

**Univerzita Karlova v Praze  
1. lékařská fakulta**

Specializace ve zdravotnictví  
Nutriční specialista



**Bc. Martin Šaier**

Kreatin monohdrát jako součást prevence sarkopenie u geriatrických pacientů /seniorů

Creatine monohydrate as a part of sarcopenia prevention in geriatric patients /older adults

Diplomová práce

Vedoucí závěrečné práce: Mgr. Ing. Tereza Vágnerová

Praha, 2021

**Prohlášení:**

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

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

V Praze, 23.4.2021

Bc. Martin Šaier

### **Identifikační záznam**

ŠAIER, Martin. *Kreatin monohydrát jako součást prevence sarkopenie u geriatrických pacientů/seniorů*. [*Creatine monohydrate as a part of sarcopenia prevention in geriatric patients/older adults*]. Praha, 2021. 78 stran, 1 příloha. Diplomová práce (Mgr.).  
Univerzita Karlova, 1. lékařská fakulta, III. interní klinika 1.lf UK a VFN. Vedoucí práce Mgr.  
Ing. Tereza Vágnerová

## ABSTRAKT

**Úvod:** Sarkopenie je onemocnění s vysokou prevalencí v seniorské populaci a výrazným negativním vlivem na kvalitu života. Fyzická aktivita spolu s adekvátní nutriční intervencí jsou klíčové ke zmírnění těchto dopadů.

**Metodika:** Výzkum byl proveden pomocí dotazníkového šetření, kterého se zúčastnilo 113 domovů pro seniory. Pomocí anketního výběru byla zjišťována kvalita nutriční péče v těchto zařízeních.

**Výsledky:** Do výzkumu bylo zařazeno celkem 113 domovů pro seniory. Z toho 57 % zařízení mělo k dispozici nutričního terapeuta. Domovy pro seniory zjišťují přítomnost podvýživy alespoň 4x ročně v 74 % případů, z toho nejčastěji využívají změny v hmotnosti (80 %) a monitoraci příjmu potravy (70 %). Validovaný nutriční screening využívá pouze 50 % zařízení. Nutriční podporu aplikuje 83 % zařízení, z toho nejčastěji formou úpravy stravy a sippingu (98 %). Méně často využívají fortifikaci jídla, a to v celkem 57 % zařízení. Na přítomnost nutričního terapeuta má vliv velikost zařízení, kdy větší zařízení mají nutričního terapeuta k dispozici častěji. Přítomnost nutričního terapeuta v zařízení významně a pozitivně ovlivňuje frekvenci zjišťování podvýživy ( $p=0,039$ ). Pozitivní vliv je sledován i ve frekvenci zjišťování hmotnosti, nicméně zde není rozdíl statisticky významný ( $p=0,290$ ). Významný rozdíl byl pozorován také u využívání nutričního screeningu mezi domovy pro seniory s nutričním terapeutem a bez něj ( $p=0,002$ ). Kreatin využívalo ve své péči pouze 1 zařízení.

**Závěr:** Kvalita nutriční péče v domovech pro seniory je značně ovlivněna přítomností nutričního terapeuta v daném zařízení.

**Klíčová slova:** kreatin, kreatin monohydrát, sarkopenie, podvýživa, geriatrický pacient

## **ABSTRACT**

**Introduction:** Sarcopenia is a disease with a high prevalence in the elderly population and a significant negative impact on quality of life. Physical activity along with adequate nutritional intervention are key to mitigating these effects.

**Methods:** The research was conducted using a questionnaire survey in which 113 nursing homes participated. The quality of nutritional care in these facilities was determined using a survey.

**Results:** A total of 113 nursing homes were included in the research. Of these, 57% of facilities had a registered dietitian available. Nursing homes assess the presence of malnutrition at least 4 times a year in 74% of cases, of which they most often use changes in weight (80 %) and monitoring of food intake (70 %). Only 50 % of the facilities use validated nutritional screening tool. 83 % of the facilities apply nutritional support, most often in the form of diet modification and sipping (98 %). They use food fortifications less often, in a total of 57 % of facilities. The presence of a registered dietitian is affected by the size of the facility, with the larger ones being available to the registered dietitian at a higher frequency. The presence of a registered dietitian in the facility significantly positively affects the frequency of detection of malnutrition ( $P = 0.039$ ). The positive effect is also observed in the frequency of weight assessment, however, the difference is not statistically significant ( $P = 0.290$ ). A significant difference was also observed in the use of nutritional screening tool between nursing homes with and without a registered dietitian ( $P = 0.002$ ). Only 1 device used creatine in its care.

**Conclusion:** The quality of nutritional care in nursing homes is significantly affected by the presence of a registered dietitian in the facility.

**Key words:** creatine, sarcopenia, malnutrition, geriatric patient, older adult

## **Poděkování**

Děkuji především vedoucí mé diplomové práce Tereze Vágnerové za odborné vedení, cenné rady a čas, který mi věnovala při konzultaci práce. Dále bych rád poděkoval personálu domovů pro seniory, které se účastnily výzkumného šetření, za jejich laskavé vyplnění dotazníku.

## Obsah

<b>1.</b>	<b>Úvod .....</b>	<b>7</b>
<b>2.</b>	<b>Teoretická část .....</b>	<b>8</b>
2.1	Sarkopenie .....	8
2.1.1	Charakterizace sarkopenie .....	8
2.1.1.1	Sarkopenická obezita .....	9
2.1.2	Etiologie a rizikové faktory sarkopenie .....	9
2.1.2.1	Neurální příčiny zhoršené funkce svalové hmoty .....	9
2.1.2.2	Muskulární příčiny zhoršené funkce a atrofie svalové hmoty .....	9
2.1.2.3	Faktory životního stylu .....	11
2.1.3	COVID-19 a sarkopenie .....	12
2.1.4	Diagnostika sarkopenie .....	13
2.1.4.1	Identifikace sarkopenie v praxi .....	15
2.1.5	Prevalence .....	18
2.1.6	Důsledky sarkopenie .....	18
2.1.7	Nefarmakologická prevence a léčba sarkopenie .....	19
2.2	Kreatin v prevenci a léčbě sarkopenie .....	21
2.2.1	Kreatin a jeho zdroje ve stravě .....	21
2.2.2	Biosyntéza a turnover kreatinu .....	21
2.2.3	Kreatin jako součást kreatinfosfátového systému .....	23
2.2.4	Kreatin a svalová hypertrofie .....	23
2.2.5	Formy kreatinu .....	25
2.2.5.1	Kreatin monohydrát .....	25
2.2.5.2	Kreatin citrát .....	26
2.2.5.3	Kreatin pyruvát .....	26
2.2.5.4	Kre-Alkalyn .....	26
2.2.5.5	Kreatin Ethylester .....	26
2.2.5.6	Kreatin magnesium chelát .....	27
2.2.5.7	Kreatin hydrochlorid .....	27
2.2.6	Proměnné ovlivňující efektivitu suplementace kreatinu monohydrátu .....	27
2.2.6.1	Výchozí hladina intramuskulární koncentrace kreatinu .....	27
2.2.6.2	Rozdíly mezi typy svalových vláken .....	28
2.2.6.3	Příjem kreatinu v běžné stravě .....	28
2.2.6.4	Načasování suplementace kreatinu .....	29
2.2.6.5	Dávkování .....	29
2.2.7	Bezpečnost suplementace kreatinu s ohledem na ledviny .....	30

2.2.7.1	Suplementace kreatinu a funkce ledvin .....	30
2.3	Nutriční intervence v prevenci a léčbě sarkopenie .....	31
2.3.1	Adekvátní příjem energie .....	31
2.3.2	Adekvátní příjem bílkovin .....	32
2.3.3	Kreatin v prevenci a léčbě sarkopenie .....	33
2.3.4	Další možné doplňky stravy v prevenci sarkopenie .....	34
<b>3.</b>	<b>Praktická část .....</b>	<b>36</b>
3.1	Cíl práce .....	36
3.2	Metodika praktické části .....	36
3.2.1	Sběr dat .....	36
3.2.2	Zpracování dat .....	36
3.3	Výsledky .....	37
3.3.1	Charakterizace souboru .....	37
3.3.2	Statistické vyhodnocení výsledků .....	47
3.4	Diskuse .....	55
<b>4.</b>	<b>Závěr .....</b>	<b>58</b>
<b>5.</b>	<b>Seznam použité literatury .....</b>	<b>59</b>



## 1. Úvod

Sarkopenie je progresivní a generalizované postižení kosterního svalstva spojené se zvýšeným rizikem pádů, zlomenin, zvýšenou morbiditou a mortalitou a je charakterizována nízkou svalovou silou, množstvím a fyzickou zdatností. Mimo nepříznivé dopady sarkopenie na zdraví seniorů a jejich kvalitu života představuje sarkopenie také významnou finanční zátěž pro zdravotnický systém. V roce 2016 byl Světovou zdravotnickou organizací sarkopenii přidělen kód (CD-10-CM; M62.84) v 10. vydání *International Classification of Disease* za účelem zlepšení její diagnostiky a léčby.

Prevalence sarkopenie dosahuje v seniorské populaci 22 %, spolu s prodlužující se střední délkou života se však očekává její růst. Mezi hlavní příčiny vzniku sarkopenie patří faktory životního stylu, zejména nedostatek pohybové aktivity společně s neadekvátní výživou. Mimo to se na vzniku sarkopenie významně podílí přidružená chronická onemocnění a mírný systémový zánět, který negativně ovlivňuje metabolismus svalové hmoty.

Kreatin je endogenní látkou, která získala popularitu zejména u mladých sportovců díky svým pozitivním účinkům na svalový výkon a sílu. Akumulující evidence ukazuje, že suplementace kreatinu má příznivý efekt na růst svalové hmoty i síly a snižuje riziko pádů u seniorů. Preliminární evidence nasvědčuje pozitivní efekt také na kostní denzitu a kognitivní funkce.

Cílem této práce bylo sumarizovat současné vědecké poznatky pojednávající o potenciálním vlivu kreatinu na diagnostická kritéria sarkopenie a diskutovat jeho možné mechanistické účinky v prevenci sarkopenie. Výzkumná část práce si kladla za cíl posoudit organizaci a kvalitu nutriční péče v domovech pro seniory, kde je prevalence sarkopenie významná. Zejména potom posoudit důležitost přítomnosti nutričního terapeuta v těchto zařízeních.

