemi dýchacích cest a jakoukoliv bakteriální nebo parazitární infekcí, neboť neadekvátní výživa snižuje funkce jejich imunitního systému (např. snížená funkce bílých krvinek). Podvýživa také potlačuje většinu endokrinních funkcí. Dochází ke snížení produkce gonadotropních hormonů, testosteronu, estrogenů a progesteronu. Sekrece inzulínu je ve stavu podvýživy snižena, ale stoupá citlivost na inzulín, takže hladina glukózy v krvi zůstává nízká až normální (Saunders et al. 2019).

S ohledem na převažující důkazy se předpokládá, že adekvátní příjem bílkovin spolu s odpovídajícím energetickým příjmem mají zásadní vliv na prevenci podvýživy u starších jedinců. Změny tělesného složení a fyzické aktivity mohou vést k poklesu energetických nároků, ale ne ke změně potřebného příjmu mikroživin. Pokud v rámci samotné stravy nejsou splněny věkově specifické potřeby některých mikroživin, je vhodné zařadit suplementy těchto mikroživin a předejít tak jejich častému deficitu spojeného s vyšším věkem člověka (Norman et al. 2021). Nedílnou součástí prevence podvýživy starší populace je zvyšování informovanosti seniorů a jejich pečovateli o kvalitě, množství a četnosti příjmu potravy u starších osob (Agarwalla et al. 2015). Navzdory velkému množství poznatků o negativních důsledcích podvýživy na celkové zdraví starších dospělých existuje stále celá řada nevyřešených problémů v pochopení, léčbě, identifikaci a prevenci podvýživy související s věkem (Norman et al. 2021).

### 3.4.1.2 Obezita

Nadváha a obezita jsou důsledkem narušení rovnováhy mezi přijatou a vydanou energií, kdy příjem převažuje nad výdejem. V případě nadváhy a obezity dochází u člověka k nadměrnému či abnormálnímu hromadění tuku, což může mít negativní dopad na jeho zdraví. Index tělesné hmotnosti (Body Mass Index, BMI) je běžnou metodou využívanou ke klasifikaci nadváhy a obezity, přičemž u dospělých jedinců je nadváha definována od hodnoty BMI 25 a více a obezita od hodnoty BMI 30 a více (WHO 2022b). Avšak je důležité poznamenat, že BMI je pouze hrubým odhadem stupně obezity, jelikož nezohledňuje celkové tělesné složení jedince (Włodarczyk & Śliżewska 2021), kdy například Asiaté mají obvykle vyšší zastoupení tuku oproti bělochům se stejnou hodnotou BMI (Polyzos & Margioris 2018). Vzhledem ke skutečnosti, že během stárnutí dochází ke zvýšenému ukládání intraabdominálního tuku, se zdá být měření obvodu pasu vhodným indikátorem obezity u starších jedinců (McKee & Morley 2021).

Úbytek svalové hmoty, snížení fyzické aktivity a pokles bazálního metabolismu zvyšuje riziko rozvoje obezity u starší populace (Ramel & Stenholm 2021). Rovněž endokrinologické změny související se stářím, jako je pokles testosteronu a růstového hormonu, inzulinová rezistence a rezistence na leptin, přispívají ke vzniku obezity u staršího jedince (McKee & Morley 2021).

V současnosti je více než jasné, že obezita v závislosti na jejím stupni, době trvání a rozložení tukové tkáně může vést ke vzniku a/nebo zhoršení širokého spektra onemocnění (Kyrou et al. 2018), včetně diabetes mellitus 2. typu, hypertenze, kardiovaskulárních onemocnění, šedého zákalu, respiračních abnormalit atd. (Amarya et al. 2014). Rozsáhlé populační studie prokázaly, že obezita je jedním z nejdůležitějších rizikových faktorů inzulinové rezistence a T2D. Inzulinová rezistence u pacientů s obezitou vede k chronické kompenzační hyperinzulinémii, přičemž inzulinová rezistence i hyperinzulinémie pozitivně korelují s akumulací viscerálního tuku. Obezita je spojena s prokoagulačním stavem typickým zvýšenými hladinami fibrinogenu a inhibitoru aktivátoru plazminogenu typu 1, které podporují aterogenní procesy a zvyšují související riziko kardiovaskulárních chorob (Kyrou et al. 2018). Zvýšené riziko rozvoje kardiovaskulárních chorob u obézních starších jedinců je mimo jiné dále podmíněno zvýšenými hladinami LDL cholesterolu a triacylglycerolu (Włodarczyk & Śliżewska 2021). Obezita, zejména abdominální, je spojena s abnormalitami plicních funkcí (např. spánková apnoe, hypoventilační syndrom). Zvýšená hmotnost na hrudní stěně snižuje dechovou poddajnost, omezuje ventilaci a zvyšuje dechovou práci. Obezita je zařazena mezi rizikové faktory nádorových onemocnění slinivky břišní, tlustého střeva, žlučníku, ledvin, prostaty aj. (Amarya et al. 2014).

Nadváha a obezita jsou často doprovázeny určitými změnami ve složení gastrointestinální mikrobioty. Takové změny u obézních subjektů podporují zvýšenou absorpci sacharidů v epitelu tenkého střeva a tím dochází ke zvýšení energetického příjmu z přijaté potravy. Kromě toho v několika studiích byla také zjištěna snížená diverzita střevní mikrobioty, což následně způsobuje pokles syntézy prospěšných bioaktivních sloučenin (vitaminů

a kofaktorů) (Włodarczyk & Śliżewska 2021). V současnosti už je zřejmá souvislost mezi střevní mikrobiotou a obezitou. Střevní mikrobiota může například regulovat dostupnost cholinu a tím ovlivnit ukládání triacylglycerolů v játrech, neboť derivát cholinu (fosfatidylcholin) je součástí lipoproteinů s velmi nízkou hustotou (VLDL) (Włodarczyk & Śliżewska 2021).

U starších osob je nutné během léčby obezity předejít úbytkům svalové a kostní hmoty, kterými je starší populace při redukci hmotnosti zvláště ohrožena (Amarya et al. 2014). V případě cíleného úbytku hmotnosti musí být u staršího jedince pečlivě sledovaná svalová hmota a funkce pro posouzení rizika sarkopenie (Ramel & Stenholm 2021). V současné době existuje několik možností léčby obezity. Starším jedincům je doporučován méně restriktivní kalorický deficit (cca 200-500 kcal/den) v kombinaci s dostatečným příjmem bílkovin s cílem zamezit dysfunkci a úbytku svalové hmoty. Změny stravovacích návyků by měly být doprovázeny aerobním, odporovým a balančním cvičením. Bylo prokázáno, že zařazením cvičebních programů do léčby obezity došlo u pacientů ke zlepšení křehkosti, fyzické výkonnosti a menšímu úbytku netukové hmoty (McKee & Morley 2021). Farmakoterapie je další možností léčby obezity. Orlistat je jedním z registrovaných léků proti obezitě, přičemž jeho účinky spočívají v navázání se na střevní lipázu a omezení tak vstřebávání tuků z potravy (Amarya et al. 2014). Mezi negativní účinky jeho užívání se řadí steatorea, plynatost, fekální inkontinence. Celkově je třeba zvážit potenciální nevýhody farmakoterapie pro léčbu obezity starších jedinců, kterými jsou lékové interakce, cenová dostupnost, účinnost a bezpečnost (McKee & Morley 2021). Poslední zmíněná možnost léčby obezity je bariatrická chirurgie, která je určena pro léčbu obézních pacientů s BMI nad 40 nebo pro pacienty mající BMI mezi 35-40, u nichž byla diagnostikována také jiná onemocnění (např. T2D, hypertenze, spánková apnoe) (Amarya et al. 2014).

#### 3.4.1.2.1 Sarkopenická obezita

Za vysoce rizikový geriatrický syndrom je považována sarkopenická obezita (Ji et al. 2022). Sarkopenická obezita je jev, kdy se u jedince současně vyskytuje sarkopenie (snížení svalové hmoty a funkce) a obezita (Bales & Porter Starr 2018). Základními faktory vedoucí k rozvoji sarkopenické obezity jsou změny tělesného složení související se stárnutím zobrazené na Obrázku 3, hormonální změny, nezdravá strava, snížená fyzická aktivita a chronická onemocnění (Ji et al. 2022).

Mezi hlavní rysy stárnoucího kosterního svalstva, zejména v souvislosti se současným výskytem obezity, patří selektivní atrofie rychlých glykolytických svalových vláken (typ II) a denervace vláken v důsledku ztráty motorických neuronů (Koliaki et al. 2019). Významným projevem sarkopenické obezity je anabolická rezistence (Ji et al. 2022), která se vyznačuje nedostatečnou reakcí svalů na různé anabolické stimuly, jako jsou inzulin, růstové faktory a aminokyseliny. Mezi hlavní faktory přispívající k anabolické rezistenci u sarkopenické obezity patří zejména inzulinová rezistence kosterního svalstva, snížená perfuze svalů a omezené zásobení svalů živinami v důsledku aterosklerotických změn souvisejících s obezitou (Koliaki et al. 2019).