## 2. Teoretická část

### 2.1 Sarkopenie

#### 2.1.1 Charakterizace sarkopenie

*European Working Group on Sarcopenia in Older People* v nedávné době definovala sarkopenii jako progresivní a generalizované onemocnění skeletální svalové hmoty charakterizované nízkou svalovou silou, sníženým množstvím svalové hmoty a její kvality a snížením fyzické funkce. V roce 2016 byl Světovou zdravotnickou organizací sarkopenii přidělen kód (CD-10-CM; M62.84) v 10. vydání *International Classification of Disease* za účelem zlepšení diagnostiky a léčby tohoto onemocnění (Cruz-Jentoft et al., 2019; Anker et al., 2016).

Fyziologický úbytek svalové hmoty (3-8 % za každou dekádu) začíná po 30. roku života. Sarkopenie se proto s vysokou prevalencí vyskytuje u seniorské populace a řadí se tak mezi geriatrické syndromy. Sarkopenie patří mezi hlavní modifikovatelné rizikové faktory předčasného úmrtí (Liu et al., 2017). Mezi komplikace pramenící z přítomnosti sarkopenie řadíme zvýšený výskyt pádů (tedy i zlomenin a následné imobilizace), snížení soběstačnosti a celkové snížení kvality života. Paradoxně může sarkopenie zvyšovat také riziko metabolického syndromu, diabetu II. typu nebo nealkoholické steatózy jater. Sarkopenie činí také značnou finanční zátěž pro zdravotnický systém, zvyšuje šanci hospitalizace a zvyšuje náklady na léčbu v průběhu hospitalizace. Přímé náklady na léčbu u sarkopenických pacientů jsou 2x vyšší ve srovnání s pacienty bez přítomnosti sarkopenie (Cruz-Jentoft et al., 2019; Cai et al., 2020).

Sarkopenie je multifaktoriální onemocnění vznikající na značně odlišných fyziologických základech. Na jejím vzniku se podílí hormonální dysregulace, změna složení kosterní svaloviny, neuromuskulární změny nebo chronický zánětlivý stav organismu. Sarkopenie způsobená změnami spojenými se stářím se označuje jako primární sarkopenie. Pokud se na vzniku sarkopenie podílí i faktory životního stylu (nedostatek fyzické aktivity, malnutrice) nebo onemocnění, hovoříme o sekundární sarkopenii. V praxi je však toto rozlišení obtížné z důvodu překrývání jednotlivých příčin (Wiedmer et al., 2021). V diagnostice je třeba rozlišit sarkopenii a kachexii. Kachexie je multi-orgánový syndrom způsobený onemocněním jako rakovina, chronická infekce, selhání srdce aj., charakterizovaný ztrátou tělesné hmotnosti (minimálně 5 %), a často provázen nechutenstvím a změnou v metabolismu sacharidů, bílkovin i tuků. Naopak primární příčinou sarkopenie je fyziologický úbytek svalové hmoty a síly bez průvodních změn metabolismu makroživin (Argilés et al., 2015).

### **2.1.1.1 Sarkopenická obezita**

Sarkopenická obezita (SO) je označení pro koexistenci sarkopenie a obezity. Jak sarkopenie, tak obezita představují pro organismus metabolickou zátěž, přičemž spolu působí synergicky. Při SO dochází k nadměrné infiltraci svalové hmoty tukovou tkání a její negativní efekt z dlouhodobého hlediska pravděpodobně překonává i tzv. „paradox obezity“, kterému je připisován pozitivní vliv na délku dožití. Zmnožená tuková tkáň zvyšuje proinflamatorní stav organismu, zvyšuje inzulínovou rezistenci, a tím nadále prohlubuje sarkopenii. Diagnostická kritéria v současné době chybí a diagnostika SO proto vychází ze samostatného rozpoznání sarkopenie a obezity odděleně. Data popisující prevalenci SO jsou značně limitována a pohybují se v rozmezí 2,7 %-20 % (Vágnerová a Šaier, 2021).

### **2.1.2 Etiologie a rizikové faktory sarkopenie**

Jak již bylo nastíněno, na vzniku sarkopenie a svalové slabosti (dynapenie) se podílí celá řada fyziologických změn spojených se stárnutím spolu s modifikovatelnými vnějšími vlivy. Na molekulární úrovni je sarkopenie důsledkem disproporčního snížení svalové syntézy a/nebo zvýšením svalové degradace. Mezi hlavní faktory podílejících se na jejím vzniku patří genetická výbava, nutriční status, fyzická aktivita, hormonální změny, inzulínová rezistence a změny v koncentraci prozánětlivých cytokinů (Fielding et al., 2011).

#### **2.1.2.1 Neurální příčiny zhoršené funkce svalové hmoty**

Změny ve funkci (ztráta motorických jednotek) nervového systému v průběhu stárnutí se podílejí na snížení správné funkce svalové hmoty, konkrétně zapříčiňují svalovou slabost a sníženou motorickou funkci. Centrální aktivace (voluntary activation) je termín popisující schopnost nervového systému plně aktivovat skeletální svalovinu. U zdravých a fyzicky aktivních seniorů dochází k potlačení tohoto jevu, u seniorů neaktivních a ve vyšším věku však dochází k signifikantnímu poklesu centrální aktivace vedoucí k zhoršené funkci svaloviny (Halter et al., 2016).

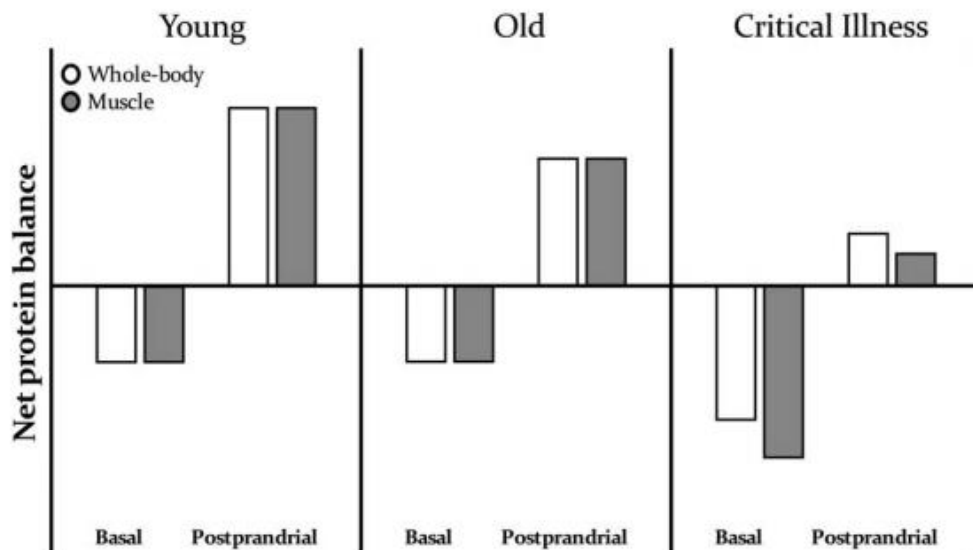
#### **2.1.2.2 Muskulární příčiny zhoršené funkce a atrofie svalové hmoty**

Spolu s věkem dochází ke změně distribuce svalových vláken. Je zřejmé, že stárnutí vede ke zvýšení procentuálního zastoupení svalových vláken typu I ve srovnání s typem II. Svalová vlákna typu II. charakterizují krátkodobé, ale silné a rychlé kontrakce. Právě tato změna poměru svalových vláken pravděpodobně zodpovídá za ztrátu síly a výkonu ve vyšším věku (Siparsky et al., 2014).

Po 40. roce života dochází k redukci syntézy testosteronu a estrogenu. Relativní nedostatek těchto hormonů se podílí na zvýšeném svalovém katabolismu a produkci katabolických cytokinů (IL-1, IL-6), které degradaci svalové hmoty umocňují (Joseph et al, 2005; Roberts 2000). Důležitou funkcí testosteronu je také inhibice myostatínu a zvýšení množství satelitních buněk v rámci svalové hmoty, snížení jeho koncentrace proto negativně

ovlivňuje množství svalové hmoty (Hansen 2005). Jak již bylo zmíněno v sekci o kreatinu, jeho podávání může pozitivně ovlivnit právě hladinu myostatinu i množství satelitních buněk.

Mimo relativní nedostatek pohlavních hormonů se i samotné stárnutí podílí na postupném a chronickém zvýšení prozánětlivých cytokinů. Mezi tyto cytokiny patří již zmíněné IL-1 a IL6, ale také TNF $\alpha$  a mohou nadále zvýšit nerovnováhu mezi syntézou svalové hmoty a její degradací ve prospěch svalové degradace (Fielding et al., 2011; Rolland et al., 2008). Tento chronický zánětlivý stav se podílí na vzniku anabolické rezistence. Anabolická rezistence je stav organismu, kdy nedochází k optimální anabolické odpovědi na příjem bílkovin/aminokyselin (Morton et al., 2018). Preliminární studie naznačují antioxidační efekt kreatinu (in vitro, in vivo na myších). Studie na lidech poukazují na atenuaci prooxidační reakce imunitního systému v odpovědi na aerobní cvičení, tento efekt nebyl však potvrzen při odporovém cvičení (Candow et al., 2019).



*Obrázek 1 Bazální turnover bílkovin je mezi mladou a seniorskou populací stejný, avšak u seniorů se značně snižuje anabolická odpověď na příjem bílkovin/aminokyselin. Tento efekt je umocněn u pacientů v kritickém stavu (Morton et al., 2018)*

K anabolické rezistenci také přispívá inzulinová rezistence provázející stárnutí. Inzulin stimuluje syntézu bílkovin důležitých pro správnou funkci mitochondrií, ale jeho efekt na syntézu svalových bílkovin není jasný. Jednou z příčin inzulinové rezistence je také zvyšující se množství tukové hmoty a intramuskulárního tuku po 40. roce života. Pohybová aktivita a snížení procenta tělesného tuku může senzitivitu tkání na inzulin zvýšit (Cruz-Jentoft et al., 2010). Meta-analýza (Forbes et al., 2019) zkoumající efekt suplementace kreatinu na množství tukové hmoty u populace nad 50 let zjistila, že skupina suplementující kreatin a podstupující odporový trénink, snížila množství tukové hmoty signifikantně více (cca o 0,5 kg), než kontrolní skupina (placebo + odporový trénink). Tento výsledek poukazuje na možný pozitivní nepřímý efekt podávání kreatinu na inzulinovou rezistenci.

Důsledkem snižující se pohybové aktivity je také poškození mitochondriální DNA vedoucí k ovlivnění funkce mitochondrií. To může vést k redukci syntézy svalových bílkovin, syntézy ATP a ke smrti svalových vláken. Tento pokles funkce mitochondrií, alespoň částečně, může být zpomalen dostatečnou fyzickou aktivitou (Rolland et al., 2008).

Akumulující se poškození mitochondriální DNA ve svalových buňkách urychluje apoptózu myocytů a představuje možnou spojitost mezi dysfunkcí mitochondrií a ztrátou svalové hmoty. Výzkum naznačuje, že právě apoptóza svalových buněk je základním mechanismem vzniku sarkopenie. Nedávné studie také ukazují vyšší susceptibilitu svalových vláken II typu k apoptóze a buněčné smrti. (Rolland et al., 2008).

### **2.1.2.3 Faktory životního stylu**

#### **2.1.2.3.1 Nedostatek fyzické aktivity**

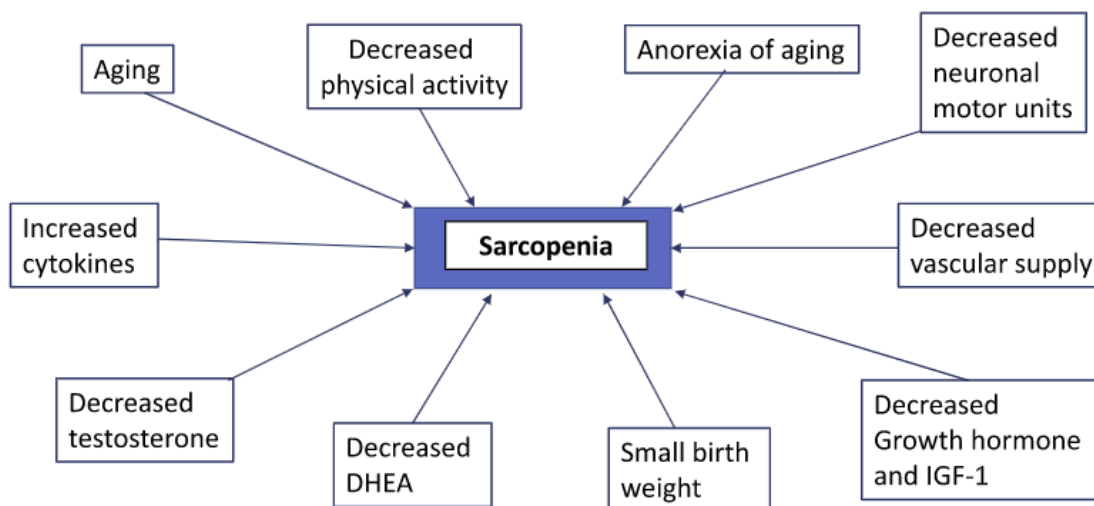
Nízká pohybová aktivita je důležitým aspektem přispívajícím ke snížení svalové hmoty a síly. Výsledky studií naznačují, že při inaktivitě dochází nejprve ke ztrátě svalové síly a až následně ke ztrátě svalové hmoty. Vznikající svalová slabost následně vede k dalšímu snížení pohybové aktivity. Svalová inaktivita indukuje anabolickou rezistenci (která je s věkem nadále umocňována), inzulinovou rezistenci, chronický zánět, snížení množství satelitních buněk a snížení cévního zásobení svalstva (Morton et al., 2018; Rolland et al., 2008). Studie (Tanaka et al., 2021) porovnávající prevalenci sarkopenie mezi komunitně žijícími seniory a bývalými olympijskými sportovci ukázala signifikantně nižší výskyt sarkopenie právě u bývalých olympioniků. Nejnižší prevalence sarkopenie byla u osob absolvujících sporty se střední a vysokou intenzitou (plavání, běh, basketbal atp.) a těch, kteří v pohybové aktivitě pokračovali i ve vyšším věku.

Výzkum aplikace silového cvičení v prevenci sarkopenie je konzistentní. Silové cvičení zvyšuje syntézu svalových bílkovin, svalovou hmotu i sílu. Tento efekt je popsán i u seniorů se syndromem geriatrické křehkosti. Silové cvičení zvyšuje nejen množství svalové hmoty, ale i její kvalitu a také dochází k neurální adaptaci. Lehká fyzická aktivita není dostatečná k prevenci věkem způsobené redukce svalové hmoty (Rolland et al., 2008).

#### **2.1.2.3.2 Neadekvátní příjem energie a bílkovin**

Proteino-energetická malnutrice hraje důležitou roli ve vzniku a rozvoji sarkopenie. Mezi negativní účinky malnutrice u seniorů mimo jiné patří zvýšená délka hospitalizace či zvýšený výskyt infekcí, které vedou často ke snížení pohybové aktivity, a tím mohou ještě nadále prohlubovat ztrátu svalové hmoty a síly (Volkert et al., 2019). Na vzniku malnutrice se signifikantně podepisuje s věkem se zvyšující „anorexie stárnutí“, která vede ke snížení příjmu energie, potažmo i bílkovin, až o 25 % mezi 40. a 70. rokem života (Hickson a Smith, 2018). Mezi další fyziologické faktory podílející se na vzniku podvýživy patří: zhoršení chuťových a čichových vjemů, xerostomie, zpomalení vyprazdňování žaludku, porucha mobility, špatný stav chrupu, porucha polykání, nebo malabsorpce. Častou příčinou může

být také polypragmázie vedoucí ke snížení chuti k jídlu, nevolnosti či zvracení, kognitivní deficit, sociální izolace, deprese či nadměrná konzumace alkoholu (Halter et al., 2016; Hickson a Smith, 2018; Volkert et al., 2019). Právě dostatečný příjem bílkovin (spolu se silovým cvičením) je hlavním anabolickým stimulem a je proto krucální pro udržení svalové hmoty (Traylor et al., 2018).



Obrázek 2 Rizikové faktory sarkopenie (Bauer et al., 2019)

### 2.1.3 COVID-19 a sarkopenie

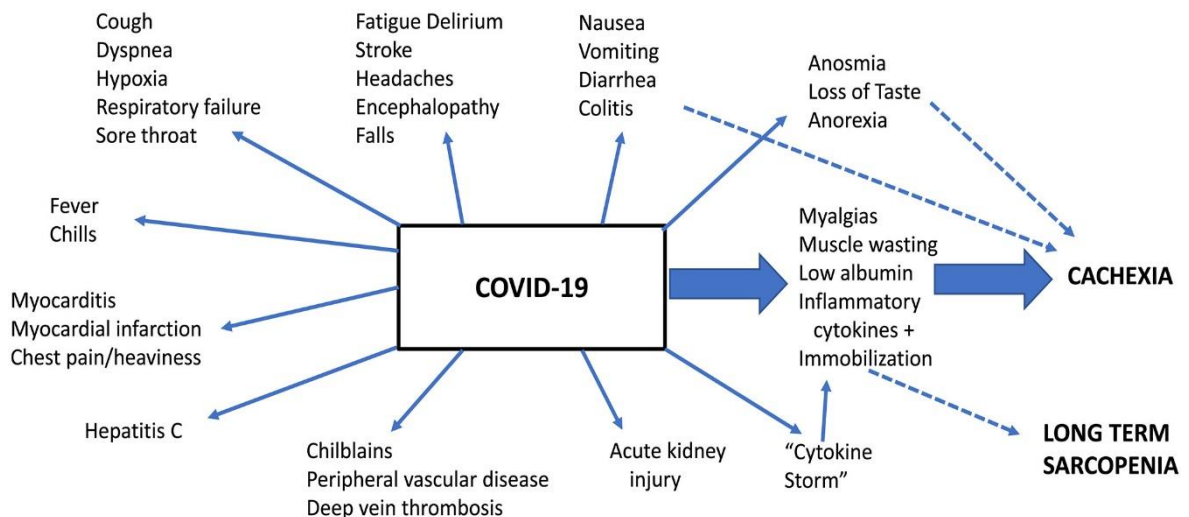
COVID-19 je onemocnění začínající jako nazofaryngeální infekce, která může prostupovat celým tělem, a napadnout téměř každý orgán. Mezi rizikové osoby řadíme pacienty s komorbiditami, diabetem, vysokým krevním tlakem, kuřáky a v neposlední řadě seniory (Morley et al., 2020).

Skeletální svalovina se do značné míry podepisuje na správné funkci imunitního systému. Pacienti se sarkopenií následně neadekvátně reagují na akutní infekce či operace nebo jiné stresové situace. I přes nedostatek studií zaměřených na populaci sarkopenických seniorů můžeme na základě empirických dat předpokládat vyšší riziko infekce a horší prognózu ve srovnání se zdravou seniorskou populací. Mezi rizikové faktory sarkopenie patří vysoký věk a chronická nebo nádorová onemocnění. Právě tyto faktory predisponují jedince také k horšímu průběhu infekce COVID-19. Mimo to je u pacientů se sarkopenií ohrožena i správná funkce dýchacích svalů negativně ovlivňující průběh závažného zápalu plic (častou komplikací onemocnění COVID-19) (Wang et al., 2021).

Na druhou stranu se pandemie COVID-19 řadí mezi rizikové faktory vzniku sarkopenie hned z několika důvodů. Prvním důvodem je téměř celosvětová karanténa, sociální izolace a omezení pohybu osob vedoucí k sedavému životnímu stylu, a tím pádem i ke ztrátě svalové hmoty. I krátká redukce pohybové aktivity vede k rapidní ztrátě svalové hmoty, až 1,7 % objemu svalové hmoty může být ztraceno během 2 dnů imobilizace. Stres a úzkost

způsobená právě izolací či strachem z onemocnění může negativně ovlivnit výběr jídla. Lidé v psychickém stresu sahají spíše po vysokoenergetických chuťově výrazných potravinách s vysokým obsahem cukru a tuku a nedostatečným obsahem bílkovin. V neposlední řadě může svou roli hrát i snížený přístup k potravinám, zejména pro seniory z nižších socioekonomických tříd (Wang et al., 2021; Kirwan et al., 2020).

Onemocnění COVID-19 je provázeno řadou průvodních jevů, které negativně ovlivňují nutriční stav pacienta a jeho tělesnou hmotnost, potažmo množství svalové hmoty. U pacientů často vidíme nechutenství, ztrátu tělesné hmotnosti, bolesti svalů a jejich slabost nebo únavu. Právě tyto faktory predisponují jedince k nižšímu příjmu bílkovin a omezené nebo žádné pohybové aktivitě vedoucí ke vzniku sarkopenie (Wang et al., 2021). I přes to, že v současné době neexistuje dostatek důkazů k doporučení suplementace kreatinu pro zmírnění post-infekčního únavového syndromu, výsledky preliminárních a některých intervenčních studií zdůrazňují potřebu věnovat se tomuto tématu a zkoumat potenciální efekt suplementace kreatinu v léčbě post-infekčního únavového syndromu (Ostojic, 2021).