Obrázek 3 Změna složení těla související s věkem a rozvoj sarkopenické obezity, upraveno dle Atkins & Wannamathée (2020).

Pacienti sužováni sarkopenickou obezitou jsou vystaveni mimo jiné zvýšenému riziku inzulínové rezistence, dyslipidémie, hypertenze, T2D a zánětu nízkého stupně; zvýšenému riziku invalidity, omezení mobility a celkovému zhoršení fyzické kapacity; depresi a zhoršenému psychickému zdraví (Koliaki et al. 2019).

V současné době stále přetrvávají jistá omezení v chápání sarkopenické obezity, která mohou představovat určitou překážku ke stanovení strategií pro prevenci a léčbu tohoto onemocnění. Nicméně nutriční strategie prevence sarkopenické obezity u seniorů zahrnuje diety se sníženým energetickým příjmem a suplementaci vyšších dávek bílkovin a mikronutrientů (Ji et al. 2022). Řízení hmotnosti u starších dospělých může být náročné. Přílišné omezení energetického příjmu může vést ke snížení syntézy proteinů kosterního svalstva a zvýšit proteolýzu, což má za následek zhoršení sarkopenie (Koliaki et al. 2019). Striktní nízkokalorické diety a rychlé snížení příjmu energie se pro léčbu starších pacientů se sarkopenickou obezitou důrazně nedoporučuje, a to z důvodů zvýšeného rizika hypovolemie, poruch elektrolytů a pravděpodobných negativních dopadů na svalovou hmotu, minerální hustotu kostí a stav mikroživin. Naopak je doporučeno snížit energetický příjem adekvátně s cílem mírného úbytku hmotnosti jedince a současně zajistit dostatečný příjem bílkovin a mikroživin (Ji et al. 2022). Důležitý je příjem esenciálních aminokyselin s vyšším podílem leucinu, neboť leucin významně zvyšuje produkci inzulínu, který má silné anabolické účinky (Koliaki et al. 2019). Zajištěný dostatečný příjem mikroživin by mohl do určité míry podpořit léčbu sarkopenie a zmírnit fyzickou křehkost, přičemž většina doporučení klade důraz na vitamin D a vápník (Ji et al. 2022). Fyzická aktivita by měla být zavedena, kdykoliv to stav pacienta umožňuje (Barazzoni et al. 2018), neboť se jedná o účinnou léčebnou strategii k potlačení negativních účinků sarkopenické obezity. Aerobní cvičení zlepšuje kardiopulmonální funkce a odporový trénink je účinný při posílení svalové funkce a síly u starších lidí (Koliaki et al. 2019). V neposlední řadě je do budoucna nezbytné zvýšit

podvědomí o dysfunkci a úbytku kosterního svalstva u obézních pacientů v pokročilém věku (Barazzoni et al. 2018).

### **3.5 Prevence vybraných onemocnění**

Mezi nejčastější chronická onemocnění patří kardiovaskulární onemocnění, diabetes mellitus, chronická obstrukční plicní nemoc, nádorová onemocnění, chronické selhání ledvin, neurodegenerativní onemocnění, osteoporóza a osteoartróza. Společným rysem těchto onemocnění je, že se jejich prevalence s přibývajícím věkem zvyšuje (Gadó et al. 2022).

#### **3.5.1 Osteoporóza**

Osteoporóza je systémové onemocnění skeletu, které je charakterizováno poklesem kostní hmoty a zhoršením kostní mikroarchitektury s následným zvýšením křehkosti kostí a rizika vzniku zlomenin, zejména distálního předloktí a proximálního femuru. Osteoporózu je možné také definovat na základě měření minerální hustoty kostí (bone mineral density – BMD), kdy je BMD starší osoby porovnáno s BMD mladého jedince stejného pohlaví a výsledky jsou vyjádřeny v jednotkách směrodatné odchylky, tzv. T-skóre. Osteoporóza je klasifikována pro T-skóre -2,5 nebo méně (Eastell & Schini 2021).

Kostní hmota závisí na rovnováze mezi novotvorbou kosti a kostní resorpcí, na tzv. remodelaci kosti (Zanker & Duque 2018). V procesu remodelace kosti dochází ke spolupůsobení osteoklastů stimulující kostní resorpci, osteoblastů odpovídající za novotvorbu kosti a osteocytů, původní osteoblasty, které jsou obklopené kostní tkání (Rosen 2020). U osteoporózy je působení osteoblastů a osteoklastů nevyvážené ve prospěch kostní resorpce, přičemž tato nerovnováha vede ke ztrátě kostní hmoty a zvýšení rizika zlomenin (D'Amelio & Isaia 2015).

Stárnutí negativně narušuje rovnováhu v procesu remodelace kosti, kdy ve většině případů u žen dochází ke zvýšené kostní resorpci a u mužů ke snížené novotvorbě a kostnímu obratu. Nicméně metabolismus kostí není ovlivněn pouze pohlavními hormony, ale existuje několik dalších hormonů, jejichž hladiny se s věkem mění a mohou metabolismus kostí ovlivnit. Stárnutím vyvolané změny v činnosti nadledvin jsou spojené se zvýšenou sekrecí glukokortikoidů, jež mohou snížit zrání, životnost a funkci osteoblastů a mohou způsobit osteonekrózu (Cannarella et al. 2019). U starších jedinců je zvýšena citlivost k exogenním i endogenním glukokortikoidům, což má za následek případné poškození kosti (D'Amelio & Isaia 2015). Ke vzniku osteoporózy může vést i hypertyreóza spojená s vyšším kostním obratem, přičemž bylo zjištěno, že výskyt primární i sekundární hyperparatyreózy se se stárnutím zvyšuje (Barnsley et al. 2021).

Jak už bylo zmíněno věkem způsobené změny v koncentracích pohlavních hormonů ovlivňují metabolismus kostí a mohou vést až k rozvoji osteoporózy. Je dobře známo, že u žen po menopauze klesají v důsledku primární ovarální insuficience koncentrace estrogenů v séru, ale stoupá hladina gonadotropinů (Cannarella et al. 2019). Během menopauzálního přechodu mohou sérové koncentrace estradiolu poklesnout o 85-90 %. Klimakterické změny souvisí se

zvýšenou kostní resorpcí v porovnání s obdobím před menopauzou. Zvýšená kostní resorpce vyžaduje kompenzační mechanismy, které zabrání rozvoji hyperkalcémii. Tyto kompenzační mechanismy, mezi které patří snížená střevní absorpce vápníku, snížená sekrece parathormonu, omezení renální reabsorpce vápníku vedou k čisté negativní bilanci vápníku v celém těle s následnou demineralizací skeletu. Kromě účinků estrogenů na metabolismus vápníku je zapotřebí pochopit přímé důsledky nedostatku estrogenů na kostní buňky, neboť estrogen mimo jiné omezuje osteoklastogenezi a zvyšuje diferenciaci preosteoblastů na osteoblasty a snižuje apoptózu u zralých osteoblastů i osteocytů (Drake et al. 2015).

Ačkoliv je osteoporóza onemocněním, které ohrožuje ve většině případů stárnoucí ženy, představuje také hrozbu pro stárnoucí muže (Drake et al. 2015). Muži dosahují vyšší BMD, ale později ve srovnání se ženami (Barnsley et al. 2021). I když hladiny pohlavních hormonů u mužů během stárnutí klesají (Cannarella et al. 2019), na rozdíl od žen muži nepociťují náhlý pokles koncentrací pohlavních hormonů. Nepociťují tedy stav, který by byl ekvivalentní menopauze. (Drake et al. 2015). I přes fakt, že testosteron je primárním pohlavním hormonem mužů, současné studie poskytly důkazy naznačující, že pokles biologicky dostupného estradiolu u mužů se zdá být pravděpodobnější příčinou úbytku kostní hmoty než pokles testosteronu (D'Amelio & Isaia 2015).

Existuje také celá řada sekundárních příčin úbytku kostní hmoty, které lze zařadit do širokých kategorií, jako jsou například léky (glukokortikoidy, antiepileptika), endokrinní poruchy (diabetes mellitus, hypertyreóza), malabsorpční stavy (celiakie), neurologické stavy (Parkinsonova porucha), aj. (Drake et al. 2015). V tabulce 3 jsou vyobrazeny příklady hlavních faktorů zvyšující úbytek kostní hmoty.

Prevence osteoporózy je předmětem zkoumání v rámci celého světa, a to z důvodu finančních nákladů tohoto onemocnění. K dosažení nejlepších výsledků prevence musí široká veřejnost získat znalosti o osteoporóze a současně o nejlepších způsobech, jak docílit maximálního zdraví svých kostí po celou dobu života (Donna Cech 2012). Mezi obecná doporučení týkající se prevence osteoporózy u starší populace patří dostatečný příjem vápníku a vitamínu D, ukončení kouření a omezení nadměrného příjmu alkoholu, pravidelné cvičení se zátěží a posilováním svalů. Dostatečný příjem vápníku je nezbytný pro získání maximální BMD a udržení zdraví kostí po celý život, přičemž vitamin D napomáhá jeho vstřebávání. Vápník lze nejčastěji suplementovat ve formě uhličitanu vápenatého a citrátu vápenatého (LeBoff et al. 2022). Co se týče výživy, doporučení zahrnují nejen optimální příjem vápníku a vitamínu D, ale také udržování optimální tělesné hmotnosti a konzumaci vyvážené stravy s dostatkem bílkovin, ovoce a zeleniny. Konzumace ryb, hlavně mořských, byla spojena u starších čínských obyvatel s udržením BDM. Kouření a konzumace alkoholu jsou uznávanými rizikovými faktory pro osteoporotické zlomeniny u starších dospělých. Konzumace kofeinu byla také identifikována jako rizikový faktor, avšak konzumace čaje neměla negativní dopad na zdraví kostí jako káva či kolové nápoje. Cvičení se zátěží a silový trénink se jeví u starších dospělých jako účinná strategie pro prevenci osteoporózy. Účinky silového tréninku, který zahrnuje jak odporové, tak rychlostní cvičení, se prokázaly jako neúčinnější pro udržení kostní hmoty

u staršího jedince. Dále bylo zjištěno, že zvýšení tempa chůze je účinnější v porovnání s prodloužením doby chůze (Donna Cech 2012).

Tabulka 3 Hlavní faktory zvyšující úbytek kostní hmoty, upraveno dle Eastell & Schini (2021).

Zvýšení úbytku kostní hmoty	Výživa	Tělesná hmotnost	Životní styl	Genetika
	Sodík	Nízká hodnota BMI	Nadměrná konzumace alkoholu	Rodinná anamnéza
	Kofein		Kouření	Ženské pohlaví
			Nedostatečná pohybová aktivita	
	Hladiny pohlavních hormonů	Onemocnění	Farmakologická léčba	
	Ooforektomie	Cushingův syndrom	Glukokortikoidy	
	Menopauza	Hypertyreóza	Inhibitory aromatázy	
	Postmenopauzální období	Hyperparatyreóza	Androgenní deprivace	
	Amenorea	Celiakie	Tyroxin (nadměrné užívání)	

### 3.5.2 Diabetes mellitus

V posledních desetiletích se celosvětově zvyšuje počet pacientů s diagnostikovaným onemocněním diabetes mellitus (DM), a to zejména u starší populace. Podle odhadů se předpokládá, že do roku 2040 vzroste prevalence DM na 642 milionů, přičemž k největšímu nárůstu dojde u věkové skupiny 60–79 let. Stárnutí populace je považováno za jeden z nejdůležitějších faktorů nárůstu prevalence tohoto onemocnění, neboť stárnutí u jedince zvyšuje riziko rozvoje DM (Scherthaner & Scherthaner-Reiter 2018).

Diabetes mellitus je chronické onemocnění, které vzniká v důsledku nedostatečné sekrece inzulínu slinivkou břišní a/nebo neefektivního využití inzulínu v těle. Zvýšená hladina glukózy v krvi, hyperglykémie, je běžným výsledkem nekontrolovaného DM a časem vede k vážnému poškození mnoha tělesných systémů (WHO 2023).

DM lze rozdělit do následujících kategorií: DM 1. typu (T1D), DM 2. typu, gestační DM a DM z jiných příčin (např. DM vyvolaný léky) (Martinez et al. 2019). T1D není pro starší populaci běžný a jedinci trpící tímto typem DM se nacházejí ve stáří v konečné fázi svého onemocnění. Naopak u starší populace se vyskytuje v drtivé většině T2D v důsledku inzulínové rezistence (Chentli et al. 2015).

Důkazy poukazují na skutečnost, že až 80 % pacientů s T2D trpí nadváhou a je fyzicky neaktivní (Bermudez 2018). Centrální obezita je zodpovědná za inzulínovou rezistenci, která je považována za hlavní příčinu T2D u dospělých a starých lidí. U starší populace se deficit vitamínu D zdá být dalším faktorem přispívajícím ke zvýšení rizika DM, neboť někteří autoři se

domnívají, že nedostatek vitamínu D je spojnicí mezi osteoporózou, inzulinovou rezistencí, obezitou, DM a kognitivními poruchami. V současné době však není dostatečné množství důkazů, které by podporovaly užívání vitamínu D v prevenci a/nebo léčbě DM. Na nedostatek mikroživin (např. hořčíku) je také nahlíženo jako na rizikový faktor rozvoje T2D. Hořčík hraje důležitou roli v transportu glukózy a podílí se na sekreci a aktivitě inzulinu. U starších lidí je deficit hořčíku připisován jeho nedostatečnému příjmu a GIT onemocněním (Chentli et al. 2015). I přes to, že stále panují jisté nejistoty ohledně konkrétních příčin spouštějící rozvoj T2D, existuje pozitivní souvislost mezi stárnutím a zvýšením rizika onemocnění T2D. Pozoruhodný je fakt, že zvýšená prevalence T2D byla odhalena u určitých etnických skupin a ras (např. Asiaté, Hispánci) (Bermudez 2018).

Vzhledem k tomu, že metabolické problémy spojené s DM postihují celé tělo, starší populace s tímto onemocněním čelí mnoha potenciálním komplikacím (Bermudez 2018). Postupem času může DM poškodit srdce, cévy, oči, ledviny a nervový systém (WHO 2023). Kardiovaskulární onemocnění jsou hlavní příčinou úmrtnosti mezi pacienty s DM (Bermudez 2018). Diabetická retinopatie je důležitou příčinou slepoty a vzniká v důsledku dlouhodobého poškození malých krevních cév v sítnici. DM se také řadí mezi hlavní příčiny selhání ledvin (WHO 2023).

Vyšší věk představuje řadu výzev a překážek ve výživě, které mohou komplikovat léčbu DM. Změny ve stravovacích návycích (např. snížená chuť k jídlu) mohou vést k situaci, kdy starší jedinec již nebude dostávat optimální dávku léčiv, která by odpovídala jeho tělesné hmotnosti a příjmu stravy, což může následně vyústit ke vzniku hypoglykémie (Flynn & Dhatariya 2020).

Opatření, která se týkají celkového životního stylu, se ukázala jako účinná strategie v prevenci nebo oddálení nástupu T2D pro všechny věkové kategorie včetně seniorů (WHO 2023). Jak již bylo řečeno, DM 2. typu se často vyskytuje ve spojení s nadváhou a obezitou, a proto je dosažení a udržení optimální hmotnosti stěžejní pro prevenci tohoto onemocnění. Důkazy podpořená tvrzení poukazují na příjem stravy s vysokým obsahem zeleniny, ovoce, luštěnin, ořechů, jogurtů a celozrnných výrobků jako na faktor přispívající k prevenci T2D (Forouhi et al. 2018). Na základě studií byl spojen vyšší příjem listové zeleniny, borůvek, jablek a hroznového vína se snížením rizika rozvoje T2D. Příjem ořechů je zařazen do prevence DM 2. typu z hlediska jejich vysokého obsahu PUFA a MUFA, kdy je podstatný zejména vliv n-6 PUFA. Pozoruhodné je, že konzumace kávy je také uváděna ve vztahu s nižším rizikem rozvoje T2D. Avšak nižší riziko bylo pozorováno u příjmu kávy s kofeinem i bez, což naznačuje, že za přínosy mohou být zodpovědné jiné bioaktivní sloučeniny než kofein (Ley et al. 2014). Účinky, které by mohly dále přispět v prevenci T2D byly hlášeny u hořčíku, chromu, vitamínu D, extraktu z kurkuminu a pískavice řecké seno (Yeung et al. 2018). V rámci prevence T2D je doporučeno omezit příjem slazených nápojů s vysokým obsahem fruktózy, jež mají nepříznivé účinky na ukládání viscerálního tuku a citlivost inzulinu (Ley et al. 2014). Dalším doporučením je vyvarovat se kouření, neboť kuřáci jsou považováni za skupinu populace se zvýšeným rizikem rozvoje T2D (WHO 2023).



### 3.5.3 Neurodegenerativní onemocnění

Proces stárnutí je sám o sobě považován za nejvíce rizikový faktor rozvoje neurodegenerativních onemocnění (NO). Mezi různými nemocemi souvisejícími s věkem je neurodegenerace a s ní spojený úpadek kognitivních funkcí zvláště závažným problémem, a to hlavně pro velké dopady na celkové zdraví a kvalitu života staršího jedince. Alzheimerova choroba (AD), Parkinsonova choroba (PD), Huntingtonova choroba, amyotrofická laterální skleróza a demence s Lewyho tělísky jsou příklady nejčastěji se vyskytujících neurodegenerativních onemocnění spojených s rostoucím věkem jedince (Hou et al. 2019).