Obrázek 3 COVID-19 jako rizikový faktor sarkopenie (Morley et al., 2020)

#### 2.1.4 Diagnostika sarkopenie

V roce 2010, *European Working Group on Sarcopenia for Older Persons (EWGSOP1)* doporučila aplikaci nové operativní definice sarkopenie – přítomnost nízké svalové hmoty spolu s jejich sníženou funkčností a silou. Kumulace nové evidence v průběhu uplynulé dekády vedla stejnou pracovní skupinu v roce 2019 k revizi stávajícího doporučení, závěrem které byl EWGSOP2. Zásadní změnou byla výměna postavení svalové síly na hlavní kritérium před množstvím svalové hmoty, a to z důvodu vyšší schopnosti svalové síly predikovat horší prognózu ve srovnání s množstvím svalové hmoty. Na aktualizaci a tvorbě nových diagnostických kritérií se podílejí i další Mezinárodní pracovní skupiny včetně *Asian Working Group for Sarcopenia (AWGS)*, *Foundation for the National Institutes of Health (FNIH)* nebo *International Working Group on Sarcopenia (IWGS)* (Dent et al., 2018; Bauer et al., 2019).

Pracovní skupina	Rok vydání	Doporučení diagnostiky sarkopenie	Poznámka
<i>European Working Group on Sarcopenia for Older Persons (EWGSOP2)</i>	2019	Diagnostika na základě 3 kritérií.  1. Nízká svalová síla, 2. Nízké množství svalové hmoty nebo kvality, 3. Nízká fyzická výkonnost	Přítomnost 1. kritéria – pravděpodobná sarkopenie  Přítomnost 1. a 2. kritéria – sarkopenie  Přítomnost všech kritérií – závažná sarkopenie
<i>International Working Group on Sarcopenia (IWGS)</i>	2011	Nízká přítomnost „whole-body“ nebo „appendicular“ beztukové hmoty (dle DXA) v kombinaci se špatnou fyzickou výkonností (gait speed)	
<i>Asian Working Group for Sarcopenia (AWGS)</i>	2014	Nízká svalová hmota + nízká svalová síla a/nebo nízká fyzická výkonnost	Velká podobnost s EWGSOP2, mezní hodnoty adjustované na asijskou populaci
<i>Foundation for the National Institutes of Health (FNIH)</i>	2014	Podobné jako EWGSOP1. Stanovení svalové hmoty, svalové síly a fyzické výkonnosti, v tomto pořadí.	

*Tabulka 1 Porovnání jednotlivých doporučení v diagnostice sarkopenie dle různých pracovních skupiny (Cruz-Jentoft et al., 2019; Dent et al., 2018)*

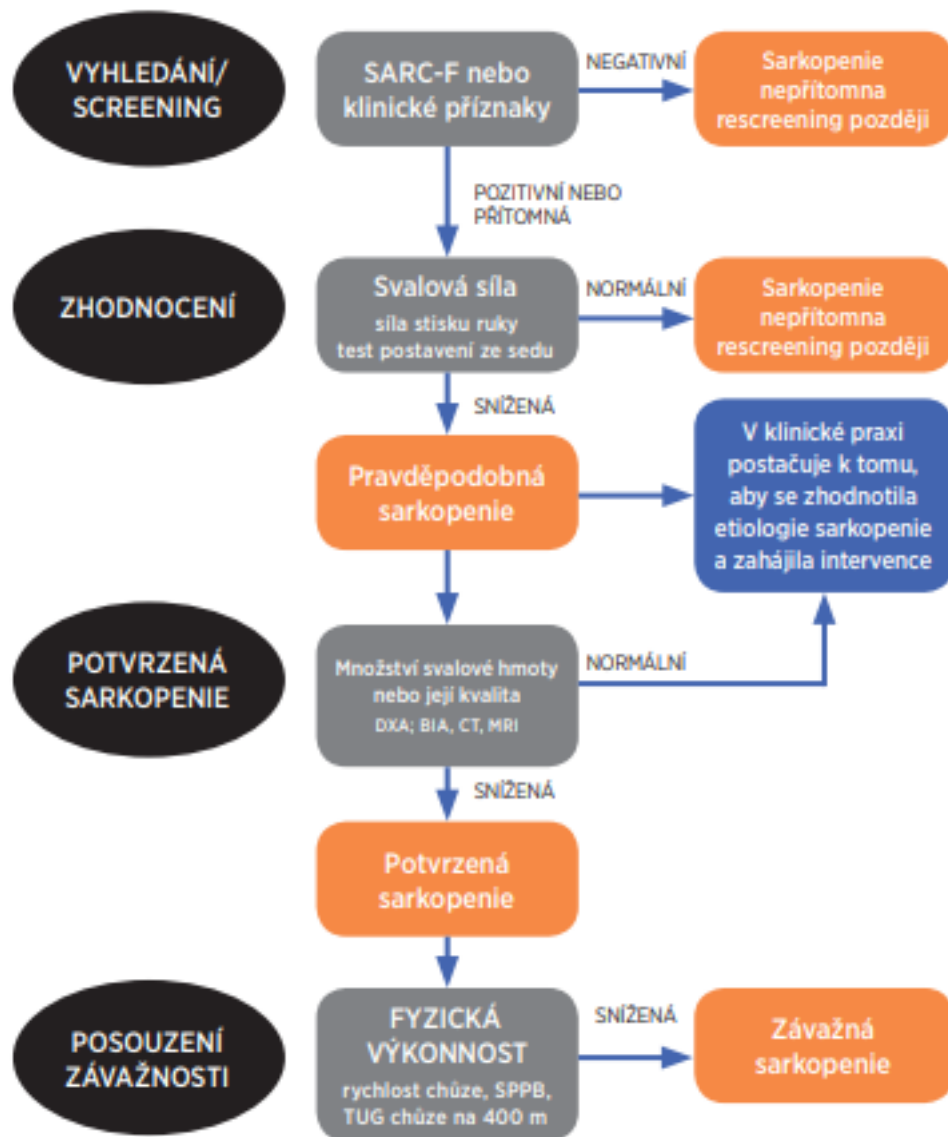
Nejlépe aplikovatelné (pro evropskou populaci) a zároveň nejaktuálnější doporučení je tedy EWGSOP2. Diagnostika dle EWGSOP2 sestává z posouzení přítomnosti 3 kritérií.

- Kritérium 1 – Nízká svalová síla
- Kritérium 2 – Nízké množství svalové hmoty nebo kvality
- Kritérium 3 – Nízká fyzická zdatnost/výkonnost

Detekce 1. kritéria značí pravděpodobnou přítomnosti sarkopenie. Pokud je zaznamenána přítomnost 1. i 2. kritéria, diagnostikujeme sarkopenii. Výskyt všech 3 kritérií značí u pacienta závažnou sarkopenii.



### 2.1.4.1 Identifikace sarkopenie v praxi



Obrázek 4 Algoritmus pro diagnostiku sarkopenie (Cruz-Jentoft et al., 2019)

### 2.1.4.1.1 Vytipování/vyhledávání rizikových pacientů

Vzhledem k časové náročnosti vyšetření jednotlivých kritérií je důležité aktivní vyhledávání rizikových pacientů. K tomu by měl dle doporučení EWGSOP2 sloužit screening SARC-F. SARC-F je dotazník složený z 5 otázek s vysokou specifitou, ale nižší sensitivitou. Otázky jsou zaměřeny na subjektivní hodnocení pacienta (Malmstrom et al., 2016).

Položka	Otázka	Skóre
1. Síla	Jak velké potíže máte při zvedání a nesení břemene o váze 5 kilogramů?	Žádné = 0 Malé = 1 Velké či neschopen = 2
2. Chůze	Jak velké potíže vám činí přejít místnost?	Žádné = 0 Malé = 1 Velké, s pomůckami nebo neschopen = 2
3. Postavení ze sedu	Jak velké potíže vám činí přesun ze židle či z postele?	Žádné = 0 Malé = 1 Velké nebo neschopen bez pomoci = 2
4. Chůze do schodů	Jak velké obtíže vám činí vyjít 10 schodů?	Žádné = 0 Malé = 1 Velké nebo neschopen = 2
5. Pády	Kolikrát jste upadl/a během minulého roku?	Neupadl = 0 1–3 pády = 1 4 či více pádů = 2
<b>Screeningové skóre</b> ≥ 4body/10 predikuje sarkopenii		

Tabulka 2 SARC F dotazník, česká nevalidovaná verze (Vágnerová, 2020)

### 2.1.4.1.2 Hodnocení jednotlivých kritérií

#### Svalová síla

Nejjednodušší a nejlevější metodou k měření síly je ruční dynamometr sloužící k měření stisku ruky. Výzkum ukazuje na významnou spojitost mezi nízkou silou stisku a horší prognózou pacienta. Díky jednoduchosti i rychlosti lze použít k rutinním kontrolám pacientů a také u imobilních pacientů.

Druhou doporučenou metodou je test vstávání ze židle (chair stand). Při tomto testu se měří čas potřebný k opakovanému postavení se ze židle (celkem 5x).

Mezní hodnoty pro sílu stisku ruky činí <27 kg (dříve 30 kg) pro muže a <16 kg (dříve 20) pro ženy. Mezní hodnotou při testu vstávání ze židle je potom <15 s/5 opakování pro obě pohlaví (Cruz-Jentoft et al., 2019).

### **Množství svalové hmoty**

K zjištění množství svalové hmoty existuje řada technik a je popsáno několik metod k adjustaci výsledků vzhledem k výšce nebo BMI. Využití těchto přístrojů v klinické praxi může být limitováno cenou nebo dostupností. Množství svalové hmoty může být vyjádřeno jako skeletální svalová hmota (Skeletal Muscle Mass, SMM), Appendicular Skeletal Muscle Mass (ASM) nebo jako průřezová plocha specifické svalové skupiny. Mezi nejvhodnější metody k posouzení množství svalové hmoty patří magnetická rezonance (MRI) a výpočetní tomografie (CT). Z důvodu jejich vysoké ceny a nezbytnosti přítomnosti specializovaného personálu nejsou tyto metody v klinické praxi běžně využívány (Cruz-Jentoft et al., 2019).