Neurodegenerativní onemocnění jsou způsobena především progresivním odumíráním neuronů nebo ztrátou myelinu, a to následně vede k poškození mozku. Nejběžnějším typem NO je Alzheimerova choroba, která tvoří 50-70 % celkových případů NO (Li et al. 2021). Celosvětově AD postihuje odhadem 44 milionů lidí (Caligiore et al. 2022). AD je progresivní onemocnění, které zasahuje části mozku zodpovědné za řeč, myšlení a paměť, což může vážně ovlivnit běžný život staršího člověka (Li et al. 2021). AD je nejčastější příčinou demence (Stefaniak et al. 2022). Parkinsonova choroba je druhým běžným typem NO vyskytujícího se ve středním a starším věku. PD způsobuje dysfunkci motoriky (např. klidový třes), ale také zasahuje do kognice, spánku a nálady člověka (Li et al. 2021).

Dosud nebyl nalezen žádný specifický a účinný lék, který by dokázal NO vyléčit. Vzhledem k této skutečnosti se prevence a zpomalení progresu onemocnění stává aktuálním řešením otázky neurodegenerativního onemocnění (Li et al. 2021). Úprava životního stylu, zvláště stravy a zdravotního chování, se jeví jako účinná strategie v prevenci (Gardener & Caunca 2018). Výživa hraje zásadní roli pro zachování optimálních kognitivních funkcí a snížení rizika rozvoje NO u starší populace. Byly provedeny studie na lidech a zvířatech za účelem zjištění, jak dostatečný přísun různých živin stravou pomáhá snižovat kognitivní pokles u starších osob. (Ajibawo-Aganbi et al. 2020).

Vitaminy mají pozitivní vliv v prevenci NO. Bylo zjištěno, že vitaminy rozpustné v tucích i ve vodě hrají významnou roli v prevenci AD, PD, Huntingtonovy choroby a roztroušené sklerózy (Rai et al. 2021). Vitaminy C a E působí jako antioxidanty, které chrání nervový systém před poškozením volnými radikály. Ačkoliv se vitamin E používá v léčbě AD, je třeba provést další studie, jak jej lze použít v rámci prevence tohoto onemocnění (Ajibawo-Aganbi et al. 2020). Vitaminy skupiny B (B<sub>9</sub>, B<sub>12</sub>, B<sub>6</sub>, B<sub>2</sub>) se podílejí na snížení vysokých hladin plazmatického homocysteinu a tím zabraňují vzniku kognitivních poruch a rozvoji demence (Rai et al. 2021). Jelikož je vitamin B<sub>2</sub> (riboflavin) zapojený do procesů zajišťujících dodávku energie do mozku, jeho nedostatečné množství vede k neurodegeneraci. U zdravých starších osob s nízkými koncentracemi vitaminů C, B<sub>2</sub> a B<sub>9</sub> v krvi testy odhalily snížené funkce paměti a abstraktního myšlení. Po následné suplementaci těmito vitaminy došlo k výraznému zlepšení (Ajibawo-Aganbi et al. 2020).

Nedávné důkazy naznačují, že polyfenolické sloučeniny, včetně flavonoidů, fenolových kyselin a taninů, mohou mít protektivní účinek proti poklesu kognitivních funkcí souvisejících s věkem. Zdrojem těchto sloučenin jsou borůvky, olivový olej, ořechy, kakao, zelený čaj a hroznové víno. Tmavé hroznové víno se vyznačuje bohatým obsahem fenolových kyselin,

flavonoidů a stilbenů, přičemž u konzumace šťávy z tmavých hroznů byl sledován pozitivní vliv na prokrvení mozku a zlepšení prostorové paměti (Stefaniak et al. 2022). Flavonoidy byly mimo jiné spojeny s prevencí PD, neboť vykazují pozitivní vliv na zachování dopaminergních neuronů (Ajibawo-Aganbi et al. 2020). V prevenci rozvoje AD může být využíván polyfenol epigallocatechin-3-gallát, který se vyskytuje v extraktu ze zeleného čaje a u něhož byly objeveny ochranné účinky proti poškození neuronů (Stefaniak et al. 2022).

Kromě již zmíněných polyfenolických sloučenin představují polyneenasycené mastné kyseliny další potenciální dietní zásah proti rozvoji NO v pokročilém věku (Joseph et al. 2009). PUFA se stávají díky svým prokázaným neuroprotektivním vlastnostem předmětem zájmu mnoha výzkumů v oblasti prevence NO spojených s věkem (Stefaniak et al. 2022). Zvláště zásadní vliv na udržení kognitivních funkcí byl sledován u dokosahexaenové kyseliny ze skupiny  $\omega$ -3 PUFA (Ajibawo-Aganbi et al. 2020). V průběhu stárnutí, zejména u pacientů AD, mají hladiny DHA v mozku tendenci klesat (Thomas et al. 2015), přičemž snížená hladina DHA má za následek zhoršení kognitivních funkcí u starších osob (Ajibawo-Aganbi et al. 2020).

Z literárních zdrojů vyplývá, že pokud jedinec bude ve své stravě přijímat látky s antioxidačními a protizánětlivými vlastnostmi a zároveň omezí konzumaci bohatou na trans mastné kyseliny a příjem vysoce zpracovaných potravin, může významně snížit riziko rozvoje AD (viz Tabulka 4) (Stefaniak et al. 2022).

Tabulka 4 Vliv dietních faktorů na rozvoj neurodegenerativních onemocnění, upraveno dle Stefaniatroeschk et al. (2022).

Pozitivní dietní faktory	Negativní dietní faktory
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vitamin E (rostlinné oleje lisované za studena)</li> <li>• Vitamin C (citrusové plody, brokolice)</li> <li>• Vitaminy skupiny B (fazole, ořechy)</li> <li>• PUFA (ryby, mořské plody)</li> <li>• Polyfenoly (zelený čaj, hroznové víno)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vysoce zpracované potraviny (rychlá občerstvení)</li> <li>• SFA (palmový olej)</li> <li>• Trans mastné kyseliny (ztužené tuky v potravinách)</li> <li>• Jednoduché cukry a sladkosti</li> <li>• Potraviny o nízké kvalitě – riziko konzumace toxinů</li> </ul>

Vědci se domnívají na základě existence vztahu mezi kardiovaskulárním zdravím a optimální funkcí mozku, že správně zavedené kardioprotektivní stravovací návyky, jako je středomořská strava, mohou být preventivní strategií proti neurodegenerativním onemocněním (Gardener & Caunca 2018). Středomořská strava se vyznačuje vysokou konzumací ovoce, zeleniny, ořechů, luštěnin, nerafinovaných obilovin, ryb a nízkou spotřebou masa a mléčných výrobků. V rámci této stravy je také zaregistrován zvýšený příjem červeného vína. Příznivý vliv středomořské stravy je připisován vyššímu příjmu živin s neuroprotektivními účinky, kdy například ryby a ořechy obsahují  $\omega$ -3 mastné kyseliny, červené víno obsahuje polyfenoly a ovoce a zelenina dodávají antioxidanty. V jedné ze studií bylo pozorováno, že příjem jediné porce ryby za týden může snížit riziko rozvoje demence téměř o 10 %. Podle WHO lze středomořskou dietu doporučit jedincům s normálními kognitivními funkcemi

a lidem s mírným kognitivním poklesem jako prevence rozvoje neurodegenerativních onemocnění (Stefaniak et al. 2022). Nezbytné je zmínit, že změna stravovacích návyků v pokročilém věku nemusí být dostatečně včasná na to, aby se zamezilo rozvoji NO. Zdá se, že střední věk může být kritické období, během kterého může mít strava dopad na vznik NO ve stáří. Do budoucna je tedy zapotřebí dlouhodobých studií, které pomohou určit, kdy během života mají stravovací návyky největší dopad na snížení rizika NO v pozdním věku (Gardener & Caunca 2018).

### 3.5.4 Kardiovaskulární onemocnění

Kardiovaskulární onemocnění (KVO) jsou hlavní příčinou úmrtí lidí starších 65 let. S věkem související strukturální a funkční změny kardiovaskulární soustavy, které jsou již popsány v kapitole 3.2.5. Kardiovaskulární soustava, zvyšují riziko KVO u starší populace (Gadó et al. 2022).

Míra prevalence hypertenze, městnavého srdečního selhání, ischemické choroby srdeční, arytmií, cévní mozkové příhody a onemocnění periferních arterií se pohybuje kolem 80 % u populace starší 80 let. Hypertenze úzce souvisí s kardiovaskulární mortalitou, přičemž míra prevalence je odhadována na více než 60 % u populace starší 60 let. Nejčastější formou hypertenze u starších osob je izolovaná systolická hypertenze (Gadó et al. 2022).