Přístupnější metodou je využití dvouenergiové rentgenové absorpciometrie (DXA). Přístroj determinuje množství svalové hmoty pomocí SSM nebo ASM. DXA rozdílných výrobců však poskytují nekonzistentní výsledky. Svalová hmota koreluje s celkovou velikostí těla, z toho důvodu je nezbytné absolutní množství SSM nebo ASM adjustovat na konkrétní velikost těla pacienta. K tomu slouží index ASM/výška<sup>2</sup>, ASM/hmotnost nebo ASM/Body mass index (BMI) (Cruz-Jentoft et al., 2019; Kim et al., 2002).

K nepřímému měření tělesného složení lze využít také Bioimpedanční přístroje (BIA). Tyto přístroje jsou dostupnější ve srovnání s výše uvedenými, jsou snadno transportovatelné, ale jejich přesnost je nižší. Výsledky měření pomocí BIA může být ovlivněno hydratací pacienta (Cruz-Jentoft et al., 2019; Achamrah et al., 2018).

Mezní hodnoty pro množství svalové hmoty (při využití DXA nebo BIA) jsou u ASM <20 kg pro muže a <15 kg pro ženy. Pro index ASM/výška<sup>2</sup> tvoří mezní hodnotu <7 kg/m<sup>2</sup> pro muže a <5,5 kg/m<sup>2</sup> pro ženy (Cruz-Jentoft et al., 2019).

### **Fyzická zdatnost/výkonnost**

Do hodnocení fyzické výkonnosti a zdatnosti vstupují mimo svalových funkcí také funkce periferní nervové soustavy včetně udržování rovnováhy. K odhalení výkonnostní deficiencie existuje řada komplexních testovacích setů, mezi které patří měření rychlosti chůze, Short Physical Performance Battery (SPPB), Timed-up-and-go test (TUG) a chůze na vzdálenost 400 metrů (Cruz-Jentoft et al., 2019).

Měření rychlosti chůze je považován za levný, rychlý a bezpečný test vhodný pro diagnostiku sarkopenických pacientů. Měří se rychlost obvyklé chůze na vzdálenost 4 metrů, přičemž rychlost  $\leq 0,8$  m/s je považována za mezní hodnotu závažné formy sarkopenie. SPPB test slouží k objektivnímu zhodnocení funkčnosti dolních končetin a

rovnováhy seniorů. Skládá se z měření rychlosti chůze, balančního testu a testu vstávání ze židle. Mezní hodnoty pro tento test jsou stanoveny na  $\leq 8$  z celkem 12 bodů. TUG test začíná postavením ze židle, chůzí ke 3 metrů vzdálenému bodu, chůzí zpět a posazením, kdy se měří čas, za který pacient zvládne celý test. Mezní hodnoty značící závažnou formu sarkopenie jsou  $\geq 20$  vteřin. Mezní hodnoty pro test chůze na vzdálenost 400 metrů jsou stanoveny na  $\geq 6$  minut nebo neschopnost test dokončit (Cruz-Jentoft et al., 2019).

### 2.1.5 Prevalence

Prevalence sarkopenie se do určité míry odvíjí dle aplikovaných diagnostických kritérií. Dle EWGSOP I kritérií (hodnocení svalové hmoty i funkce) je prevalence sarkopenie v rozmezí 1-29 % u komunitně žijících samostatných seniorů. Výskyt sarkopenie se zvyšuje u pacientů v dlouhodobé péči (14-33 %), zejména potom u mužů (68 %). V akutní péči splňovalo kritéria 10 % pacientů. Ve většině studií nebylo pohlaví asociováno s prevalencí sarkopenie (Cruz-Jentoft et al., 2014). Jiná studie (Peterson a Braunschweig, 2016) se zaměřila na výzkum prevalence sarkopenie v populaci chronicky nemocných dle množství svalové hmoty (CT). Prevalence byla ve srovnání s předchozí zmíněnou studií vyšší, 15-50 % u pacientů s nádorovým onemocněním, 30-45 % u pacientů se selháním jater a 60-70 % u pacientů v kritickém stavu na jednotce intenzivní péče.

Průřezová studie (Bertschi et al., 2021) zjišťovala prevalenci sarkopenie u geriatrických pacientů s průměrným věkem 84 let za pomoci nových kritérií EWGSOP2. K diagnostice sarkopenie byl využit test stisku ruky pomocí dynamometru a analýza složení těla pomocí BIA. Prevalence „pravděpodobné sarkopenie“ se pohybovala v rozmezí 19,8-29,4 % (průměr 24,6 %), prevalence diagnostikované sarkopenie byla nižší – 17,9-27,3 % (průměr 22,6 %). Na základě dostupných dat by byla sarkopenie diagnostikována (dle EWGSOP2) u 0,4-9,3 % komunitně žijících seniorů.

Obecně se předpokládá vyšší výskyt sarkopenie se stoupajícím věkem. Určitý stupeň sníženého množství svalové hmoty lze však identifikovat až u 14 % populace v rozmezí 18-29 let a až u 34 % v rozmezí 40-49 let, diagnostika sarkopenie je však v tomto věku vzácná (Janssen et al., 2002). Při aplikaci EWGSOP1 kritérií byla nejvyšší prevalence sarkopenie u seniorů ve věku 70-84 let, avšak pokud byla k diagnostice využita analýza množství *appendicular lean mass*, prevalence se nelišila mezi skupinou seniorů ve věku 60-70 let vs skupinou >70 let (Wiedmer et al., 2021).

### 2.1.6 Důsledky sarkopenie

Sarkopenie charakterizovaná jako progresivní a generalizovaný úbytek svalové hmoty a síly se s vysokou prevalencí vyskytuje u seniorské populace a je často provázen zvýšením množství tukové hmoty. Důsledkem je zvýšený výskyt pádů, zlomenin a imobilizace, vedoucí k prohloubení sarkopenie. Dále se nízká svalová hmota a síla podílí na horší imunitní funkci, horší funkci plicní ventilace, delší hospitalizaci, zvýšené potřebě

rehabilitace a v neposlední řadě vyšší mortalitě. Mimo přímé důsledky na zdravotní stav pacienta a cenové náklady na jejich léčbu se sarkopenie může podílet i na psychických faktorech. Nižší soběstačnost pacienta, sociální izolace a deprivace může nadále snižovat kvalitu života sarkopenických pacientů. Z důvodu prodloužení střední délky života se dá očekávat další nárůst prevalence sarkopenie, její prevence a včasná léčba je proto krucální.

Sarkopenie tvoří významný modifikovatelný faktor zvyšující mortalitu. Moisey a spol. (2013) zkoumal populaci vážně zraněných seniorů, z nichž 71 % trpělo sarkopenií (pouze 9 % bylo dle BMI malnutričních). Celková mortalita ve studované populaci činila 27 %, v sarkopenické populaci byla však více než 2x vyšší. Každé jednotkové zvýšení skeletálního svalového indexu ( $\text{cm}^2/\text{m}^2$ ) vedlo ke snížení mortality o 7 %. K podobným závěrům dospěla i další studie. Nízké množství svalové hmoty dolní části těla bylo v této studii spojeno s vyšším rizikem úmrtí (37 % vs 23 %) (Weijs et al., 2014). Sarkopenie je důležitý prediktivní faktor mortality také u pacientů s nádorovým onemocněním a zvyšuje riziko předčasné smrti u pacientů s rakovinou gastrointestinálního traktu, plic nebo vylučovací soustavy (Peterson a Braunschweig, 2016).

Hlavním faktorem předčasné mortality seniorů jsou pády, a právě sarkopenie se významně podílí na zvýšení jejich výskytu u seniorské populace (Peterson a Braunschweig, 2016). Opakující se pády a následné hospitalizace s upoutáním k lůžku se významně podílí na dalším prohloubení sarkopenie a zvyšují tak riziko trvalé disability a nesoběstačnosti i původně zdravých seniorů. Recentní meta-analýza také asociovala sarkopenii s horší kognitivní funkcí, což může nadále vést k eskalaci sarkopenie a snížení soběstačnosti (Peng et al., 2020).

U pacientů se sarkopenií se značně zvyšují náklady na léčbu. Sarkopenie zvyšuje riziko hospitalizace a zvyšuje náklady na péči v jejím průběhu. Při srovnání hospitalizovaných seniorů, ti s diagnostikovanou sarkopenií vykazovali až 5x vyšší náklady. Česká studie SHARE (Steffl et al., 2017) poukázala na dvojnásobné zvýšení ceny přímé péče u seniorů se sarkopenií ve srovnání se seniory bez. Další studie poukázala na významné zvýšení nákladů spojených s hospitalizací o 52,7 % (58,5 % u pacientů <65 let a 34 % u pacientů ≥65 let) (Sousa et al., 2016).

### **2.1.7 Nefarmakologická prevence a léčba sarkopenie**

Světová zdravotnická organizace v roce 2016 klasifikovala sarkopenii jako onemocnění pod kódem ICD-10-CM. Tento počín vedl ke zvýšenému úsilí odborníků o nastavení optimálních přístupů při screeningu, diagnostice, prevenci a léčbě tohoto onemocnění. Využití současných poznatků v klinické praxi může vést k redukci výskytu pádů, zlomenin, poklesu funkčnosti, zkrátit dobu hospitalizace a snížit mortalitu.

Správné porozumění patofyziologii a rizikovým faktorům sarkopenie umožňuje zkoumat a vytvářet nové nutriční a pohybové intervence v její léčbě a prevenci a množství dat v této

problematice rapidně roste. Evidence jasně ukazuje na pozitivní efekt pohybové aktivity, zejména silového cvičení, v léčbě a prevenci sarkopenie. Přesto, že data zkoumající nutriční intervence jsou nejednoznačná, výživa může hrát roli v několika aspektech prevence i léčby sarkopenie. Nutriční podpora může značně ovlivnit výživový stav člověka, a tím eliminovat rizikový faktor sarkopenie v podobě malnutrice. Dále můžeme výživou cílit na některé patofyziologické procesy vedoucí k sarkopenii, jako například chronický zánět nebo endokrinní nerovnováha (Szlejf a Rosas-Carrasco, 2018; Cruz-Jentoft a Sayer, 2019). Podrobněji budou nutriční intervence v prevenci sarkopenie rozebrány v poslední kapitole.

## 2.2 Kreatin v prevenci a léčbě sarkopenie

### 2.2.1 Kreatin a jeho zdroje ve stravě

Kreatin je neesenciální látka složená z aminokyselin glycinu a argininu. Hlavní rezervoár kreatinu v lidském těle tvoří skeletální svalovina a v menší míře se nachází také v mozku a varlatech (Kreider et al., 2017). Zdrojem kreatinu je na jedné straně endogenní syntéza v játrech a ledvinách (cca 1 g/den) a na druhé straně je důležitý jeho příjem stravou (Brosnan et al., 2011). Hlavní zdroj kreatinu ve stravě tvoří především červené maso a v menší míře i maso bílé.