Četné studie naznačily, že prevence KVO u starších jedinců má zásadní význam pro udržení kvality života starší populace a snížení zátěže zdravotní péče. Z toho důvodu v současné době roste zájem o prevenci KVO u starších osob (Yong et al. 2017).

Nezdravá strava hraje ústřední roli ve vývoji KVO. Špatné stravovací návyky (např. nízký příjem ovoce a zeleniny a nadměrný příjem sodíku) mohou vést k obezitě, hypertenzi a diabetu mellitu, což zvyšuje zátěž kardiovaskulární soustavy (Fekete et. al 2022). Naopak změny životního stylu, včetně stravovacích návyků, vedou ke zlepšení lipidových profilů a snížení rizika KVO u starší populace. Doporučuje se strava bohatá na ovoce, zeleninu, celozrnné výrobky, luštěniny, ryby, ořechy, drůbež a omezení konzumace nasycených mastných kyselin a přidaného cukru. Takovému způsobu stravování odpovídá středomořská strava nebo DASH dieta bohatá na vlákninu, bílkoviny, hořčík, vápník a draslík (Bruins et al. 2019). Mnohdy špatný zdravotní stav dutiny ústní u seniorů může narušit dodržování zmíněných stravovacích návyků. V takovém případě je nutné provést úpravy, či vyhledat pomoc nutričního specialisty (Orkaby et al. 2018).

Mastné kyseliny s dlouhým řetězcem (např. v rybách, mořských plodech) a mastné kyseliny se středním řetězcem (např. ve lněném semínku) snižují riziko KVO. V jedné studii prováděné na vzorku populace starší 65 let bez KVO bylo zjištěno, že konzumace ryb dvakrát týdně byla spojena s významně nižším rizikem úmrtí na ischemickou chorobu srdeční. (Ciumărnean et al. 2022). Suplementace  $\omega$ -3 LCPUFA zlepšila vaskulární funkci, snížila srdeční frekvenci a tlak, přičemž DHA měla větší účinek než EPA. Nedávné výsledky studie VITAL ukázaly, že u jedinců ve věku  $\geq 50$  let konzumace 840 mg  $\omega$ -3 LCPUFA denně snížila riziko srdečního infarktu téměř o 30 % (Bruins et al. 2019).

Vitamin E byl rozsáhle zkoumán pro svou antioxidační aktivitu a význam v prevenci KVO, neboť je schopen ochránit PUFA, lipoproteiny a buněčné membrány před oxidačním poškozením. Ve studii Women's Health Study byla suplementace vitaminem E u žen starších 65 let spojena se snížením rizika závažných srdečních příhod. Nicméně vitamin E a jeho role v prevenci KVO je stále předmětem zkoumání (Bruins et al. 2019).

Sodík a draslík mají také významný vliv na riziko KVO. Snížení příjmu soli pozitivně ovlivňuje snížení krevního tlaku a snižuje riziko hypertenze. Naopak příjem draslíku by měl být podporován, neboť vykazuje pozitivní účinky na krevní tlak (Fekete et al. 2022).

Úprava životního stylu se netýká pouze stravovacích návyků, ale také zákazu kouření, pravidelné fyzické aktivity a kontroly příjmu alkoholu. Nadváha je spojována s rizikem zvýšeného krevního tlaku, nepříznivým lipidovým profilem a diabetem mellitem, což jsou vysoce rizikové faktory KVO (Yong et al. 2017). Souvislost mezi vyšším věkem jedince a přítomností nadměrné abdominální obezity predisponuje starší populaci k vyššímu riziku rozvoje aterosklerotického kardiovaskulárního onemocnění. K prevenci KVO u starších osob je doporučeno omezení sedavého způsobu života a zařazení pravidelné fyzické aktivity (Ciumărnean et al. 2022).

## 4 Závěr

Cílem předkládané bakalářské práce bylo nastudovat českou i zahraniční literaturu, která se dotýká problematiky výživy seniorů a na základě získaných poznatků sepsat vybraná výživová doporučení pro starší populaci. Součástí cíle bakalářské práce bylo též vybrat onemocnění a s využitím podkladů české i zahraniční literatury zpracovat informace týkající se preventivních opatření těchto chorob.

Poznatky o průběhu stárnutí v jednotlivých tělních soustavách efektivně napomáhají k sestavení výživových doporučení pro starší populaci, jejichž cílem je zmírnit rozsahy negativních změn vyvolaných stárnutím a jejich dopad na kvalitu života staršího jedince. Vzhledem ke snížené fyzické aktivitě a úbytku beztukové hmoty klesá u starší osoby potřeba energetického příjmu. Zde je nutné si ovšem uvědomit, že nároky na příjem živin jsou stejné jako u mladší populace či dokonce vyšší a přizpůsobit těmto nárokům volbu potravin.

Starší populace by se měla v rámci svých stravovacích návyků zaměřit zvláště na příjem bílkovin, preferovat potraviny s vyšším obsahem vlákniny a dbát na optimální příjem mononenasycených a polynenasycených mastných kyselin. Tato doporučení lze splnit pomocí středomořské stravy, u které byly prokázány protektivní účinky proti řadě onemocnění. U příjmu mikronutrientů je nutné dbát na dostatečný příjem vitamínu D a vápníku z hlediska rizika rozvoje osteoporózy. Pozornost je také nezbytné zaměřit na dostatečný příjem zinku a vitamínu B<sub>12</sub>, neboť jejich nedostatek se udává do souvislosti s poklesem kognitivních funkcí. Na druhou stranu nadbytečný příjem je třeba hlídat u fosforu, jelikož jeho nadbytek způsobený konzumací zpracovaných potravin má negativní dopad na úbytek kostní hmoty a riziko kardiovaskulárních chorob.

Nedostatečná informovanost či neaplikování teoretických znalostí ohledně výživy seniorů v praxi mnohdy končí podvýživou, deficitním stavem mikronutrientů nebo nadváhou a obezitou. Takové stavy zvyšují riziko onemocnění a negativně se odrážejí na celkové kvalitě života starších jedinců. Zvýšená informovanost staršího jedince či jeho rodinných příslušníků ohledně zásad výživy seniorů může být vhodným preventivním opatřením pro zachování kvality života ve stáří. Jistou výhodou představují zařízení určená pro seniory, kde starší jedinec dostává každý den stravu, která je upravená dle výživových specialistů a odpovídá potřebám starší osoby.

Prevalence celé řady chronických onemocnění (např. kardiovaskulární onemocnění, diabetes mellitus 2. typu, osteoporóza, neurodegenerativní onemocnění) se s přibývajícím věkem zvyšuje. Prevence těchto onemocnění se však netýká pouze starší populace, naopak je vhodné preventivní opatření zařadit co nejdříve do svého života. Změna životního stylu a stravovacích návyků se ukázaly jako efektivní strategie v prevenci většiny chorob. Správné stravovací návyky starších jedinců snižují riziko rozvoje chronických onemocnění a tím napomáhají odlehčit zdravotnický sektor a sektor sociálních služeb.

## 5 Literatura

- Agarwalla R, Saikia AM, Baruah R. 2015. Assessment of the nutritional status of the elderly and its correlates. *Journal of Family & Community Medicine* **22(1)**:39-43.
- Agregán R, Popova T, López-Pedrouso M, Cantalapiedra J, Lorenzo JM, Franco D. 2022. Chapter 12 – Fatty acids. Pages 257-286 in Lorenzo JM, Sichert Muneke PE, Pateiro M, Barba FJ, Domínguez R, editors. *Food Lipids Sources, Health Implications, and Future Trends*. Academic Press, Cambridge, Massachusetts.
- Ahmed T, Haboubi N. 2010. Assessment and management of nutrition in older people and its importance to health. *Clinical Interventions in Aging* **5**:207-216.
- Ajibawo-Aganbi U, Saleem S, Khan SZA, Veliginti S, Perez Bastidas MV, Lungba RM, Cancarevicl. 2020. Can Nutritional Adequacy Help Evade Neurodegeneration in Older Age? A Review. *Cureus* **12(10)** (e10921) DOI: 10.7759/cureus.10921.
- Amarya S, Singh K, Sabharwal M. 2014. Health consequences of obesity in the elderly. *Journal of Clinical Gerontology and Geriatrics* **5(3)**:63-67.
- Amarya S, Singh K, Sabharwal M. 2015. Changes during aging and their association with malnutrition. *Journal of Clinical Gerontology and Geriatrics* **6(3)**:78-84.
- Atkins, J, Wannamathee SG. 2020. Sarcopenic obesity in ageing: Cardiovascular outcomes and mortality. *British Journal of Nutrition*, **124(10)**:1102-1113.
- Bales CW, Porter Starr KN. 2018. Obesity Interventions for Older Adults: Diet as a Determinant of Physical Function. *Advances in Nutrition* **9(2)**:151-159.
- Barazzoni R, Bischoff S, Boirie Y, Busetto L, Cederholm T, Dicker D, Toplak H, Van Gossum A, Yumuk V, Vettor R. 2018. Sarcopenic Obesity: Time to Meet the Challenge. *Obesity Facts* **11**:294-305.
- Barnsley J, Buckland G, Chan PE, Ong A, Ramos AS, Baxter M, Laskou F, Dennison EM, Cooper C, Patel HP. 2021. Pathophysiology and treatment of osteoporosis: challenges for clinical practice in older people. *Aging Clinical and Experimental Research* **33**:759–773.
- Baum JI, Kim I-Y, Wolfe RR. 2016. Protein Consumption and the Elderly: What Is the Optimal Level of Intake?. *Nutrients* **8(6)**:359.
- Belibasakis GN. 2018. Microbiological changes of the ageing oral cavity. *Archives of Oral Biology* **96**:230-232.
- Bermudez OI. 2018. Diabetes Mellitus; Diagnosis and Treatment in the Elderly. Pages 133-140 in Huhtaniemi I, Martini L, editors. *Encyclopedia of Endocrine Diseases (Second Edition)*. Academic Press, Cambridge, Massachusetts.
- Beto JA. 2015. The role of calcium in human aging. *Clinical Nutrition Research* **4(1)**:1-8.
- Biagi E, Candela M, Fairweather-Tait S, Franceschi C, Brigidi P. 2011. Ageing of the human metaorganism: the microbial counterpart. *AGE* **34**:247-267.