Zdroj kreatinu	Množství kreatinu	Reference
Hovězí maso	4,74-5,51 g/kg	Dahl, 1965
Kuřecí maso	3,4 g/kg	Harris et al., 1997
Prasečí srdce	1,5 g/kg	Dahl, 1965
Játra	0,2 g/kg	Dahl, 1965

Tabulka 3 Zdroje kreatinu ve stravě

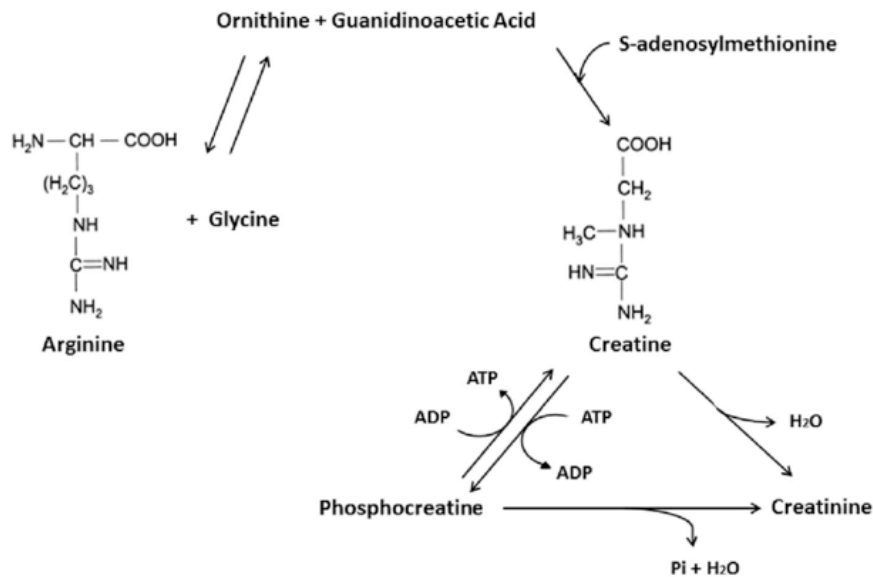
Obsah kreatinu ve stravě ovlivňuje i typ tepelné úpravy. V závislosti na obsahu redukcujících sacharidů, karnosinu a kyseliny asparagové může dojít k jeho degradaci na akrylamidy. Až 30 % kreatinu vázaného v mase může být ztraceno nebo degradováno na biologicky neaktivní kreatinin při přípravě (Mora et al., 2008).

### 2.2.2 Biosyntéza a turnover kreatinu

Kreatin je tvořen ve 2 krocích. Prvním krokem je syntéza guanidinacetátu z argininu a glycinu v ledvinách. V játrech následně dochází k metylaci guanidinacetátu na kreatin při účasti s-adenosylmethioninu. Kreatin je následně transportován krví k tkáním s vysokou energetickou poptávkou jako kosterní svalovina nebo mozek (Wallimann et al., 1992).

Průměrné množství kreatinu uloženého v těle je zhruba 120 mmol/kg „dry muscle mass“ (bezvodá svalová hmota). Svalová kapacita je však podstatně vyšší a při dostatečném příjmu kreatinu běžnou stravou nebo suplementací lze dosáhnout až 160 mmol/kg „dry muscle mass“. Kreatin je skladován ve formě kreatinfosfátu (PCr) a volného kreatinu v poměru cca 6:4 (Hultman et al., 1985).

Denně je degradováno 1-2 % intramuskulárního kreatinu na kreatinin, který je následně vyloučen močí. Pro udržení zásob musí tělo získat 1-3 gramů (v závislosti na množství svalové hmoty) kreatinu za den buď ze stravy nebo endogenní syntézou (Kreider et al., 2017).



Obrázek 5 Syntéza kreatinu, kreatinfosfátu a jejich degradace na kreatinin (Kreider et al., 2017)

Mezi rizikové skupiny s nedostatečným příjmem kreatinu patří vegetariáni, vegani a senioři. Stárnutí provází celá řada fyziologických i patofyziologických změn, které vedou často ke sníženému příjmu potravin s bohatým obsahem kreatinu (Kreider et al., 2017; Halter et al., 2016). Z těchto důvodů se senioři jeví jako ideální skupina pro jeho suplementaci. Ze studií však není jasné, zda jsou svalové zásoby PCr u starších osob sníženy. Některé studie (Forsberg et al., 1991; McCully et al., 1991) vykazují nižší svalové zásoby PCr u seniorů, zatímco jiné studie (Chilibeck et al., 1998; Conley et al., 2000) došly k závěru, že není rozdíl mezi intramuskulárními zásobami PCr u seniorů a mladých osob.

Rozdílné výsledky mohou být způsobeny testováním jiných svalových skupin. Zásoby PCr jsou obdobné u seniorů i mladých osob zejména u svalových skupin nacházejících se na spodní části dolních končetin (*gastrocnemius* nebo *tibialis anterior*), které jsou více zatěžovány na denní bázi při pohybových aktivitách s nízkou intenzitou. Naopak svalové partie horní části dolních končetin (*vastus lateralis*) vykazují spíše nižší koncentraci PCr u seniorů ve srovnání s mladou populací. *Vastus lateralis* se zapojuje především u pohybové aktivity s vyšší intenzitou, jako například cyklistika nebo běh, tedy aktivity, které absolvuje spíše mladá populace než seniorská (Chilibeck et al., 2017).

Hladiny PCr jsou do značné míry ovlivněny právě fyzickou aktivitou. Vyšší fyzická námaha je spojena se zvýšenou koncentrací PCr, zatímco imobilita a nízká pohybová aktivita vede ke snížení této koncentrace. S rostoucím věkem dochází ke snížení pohybové aktivity, což může negativně ovlivnit i koncentrace PCr ve svalu (Chilibeck et al., 2017).

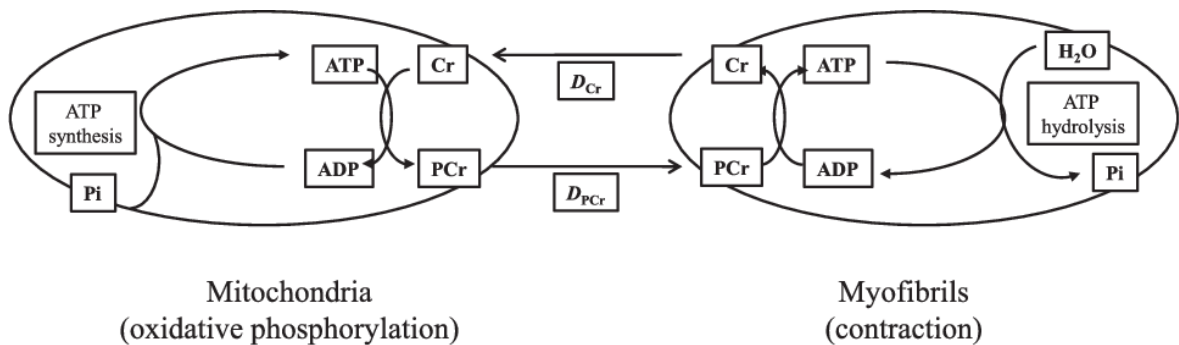


### 2.2.3 Kreatin jako součást kreatinfosfátového systému

Důležitou vlastností kreatinu je jeho schopnost přijímat fosfátovou skupinu z molekuly adenosin trifosfátu (ATP) za účasti enzymu kreatinkinázy (CK). ATP je makroergní sloučenina, která vzniká v mitochondriích buňky glykolýzou nebo beta-oxidací mastných kyselin. Pokud je buňka v pozitivní energetické bilanci (dostatečná koncentrace ATP), dochází k reakci mezi ATP a kreatinem za vzniku kreatinfosfátu (PCr). PCr následně slouží jako rezervovár energie pro buňku (Guzun et al., 2011). Doba, po kterou tato zásoba může poskytovat energii při svalové práci, je zhruba 10 vteřin.

Při štěpení ATP na adenosindifosfát (ADP) dochází k uvolňování energie, která může být využita například pro svalovou práci. Funkcí PCr je následně darovat fosfátovou skupinu molekule ADP za vzniku ATP, a tím rychle obnovit tento energetický substrát (Guzun et al., 2011).

Suplementace kreatinu u seniorů vede ke zvýšení intramuskulárních zásob kreatinu, a tím pádem dochází i ke zvýšení koncentrace PCr, což může následně vést k rychlejší recyklaci ADP na ATP v průběhu intenzivní zátěže (např. odporové cvičení) a zvýšení objemu tréninku (Kreider et al., 2017; Baker et al., 2010; Chilibeck et al., 2017).



Obrázek 6 Kreatin-fosfátový cyklus (Gabr et al., 2011)

Vyšší koncentrace kreatinu a PCr v buňce zvyšuje její schopnost obrany vůči negativním vlivům jako hypoxie, oxidativní poškození a některým toxinům schopným poškodit neurony nebo skeletální svalové buňky (Wyss et al., 2010; Wallimann et al., 2011).

### 2.2.4 Kreatin a svalová hypertrofie

Rychlejší recyklace ADP na ATP není jediným pozitivním efektem suplementace kreatinu. Kreatin, jako osmoticky aktivní látka, má schopnost zvýšit intramuskulární objem vody. Zvýšená hydratace svalových buněk hraje roli v indukci zvýšení syntézy bílkovin a/nebo snížení jejich degradace. Kreatin má také na úrovni transkripce a translace schopnost stimulovat syntézu kontraktálních svalových vláken (Branch, 2003).

Suplementace kreatinu, jako součást odporového cvičení, po dobu 12 týdnů vedla u mladých mužů k vyšší syntéze myofibrilární bílkoviny myosinu, důležitého při svalové kontrakci. U kontrolní skupiny (placebo + odporový trénink) k tak velkému nárůstu nedošlo. Tyto změny byly provázeny vyšším množstvím svalové hmoty i větší silou ve skupině suplementující kreatin vs placebo (Willoughby a Rosene, 2011).

Tyto výsledky neodpovídají zjištěním studie z roku 2003 (Louis et al., 2003), kdy byl zdravým mužům podáván kreatin po dobu 5 dnů. Suplementace kreatinu nevedla ke zvýšení syntézy myofibrilárních ani sarkoplazmatických bílkovin.

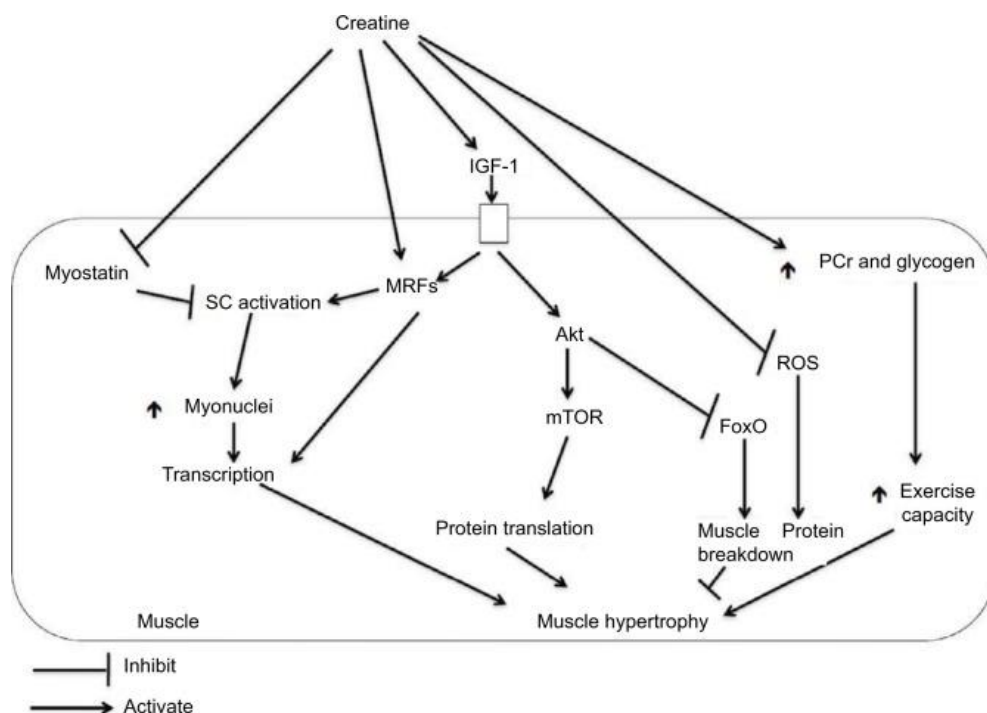
Pro signifikantní efekt kreatinu je pravděpodobně nutná jeho dlouhodobá suplementace (Chilibeck et al., 2017).

Důležitým efektem kreatinu je jeho schopnost zvýšit syntézu bílkovin podílejících se na proliferaci a diferenciaci satelitních buněk. Satelitní buňky hrají podstatnou roli při vzniku nových svalových vláken a při jejich regeneraci. Tento efekt je důležitý u seniorů, jelikož s věkem dochází k redukci počtu satelitních buněk (Chilibeck et al., 2017).

Výzkum na starší mužské populaci poukázal na snížení exkrece 3-methylhistidinu močí při suplementaci kreatinem. 3-methylhistidin je ukazatel katabolismu bílkovin a indikuje tedy antikatabolický efekt podávání kreatinu (Chilibeck et al., 2017). Suplementace kreatinu také snižuje hladinu myostatinu, růstového faktoru, který inhibuje růst svalové hmoty, a tím podtrhuje anti-katabolický efekt kreatinu (Saremi et al., 2010).

Mezi další mechanismy účinku kreatinu při zvýšení množství svalové hmoty patří snížení oxidativního stresu a zvýšení energetických zásob (mimo PCr). Protizánětlivá a antioxidační kapacita kreatinu působí preventivně vůči poškození DNA v buňce a mitochondriích. S věkem dochází ke zvýšené produkci reaktivních kyslíkových radikálů (ROS), které se mohou podílet na svalové atrofii (Chilibeck et al., 2017).

Zmíněný pozitivní efekt na zvýšení energetických zásob je způsoben upregulací genů podílejících se na vzniku bílkovin, které jsou důležité pro syntézu glykogenu a zároveň sníženou expresí genů účastnících se glykogenolýzy (Chilibeck et al., 2017). Dvojitě zaslepená, randomizovaná studie (Gualano et al., 2011) trvající 12 týdnů na starší diabetické populaci zjistila, že suplementace kreatinu spolu s odporovým cvičením vedla ke zvýšení koncentrace GLUT 4, a tím zvýšila flux glukózy do buňky ve srovnání s placebem.



Obrázek 7 Mechanismus účinku kreatinu na svalový růst (Chilibeck et al., 2017)

## 2.2.5 Formy kreatinu

### 2.2.5.1 Kreatin monohydrát

Kreatin monohydrát (CM) je nejběžnější formou kreatinu a také se považuje za výchozí u studií zkoumajících účinky kreatinu. Je jeden z nejlépe zmapovaných doplňků stravy s vlivem na fyzický výkon a zdraví. Ostatní formy se následně srovnávají právě s kreatinem monohydrátem (Dash et al., 2002; Fernández-Landa et al., 2020).

Studie konzistentně poukazují na schopnost CM zvýšit svalové zásoby kreatinu a fosfokreatinu až o 40 %, a tím zvýšit anaerobní kapacitu. Chronická i akutní suplementace CM má pozitivní vliv na výkon především u aktivit s vysokou intenzitou. Řada studií také prokázala, že podávání CM ve spojitosti s tréninkem vede k vyššímu nárůstu netukové hmoty. CM je považován za nejefektivnější, bezpečný a dobře prostudovaný doplněk stravy se schopností zvýšit sportovní výkon a množství svalové hmoty (Jäger et al., 2011).

Je zřejmé, že téměř 99 % orálně suplementovaného kreatinu se absorbuje v trávicím traktu a transportuje k cílové tkáni nebo vyloučí močí. Do dnešní doby není známý žádný negativní efekt, který by byl klinicky signifikantní (Jäger et al., 2011).

Na trhu se můžeme setkat s tzv. mikronizovaným kreatinem, který je mechanicky upraven tak, aby se zvýšila jeho rozpustnost ve vodě. Ve srovnání s klasickou formou kreatinu monohydrátu je ale jeho účinek stejný (Patel, 2021).

### **2.2.5.2 Kreatin citrát**

Kreatin citrát (CC) je molekula složená z kreatinu a citrátu. I přes to, že je kreatin citrát lépe rozpustný ve vodě, je jeho absorpce srovnatelná s CM. Vyšší rozpustnost ve vodě může hrát pozitivní roli v senzoryckém vjemu (Patel, 2021).

CC byl podroben zkoumání v několika studiích, žádná z nich však neporovnávala efekt suplementace CC s CM. Výsledky těchto studií jsou vesměs s pozitivními výsledky. Podávání CC vedlo ke zvýšení anaerobní pracovní kapacity, oddálení neuromuskulární únavy a zvýšení ventilačního prahu (Jäger et al., 2011).

### **2.2.5.3 Kreatin pyruvát**

Kreatin pyruvát (CPY) je molekula složená z kreatinu a kyseliny pyrohroznové. V roce 1998 byl popsán pozitivní efekt kyseliny pyrohroznové na vytrvalostní výkon u myši a z toho důvodu se předpokládalo synergické působení mezi těmito dvěma látkami (Jäger et al., 2011).

Podávání CPY ve srovnání s CM (dávka se stejným absolutním obsahem kreatinu) vedlo k vyšší plazmatické hladině kreatinu. Ve srovnání s CM vedla suplementace CPY k signifikantnějšímu zvýšení výkonu. Tento efekt je pravděpodobně způsoben přítomností pyruvátu (Jäger et al., 2007).

### **2.2.5.4 Kre-Alkalyn**

Kre-Alkalyn (KA) je pufovaná forma kreatinu a výrobci proklamována jako účinnější a bezpečnější forma než CM. Měla by být odolnější vůči žaludečnímu prostředí díky obsahu zásadité směsi složené z uhličitanu sodného a hydrogenuhličitanu sodného. Výrobci také tvrdí, že 1,5 g KA je ekvivalentní s 10-15 gramy CM (Jagim et al., 2012).

Ze studie (Jagim et al.) z roku 2012 je zřejmé, že suplementace KA ve srovnání s CM nevedla k vyšším změnám v obsahu intramuskulárního kreatinu, tělesné kompozice, síly nebo anaerobní kapacity. Nebylo potvrzeno ani tvrzení, že suplementace KA provází méně vedlejších účinků.

### **2.2.5.5 Kreatin Ethylester**

Kreatin Ethylester (CEE) je molekula ethanolu esterifikovaná s kreatinem. Nejprve byl využíván v domnění, že bude lépe dostupný pro mozek u pacientů s deficiencí kreatinových transportérů. Tento efekt se však ve studiích nepotvrdil (Andres et al., 2017).

CEE vykazuje velmi špatnou stabilitu v prostředí podobném trávicímu traktu a jeho suplementace vede spíše ke zvýšení plazmatické hladiny kreatininu než kreatinu. Zdá se, že podávání CEE je méně efektivní než CM a stejně efektivní jako placebo (Patel 2021).

### 2.2.5.6 Kreatin magnesium chelát

Kreatin magnesium chelát (MgCr) je molekula kreatinu s obsahem hořčíku v chelátové vazbě. Jeho lepší efektivita by měla spočívat právě v obsahu hořčíku, který hraje roli při metabolismu kreatinu (Selsby et al., 2004).

Výzkum ukázal na obdobnou schopnost MgCr zvýšit svalovou sílu jako CM, ale s menší (insignifikantní) retencí vody (Patel, 2021). Vzhledem k relativně vysokému obsahu hořčíku v běžné dávce MgCr (cca 600-800 mg hořčíku denně) přesahuje tato dávka doporučenou denní dávku tohoto prvku (Andres et al., 2017).

### 2.2.5.7 Kreatin hydrochlorid

Kreatin hydrochlorid (CHCl) je molekula tvořená kreatinem ve vazbě na kyselinu chlorovodíkovou. Tvrdí se, že pro dosažení stejného efektu jako CM stačí menší dávka CHCl, avšak bez průkazu v odborné literatuře (Patel 2021).

Studie (Packer et al., 2016) zkoumající rozdíl mezi podáváním CM a CHCL nenašla signifikantní rozdíl mezi jejich vlivem na silový výkon, avšak limitující je velmi nízké množství účastníků studie, které činí pouze 9 trénovaných jedinců.