- Bitar K, Greenwood-Van Meerveld B, Saad R, Wiley JW. 2011. Aging and Gastrointestinal Neuromuscular Function: Insights from Within and Outside the Gut. *Neurogastroenterology & Motility* **23(6)**:490-501.
- Bruins MJ, Van Dael P, Eggersdorfer M. 2019. The Role of Nutrients in Reducing the Risk for Noncommunicable Diseases during Aging. *Nutrients* **11(1)**:85.
- Bulut EA, Soysal P, Aydin AE, Dokuzlar O, Kocyigit SE, Isik AT. 2017. Vitamin B12 deficiency might be related to sarcopenia in older adults. *Experimental Gerontology* **95**:136-140.
- Cabrera ÁJR. 2015. Zinc, aging, and immunosenescence: an overview. *Pathobiology Aging & Age-related Diseases* **5(1)**:25592.
- Calder PC. 2015. Functional Roles of Fatty Acids and Their Effects on Human Health. *JPEN Journal of Parenteral Enteral Nutrition* **39(15)**:18-32.
- Caligiore D, Giocondo F, Silveti M. 2022. The Neurodegenerative Elderly Syndrome (NES) hypothesis: Alzheimer and Parkinson are two faces of the same disease. *IBRO Neuroscience Reports* **13**:330-343.
- Camina Martín MA, de Mateo Silleras B, Redondo de Río MP. 2018. Body Composition in Older Adults. Pages 69-78 in Ram JL, Conn PM, editors. *Conn's Handbook of Models for Human Aging*. Academic Press, Cambridge, Massachusetts.
- Cannarella R, Barbagallo F, Condorelli RA, Aversa A, La Vignera S, Calogero AE. 2019. Osteoporosis from an Endocrine Perspective: The Role of Hormonal Changes in the Elderly. *Journal of Clinical Medicine* **8(10)**:1564.
- Ciumărnean L, Milaciu MV, Negrean V, Orășan OH, Vesa SC, Sălăgean O, Iluț S, Vlaicu SI. 2022. Cardiovascular Risk Factors and Physical Activity for the Prevention of Cardiovascular Diseases in the Elderly. *International Journal of Environmental Research and Public Health* **19(1)**:207.
- Clemente-Suárez VJ, Mielgo-Ayuso J, Martín-Rodríguez A, Ramos-Campo DJ, Redondo-Flórez L, Tornero-Aguilera JF. 2022. The Burden of Carbohydrates in Health and Disease. *Nutrients* **14(18)**:3809.
- Combs GF, McClung JP. 2022. Chapter 17 - Vitamin B12. Pages 493-521 in Combs GF, McClung JP, editors. *The Vitamins (Sixth Edition) Fundamental Aspects in Nutrition and Health*. Academic Press, Cambridge, Massachusetts.
- Cormick G, Belizán JM. 2019. Calcium Intake and Health. *Nutrients* **11(7)**:1606.
- Corrado A, Cici D, Rotondo C, Maruotti N, Cantatore FP. 2020. Molecular Basis of Bone Aging. *International Journal of Molecular Sciences* **21(10)**:3679.
- Cowen LE, Hodak SP, Verbalis JG. 2013. Age-Associated Abnormalities of Water Homeostasis. *Endocrinology and Metabolism Clinics of North America* **42(2)**:349-370.

- Cristina NM, Lucia d'A. 2021. Nutrition and Healthy Aging: Prevention and Treatment of Gastrointestinal Diseases. *Nutrients* **13(12)**:4337.
- Český statistický úřad. 2021. Sčítání 2021: Věková struktura. Český statistický úřad. Available from <https://www.czso.cz/csu/scitani2021/vekova-struktura> (accessed April 2023).
- D'Amelio P, Isaia GC. 2015. Male Osteoporosis in the Elderly. *International Journal of Endocrinology* **2015**:907689.
- Dai Z, Koh WP. 2015. B-Vitamins and Bone Health—A Review of the Current Evidence. *Nutrients* **7(5)**:3322-3346.
- de Sire A, Ferrillo M, Lippi L, Agostini F, de Sire R, Ferrara PE, Raguso G, Riso S, Rocuzzo A, Ronconi G, Invernizzi M, Migliario M. 2022. Sarcopenic Dysphagia, Malnutrition, and Oral Frailty in Elderly: A Comprehensive Review. *Nutrients* **14(5)**:982.
- Deer RR, Volpi E. 2015. Protein intake and muscle function in older adults. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care* **18(3)**:248-253.
- Dent E, Wright ORL, Woo J, Hoogendijk EO. 2023. Malnutrition in older adults. *The Lancet* **401(10380)**:951-966.
- Dharmarajan TS, Sohagia A, Pitchumoni CS. 2012. The Gastrointestinal System and Aging. Pages 33-47 in Dharmarajan TS, Pitchumoni CS, editors. *Geriatric Gastroenterology*. Springer, New York, NY, New York.
- Dominguez LJ, Di Bella G, Belvedere M, Barbagallo M. 2011. Physiology of the aging bone and mechanisms of action of bisphosphonates. *Biogerontology* **12**:397-408.
- Donini LM, Savina C, Cannella C. 2009. NUTRITION IN THE ELDERLY: ROLE OF FIBER. *Archives of Gerontology and Geriatrics* **49**:61-69.
- Donna Cech PT. 2012. Prevention of osteoporosis: From infancy through older adulthood. *Hong Kong Physiotherapy Journal* **30(1)**:6-12.
- Drake MT, Clarke BL, Lewiecki EM. 2015. The Pathophysiology and Treatment of Osteoporosis. *Clinical Therapeutics* **37(8)**:1837-1850.
- Dumic I, Nordin T, Jecmenica M, Stojkovic Lalosevic M, Milosavljevic T, Milovanovic T. 2019. Gastrointestinal Tract Disorders in Older Age. *Canadian Journal of Gastroenterology and Hepatology* **2019**:6757524.
- Eastell R, Schini M. 2021. Prevention and management of osteoporosis. *Medicine* **49(9)**:572-577.
- Encyclopedia Britannica. 2023. old age. Encyclopedia Britannica. Available from <https://www.britannica.com/science/old-age> (accessed April 2023).
- Fekete M, et al. 2022. Nutrition Strategies Promoting Healthy Aging: From Improvement of Cardiovascular and Brain Health to Prevention of Age-Associated Diseases. *Nutrients* **15(1)**:47.



- Fernandes JM, Araújo JF, Vieira JM, Pinheiro AC, Vicente AA. 2021. Tackling older adults' malnutrition through the development of tailored food products. *Trends in Food Science & Technology* **115**:55-73.
- Flynn C, Dhatariya K. 2020. Nutrition in older adults living with diabetes. *Practical Diabetes* **37(4)**:138-142.
- Forouhi NG, Misra A, Mohan V, Taylor R, Yancy W. 2018. Dietary and nutritional approaches for prevention and management of type 2 diabetes. *BMJ* **361** (k2234) DOI: 10.1136/bmj.k2234.
- Gadó ., Szabo A, Markovics D, Virág A. 2022. Most common cardiovascular diseases of the elderly – A review article. *Developments in Health Sciences*, **4(2)**:27-32.
- Gardener H, Caunca MR. 2018. Mediterranean Diet in Preventing Neurodegenerative Diseases. *Current Nutrition Reports* **7**:10-20.
- Gille D. 2010. Overview of the physiological changes and optimal diet in the golden age generation over 50. *European Review of Aging and Physical Activity* **7**:27-36.
- Gong Z, Muzumdar RH. 2012. Pancreatic Function, Type 2 Diabetes, and Metabolism in Aging. *International Journal of Endocrinology* **2012**:320482.
- Griel AE, Ruder EH, Kris-Etherton PM. 2006. The changing roles of dietary carbohydrates: from simple to complex. *Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology* **26(9)**:1958–1965.
- Grochowicz J, Fabisiak A, Ekielski A. 2021. Importance of physical and functional properties of foods targeted to seniors. *Journal of Future Foods* **1 (2)**:146-155.
- Hooper L, Bunn D, Jimoh FO, Fairweather-Tait SJ. 2014. Water-loss dehydration and aging. *Mechanisms of Ageing and Development*. **136-137**:50-58.
- Hou Y, Dan X, Babbar M, Wei Y, Hasselbalch SG, Croteau DL, Bohr VA. 2019. Ageing as a risk factor for neurodegenerative disease. *Nature Reviews Neurology* **15**:565–581.
- Hou Y-Ch, Wu Ch-Ch, Lia M-T, Shyu J-F, Hung Ch-F, Yen T-H, Lu Ch-L, Lu K-Ch. 2018. Role of nutritional vitamin D in osteoporosis treatment. *Clinica Chimica Acta* **48**:179-191.
- Hribar CA, Cobbold PH, Church FC. 2020. Potential Role of Vitamin D in the Elderly to Resist COVID-19 and to Slow Progression of Parkinson's Disease. *Brain Sciences* **10(5)**:284.
- Huang Y-H, Chiu W-C, Hsu Y-P, Lo Y-L, Wang Y-H. 2020. Effects of Omega-3 Fatty Acids on Muscle Mass, Muscle Strength and Muscle Performance among the Elderly: A Meta-Analysis. *Nutrients* **12(12)**:3739.
- Chandran M, Tay D, Mithal A. 2019. Supplemental calcium intake in the aging individual: implications on skeletal and cardiovascular health. *Aging Clinical and Experimental Research* **31**:765-781.
- Chasapis ChT, Ntoupa PSA, Spiliopoulou ChA, Stefanidou ME. 2020. Recent aspects of the effects of zinc on human health. *Archives of Toxicology* **94**:1443-1460.

- Chentli F, Azzoug S, Mahgoun S. 2015. Diabetes mellitus in elderly. *Indian Journal of Endocrinology and Metabolism* **19(6)**:744-752.
- Chia CHW, Egan JM, Ferrucci L. 2018. Age-Related Changes in Glucose Metabolism, Hyperglycemia, and Cardiovascular Risk. *Circulation Research* **123(7)**:886-904.
- Chou YH, Chen YM. 2021. Aging and Renal Disease: Old Questions for New Challenges. *Aging and disease* **12(2)**:515-528.
- JafariNasabian P, Inglis JE, Reilly W, Kelly OJ, Ilich JZ. 2017. Aging human body: changes in bone, muscle and body fat with consequent changes in nutrient intake. *Journal of Endocrinology* **234(1)**:R37-R51.
- Ji T, Li Y, Ma L. 2022. Sarcopenic Obesity: An Emerging Public Health Problem. *Aging and Disease* **13(2)**:379-388.
- Joseph J, Cole G, Head E, Ingram D. 2009. Nutrition, Brain Aging, and Neurodegeneration. *Journal of Neuroscience* **29(41)**:12795-12801.
- Kalvach Z, Jiráček R, Zadák Z, et al. 2004. *Geriatric a gerontologie*. Grada, Praha.
- Kalyani RR, Egan JM. 2013. Diabetes and Altered Glucose Metabolism with Aging. *Endocrinology and Metabolism Clinics of North America* **42(2)**:333-347.
- Khorasaniha R, Olof H, Voisin A, Armstrong K, Eytan W, Vasanthan T, Armstrong H. 2023. Diversity of fibers in common foods: Key to advancing dietary research. *Food Hydrocolloids* **139**:108495
- Knight J, Nigam Y. 2017. Anatomy and physiology of ageing 2: the respiratory system. *Nursing Times* **113(3)**:53-55.
- Koliaki C, Liatis S, Dalamaga M, Kokkinos A. 2019. Sarcopenic Obesity: Epidemiologic Evidence, Pathophysiology, and Therapeutic Perspectives. *Current Obesity Reports* **8**:458–471.
- Kołodziej M, Ignasiak Z, Ignasiak T. 2021. Annual changes in appendicular skeletal muscle mass and quality in adults over 50 y of age, assessed using bioelectrical impedance analysis. *Nutrition* **90**:111342.
- Kupisz-Urbańska M, Łukaszkiwicz J, Marcinowska-Suchowierska E. 2021. Vitamin D in Elderly. *Vitamin D*. IntechOpen. DOI: 10.5772/intechopen.97324.
- Kupisz-Urbanska M, Marcinowska-Suchowierska E. 2022. Malnutrition in Older Adults—Effect on Falls and Fractures: A Narrative Review. *Nutrients* **14(15)**:3123.
- Kyrou I, Randeve HS, Tsigos C, Kaltsas G, Weickert MO. 2018. Clinical Problems Caused by Obesity. MDText.com, Inc., South Dartmouth (MA). Available from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/sites/books/NBK278973/> (accessed April 2023).
- Lamberg-Allardt C, Kemi V. 2017. Interaction Between Calcium and Phosphorus and the Relationship to Bone Health. Pages 145-157 in Gutiérrez O, Kalantar-Zadeh K, Mehrotra

- R, editors. *Clinical Aspects of Natural and Added Phosphorus in Foods*. Nutrition and Health. Springer, New York.
- LeBoff M, Greenspan S, Insogna K, Lewiecki EM, Saag KG, Singer AJ, Siris ES. 2022. The clinician's guide to prevention and treatment of osteoporosis. *Osteoporosis International* **33**:2049–2102.
- Leite G, Pimentel M, Barlow GM, Mathur R. 2021. The small bowel microbiome changes significantly with age and aspects of the ageing process. *Microbial Cell* **9(1)**:21-23.
- Ley SH, Hamdy O, Mohan V, Hu FB. 2014. *Prevention and Management of Type 2 Diabetes: Dietary Components and Nutritional Strategies*.
- Li P, Feng D, Yang D, Li X, Sun X, Wang G, Tian L, Jiang X, Bai W. 2021. Protective effects of anthocyanins on neurodegenerative diseases. *Trends in Food Science & Technology* **117**:205-217.
- Lowery EM, Brubaker AL, Kuhlmann E, Kovacs EJ. 2013. The aging lung. *Clinical Interventions in Aging* **8**:1489-1496.
- Martinez LC, Sherling D, Holley A. 2019. The Screening and Prevention of Diabetes Mellitus. *Primary Care: Clinics in Office Practice* **46(1)**:41-52.
- Martyniak K, Wei F, Ballesteros A, Meckmongkol T, Calder A, Gilbertson T, Orlovskaya N, Coathup MJ. 2021. Do polyunsaturated fatty acids protect against bone loss in our aging and osteoporotic population?. *Bone* **143**:115736.
- Masot O, Miranda J, Santamaría AL, Paraiso Pueyo E, Pascual A, Botigué T. 2020. Fluid Intake Recommendation Considering the Physiological Adaptations of Adults Over 65 Years: A Critical Review. *Nutrients* **12(11)**:3383.
- McKee AM, Morley JE. 2021. *Obesity in the Elderly*. MDText.com, Inc., South Dartmouth (MA). Available from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK532533/> (accessed April 2023).
- Mikkelsen K, Apostolopoulos V. 2018. B Vitamins and Ageing. Pages 451-470 in Harris JR, Korolchuk VI, editors. *Biochemistry and Cell Biology of Ageing: Part I Biomedical Science*. Springer, Singapore.
- Nguyen VTT, Taheri N, Chandra A, Hayashi Y. 2022. Aging of enteric neuromuscular systems in gastrointestinal tract. *Neurogastroenterology and Motility: the Official Journal of the European Gastrointestinal Motility Society* **34(6)**:(e14352) DOI: 10.1111/nmo.14352.
- Nigam Y, Knight J, Bhattacharya S, Bayer A. 2012. Physiological Changes Associated with Aging and Immobility. *Journal of Aging Research* **2012**:468469.
- Norman K, Haß U, Pirlich M. 2021. Malnutrition in Older Adults—Recent Advances and Remaining Challenges. *Nutrients* **13(8)**:2764.
- Nowson C, O'Connell S. 2015. Protein Requirements and Recommendations for Older People: A Review. *Nutrients* **7(8)**:6874-6899.

- Ordovas JM, Berciano S. 2020. Personalized nutrition and healthy aging. *Nutrition Reviews* **78(S3)**:58-65.
- Orkaby AR, Onuma O, Qazi S, Gaziano JM, Driver JA. 2018. Preventing cardiovascular disease in older adults: One size does not fit all. *Cleveland Clinic Journal of Medicine* **85(1)**:55-64.
- Paneni F, Cañestro CD, Libby P, Lüscher TF, Camici GG. 2017. The Aging Cardiovascular System: Understanding It at the Cellular and Clinical Levels. *Journal of the American College of Cardiology* **69(15)**:1952-1967.
- Patterson E, Wall R, Fitzgerald GF, Ross RP, Stanton C. 2012. Health Implications of High Dietary Omega-6 Polyunsaturated Fatty Acids. *Journal of Nutrition and Metabolism* **2012**:539426.
- Pludowski P, et al. 2018. Vitamin D supplementation guidelines. *The Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology* **175**:125-135.
- Polyzos SA, Margioris AN. 2018. Sarcopenic obesity. *Hormones* **17**:321–331.
- Ponti F, Santoro A, Mercatelli D, Gasperini C, Conte M, Martucci M, Sangiorgi L, Franceschi C and Bazzocchi A. 2020. Aging and Imaging Assessment of Body Composition: From Fat to Facts. *Front Endocrinol (Lausanne)* **10**:861.
- Power SE, O'Toole PW, Stanton C, Ross RP, Fitzgerald GF. 2013. Intestinal microbiota, diet and health. *British Journal of Nutrition* **111(3)**:387-402.
- Poznyak A, Sadykhov NK, Kartuesov AG, Borisov EE, Sukhorukov VN, Orekhov A. 2022. Aging of Vascular System Is a Complex Process: The Cornerstone Mechanisms. *International Journal of Molecular Sciences* **23(13)**:6926.
- Pu F, Chen N, Xue S. 2016. Calcium intake, calcium homeostasis and health. *Food Science and Human Wellness* **5(1)**:8-16.
- Rai SN, Singh P, Steinbusch HWM, Vamanu E, Ashraf G, Singh MP. 2021. The Role of Vitamins in Neurodegenerative Disease: An Update. *Biomedicines* **9(10)**:1284.
- Ramel A, Stenholm S. 2021. Obesity and Health in Older Adults. Pages 207-214 in Geirsdóttir ÓG, Bell JJ, editors. *Interdisciplinary Nutritional Management and Care for Older Adults*. Springer, Cham.
- Rémond D, et al. 2015. Understanding the gastrointestinal tract of the elderly to develop dietary solutions that prevent malnutrition. *Oncotarget* **6(16)**:13858–13898.
- Rosen CJ. 2020. The Epidemiology and Pathogenesis of Osteoporosis. MDText.com, Inc., South Dartmouth (MA). Available from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/sites/books/NBK279134/> (accessed April 2023).
- Sanders TAB. 2016. 1 - Introduction: The Role of Fats in Human Diet. Pages 1-20 in Sanders TAB, editor. *Functional Dietary Lipids Food Formulation, Consumer Issues and Innovation for Health*. Woodhead Publishing, Cambridge.

- Saunders J, Smith T, Stroud M. 2019. Malnutrition and undernutrition. *Medicine* **47(3)**:152-158.
- Serna J, Bergwitz C. 2020. Importance of Dietary Phosphorus for Bone Metabolism and Healthy Aging. *Nutrients* **12(10)**:3001.
- Shock NW. 2023. human aging. *Encyclopedia Britannica*. Available from <https://www.britannica.com/science/human-aging> (accessed April 2023).
- Schernthaner G, Schernthaner-Reiter MH. 2018. Diabetes in the older patient: heterogeneity requires individualisation of therapeutic strategies. *Diabetologia* **61**:1503–1516.
- Schols JMGA, De Groot CPGM, Van Der Cammen TJM, Olde Rikkert MGM. 2009. Preventing and treating dehydration in the elderly during periods of illness and warm weather. *The Journal of Nutrition, Health and Aging* **13**:150–157.
- Singh G, Quadri S, Kapoor B, Rathi S. 2018. Effect of nutrition in edentulous geriatric patients. *Journal of Oral Research and Review* **10(1)**:33.
- Soenen S, Rayner CK, Jones KL, Horowitz M. 2016. The ageing gastrointestinal tract. *Current opinion in clinical nutrition and metabolic care* **19(1)**:12-8.
- Soenen S, Rayner CHK, Horowitz M, Jones KL. 2015. Gastric Emptying in the Elderly. *Clinics in Geriatric Medicine* **31(3)**:339-353.
- Soh Y, Lee DH, Won CW. 2020. Association between Vitamin B12 levels and cognitive function in the elderly Korean population. *Medicine (Baltimore)* **99(30)** (e21371) DOI: 10.1097/MD.00000000000021371
- Soliman GA. 2019. Dietary Fiber, Atherosclerosis, and Cardiovascular Disease. *Nutrients* **11(5)**:1155.
- Společnost pro výživu, z.s. 2019. Referenční hodnoty pro příjem živin (V ČR 2. vydání). Neuer Umschlag Buchverlag, Bonn.
- Stefaniak O, Dobrzyńska M, Drzymała-Czyż S, Przysławski J. 2022. Diet in the Prevention of Alzheimer's Disease: Current Knowledge and Future Research Requirements. *Nutrients* **14(21)**:4564.
- Stephen AM, Champ MMJ, Cloran SJ, Fleith M, Van Lieshout L, Mejbourn H, Burley VJ. 2017. Dietary fibre in Europe: Current state of knowledge on definitions, sources, recommendations, intakes and relationships to health. *Nutrition Research Reviews* **30(2)**:149-190.
- Stránský M. 2015. Nutrition in old age. *Kontakt* **17(3)**:163-170.
- Sun R, Wang J, Feng J, Cao B. 2022. Zinc in Cognitive Impairment and Aging. *Biomolecules* **12(7)**:1000.
- Špatenková N, Smékalová L. 2015. Edukace seniorů, geragogika a gerontodidaktika. Grada Publishing a.s., Praha.

- Takeda E, Yamamoto H, Yamanaka-Okumura H, Taketani Y. 2012. Dietary phosphorus in bone health and quality of life. *Nutrition Reviews* **70(6)**:311-321.
- Thomas J, Thomas CJ, Radcliffe J, Itsiopoulos C. 2015. Omega-3 Fatty Acids in Early Prevention of Inflammatory Neurodegenerative Disease: A Focus on Alzheimer's Disease. *BioMed research international* 2015:172801.
- Troesch B, Eggersdorfer M, Laviano A, Rolland Y, Smith AD, Warnke I, Weimann A, Calder PC. 2020. Expert Opinion on Benefits of Long-Chain Omega-3 Fatty Acids (DHA and EPA) in Aging and Clinical Nutrition. *Nutrients* **12(9)**:2555.
- Vágnerová T, et al. 2020. *Výživa v geriatrii a gerontologii*. Karolinum, Praha.
- Villa-Etchegoyen C, Lombarte M, Matamoros N, Belizán JM, Cormick G. 2019. Mechanisms Involved in the Relationship between Low Calcium Intake and High Blood Pressure. *Nutrients* **11(5)**:1112.
- Volkert D, et al. 2019. ESPEN guideline on clinical nutrition and hydration in geriatrics. *Clinical Nutrition* **38**:10-47.
- Vorland CJ, Stremke ER, Moorthi RN, Hill Gallant KM. 2017. Effects of Excessive Dietary Phosphorus Intake on Bone Health. *Current Osteoporosis Reports* **15**:473–482.
- Weinstein JR, Anderson S. 2010. The Aging Kidney: Physiological Changes. *Advances in Chronic Kidney Disease* **17(4)**:302-307.
- WHO. 2022a. Ageing and health. World Health Organization (WHO). Available from <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ageing-and-health> (accessed April 2023).
- WHO. 2022b. Malnutrition. World Health Organization (WHO). Available from <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/malnutrition> (accessed April 2023).
- WHO. 2023. Diabetes. World Health Organization (WHO). Available from <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/diabetes> (accessed April 2023).
- Włodarczyk M, Śliżewska K. 2021. Obesity as the 21st Century's major disease: The role of probiotics and prebiotics in prevention and treatment. *Food Bioscience* **42**.
- Wu G. 2016. Dietary protein intake and human health. *Food Funct* **7(3)**:1251-1265.
- Yeung S, Soliternik J, Mazzola N. 2018. Nutritional supplements for the prevention of diabetes mellitus and its complications. *Journal of Nutrition & Intermediary Metabolism* **14**:16-21.
- Yong J, Lin D, Tan XR. 2017. Primary prevention of cardiovascular disease in older adults in China. *World Journal of Clinical Cases* **5(9)**:349-359.
- Yoon HE, Choi BS. 2014. The renin-angiotensin system and aging in the kidney. *The Korean Journal of Internal Medicine* **29(3)**:291-295.

Zanker J, Duque G. 2018. Osteoporosis in Older Persons: Old and New Players. *Journal of the America Geriatrics Society* **67(4)**:831-840.

Zik Ch. 2019. Late Life Vitamin B12 Deficiency. *Clinics in Geriatric Medicine* **35(3)**:319-325.