## 2.2.6 Proměnné ovlivňující efektivitu suplementace kreatinu monohydrátu

Pozitivní efekt suplementace kreatinu na množství svalové hmoty, síly a sportovního výkonu je konzistentní. Zejména u seniorů však dochází k vysoké variabilitě efektivnosti podávání kreatinu. V této kapitole budou popsány determinanty, které tuto efektivnost ovlivňují.

### 2.2.6.1 Výchozí hladina intramuskulární koncentrace kreatinu

Velikost efektu suplementace kreatinu je ovlivněna výchozí hladinou svalového kreatinu. Lidé s nižší výchozí hladinou reagují lépe, a naopak lidé s vyšší výchozí hladinou reagují méně signifikantně.

Jak bylo již zmíněno, studie zkoumající bazální množství kreatinu u seniorů došly k nekonzistentním výsledkům především kvůli široké škále faktorů, které mohou hladinu kreatinu ve svalech ovlivňovat. Studie z roku 2017 (Chilibeck et al.) meta-analyzovala výsledky studií zkoumajících rozdíl mezi hladinou svalového kreatinu u mladé vs seniorské populace. Při analýze studií zkoumajících svalové skupiny *quadriceps*, *gastrocnemius* a *tibialis anterior* autoři zjistili, že není rozdíl mezi hladinou PCr u seniorů a mladých lidí. Avšak analýza podskupiny studií provedených pouze na *quadriceps* ukázala nižší hladinu intramuskulárního PCr u seniorů. Každá svalová skupina tedy pravděpodobně může reagovat na suplementaci kreatinu odlišně.

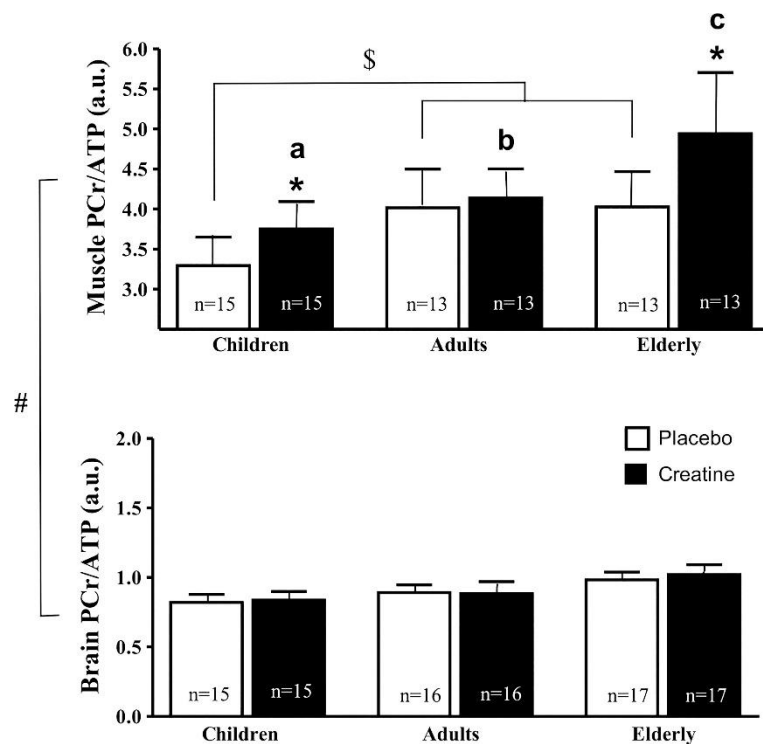
### 2.2.6.2 Rozdíly mezi typy svalových vláken

Nejvyšší koncentrace kreatinu se nachází ve svalových vláknech typu II, tedy vláknech uzpůsobených pro rychlé a silové pohyby. Tato vlákna však s věkem progresivně degradují a dochází ke zmenšení jejich množství i velikosti. Výzkum ukázal, že lidé s vyšším množstvím a průřezovou plochou těchto vláken reagují na suplementaci kreatinu lépe. Věkem způsobená degradace svalových vláken typu II může tedy potenciálně snižovat anabolickou odpověď organismu na podávání kreatinu (Candow et al., 2019).

### 2.2.6.3 Příjem kreatinu v běžné stravě

Lidé s nižším příjmem potravin s bohatým obsahem kreatinu, jako například hovězí nebo kuřecí maso či ryby, vykazují nižší intramuskulární zásoby kreatinu, a tím pádem by měli lépe reagovat na jeho suplementaci. Toto tvrzení podporuje studie (Burke et al.) z roku 2003, kde se porovnávala reakce vegetariánů vs nevegetariánů na suplementaci kreatinem. U vegetariánů došlo k signifikantně vyššímu nárůstu intramuskulární koncentrace PCr i kreatinu ve srovnání s nevegetariány.

Se zvyšujícím se věkem často dochází i k menšímu příjmu masa. Solis a spol (Solis et al., 2017) porovnával ve své studii 4 skupiny lidí: 15 dětí, 17 nevegetariánů a 14 vegetariánů dospělých a 18 seniorů. Suplementace kreatinu vedla ke zvýšení svalového PCr u dětí a seniorů, u nevegetariánů nedošlo k signifikantnímu nárůstu. U seniorů došlo k razantnějšímu nárůstu ve srovnání s dětmi i nevegetariány.



Obrázek 8 Zvýšení svalového PCr po suplementaci kreatinem (Solis et al., 2017)

#### **2.2.6.4 Načasování suplementace kreatinu**

Výzkum vlivu načasování kreatinu v průběhu dne je nedostatečný. Podání kreatinu v blízkosti odporového cvičení může zlepšit podmínky a prostředí pro lepší svalový růst, avšak výzkum, jasně potvrzující uvedené tvrzení, chybí (Candow et al., 2019).

Cribb a spol ve své studii zjistil, že podávání kreatinu před nebo po cvičení spolu s nápojem obsahujícím bílkoviny a sacharidy po dobu 10 týdnů ovlivňuje svalový růst i sílu více než podání kreatinu ráno nebo večer s časovým odstupem od tréninku. Studie ovšem neposkytuje odpověď na otázku, zda je výhodnější suplementace před nebo po cvičení (Cribb a Hayes, 2006).

Tuto otázku si položil Antonio a Ciccone a ve své studii (2013) porovnávali efekt 5 g kreatinu před vs po silovém cvičení. Výsledky naznačují vyšší efektivitu nárůstu svalové hmoty při podávání kreatinu v krátké době po cvičení, avšak rozdíl byl insignifikantní. K podobným závěrům dospěla i další studie (Candow et al., 2015), kde podávání kreatinu před cvičením vs po cvičení (vs placebo) vedlo k signifikantnímu nárůstu svalové hmoty pouze u skupiny suplementující kreatin po cvičení, nikoli před ním. Obě skupiny suplementující kreatin dosáhly signifikantního nárůstu síly, nebyl však rozdíl mezi podáváním kreatinu před a po cvičení.

Malá meta-analýza (Forbes a Candow, 2018) 3 studií došla k závěru, že podávání kreatinu po cvičení vedlo k vyšším nárůstům svalové hmoty ve srovnání se suplementací před, ale s žádným rozdílem u vlivu na svalovou sílu.

#### **2.2.6.5 Dávkování**

Existují 2 různé protokoly pro suplementaci kreatinu. První protokol obsahuje nasycovací fázi, která je následována fází udržovací. Druhý protokol začíná přímo fází udržovací a dochází tedy k pomalejší saturaci kreatinem.

Nasycovací fáze sestává z podávání 20-25 g kreatinu (0,3 g/kg/den), ve čtyřech denních dávkách, po dobu 5-7 dnů a je následovaná udržovací fází charakterizovanou podáváním 3-5 g (0,03 g/kg/den) kreatinu denně. Nasycovací fáze vede k rychlejší saturaci svalových buněk kreatinem a může být doprovázena signifikantním nárůstem hmotnosti (z důvodu retence vody) (Kreider et al., 2017; Naderi et al., 2016).

Druhou variantou je pomalá saturace svalových buněk kreatinem v dávce 3-5 gramů kreatinu denně. Tato metoda povede k pomalému nárůstu koncentrace kreatinu, a tím i k pomalejšímu nárůstu svalové hmoty, síly a výkonu. Po dosažení maximální saturace však bude efekt stejný jako v protokolu s nasycovací fází (Kreider et al., 2017).

Po přerušení suplementace kreatinu dochází k návratu na bazální hladinu po cca 4-6 týdnech. Není evidence, která by prokázala propad bazální hladiny na nižší úroveň než před

suplementací kreatinem. Není se proto třeba obávat dlouhodobé suprese endogenní syntézy kreatinu a kreatin proto může být suplementován bez přerušení (Kreider et al., 2017).

Inzulinogenní efekt sacharidů a bílkovin pozitivně ovlivňuje transport kreatinu do svalových buněk. Výzkum ukazuje, že suplementace kreatinu společně se sacharidy a bílkovinami vede k vyšší saturaci svalových buněk kreatinem (Kreider et al., 2017; Naderi et al., 2016).

### **2.2.7 Bezpečnost suplementace kreatinu s ohledem na ledviny**

Od roku 1990 proběhlo více než 1000 studií zkoumajících účinky kreatinu monohydrátu, což ho staví na místo nejlépe zdokumentovaného suplementu. Bohužel i dnes se lze setkat s tvrzeními o jeho negativních účincích, zejména ve vztahu k jeho působení na ledviny.

V současné době nejsou popsány žádné klinicky významné vedlejší účinky podávání CM. Nejčastěji popisované vedlejší účinky jsou gastrointestinální obtíže způsobené podáním velké dávky kreatinu najednou a svalové křeče způsobené nedostatečnou hydratací. *International Society of Sports Nutrition* označuje podávání kreatinu jako bezpečné pro seniorskou populaci (Kreider et al., 2017, Patel 2021).

Suplementace kreatinu (3,5-7 g/denně po dobu 6-54 týdnů) byla studována na celé řadě populačních skupin včetně mladých atletů, postmenopauzálních žen nebo pacientů s onemocněním srdce, a nebyl evidován žádný negativní vliv (Andres et al., 2017). Celkem 5 studií zkoumalo vliv podávání kreatinu na markery poškození ledvin a jater u seniorů se závěrem, že suplementace kreatinu po dobu 3-52 týdnů nevede k poškození jater ani ledvin (Chilibeck et al., 2017). Výsledky meta-analýzy (Guingand et al., 2020), zkoumající negativní účinky kreatinu u postmenopauzálních žen, značí, že podávání kreatinu negativně neovlivňuje žádný orgánový systém.

#### **2.2.7.1 Suplementace kreatinu a funkce ledvin**

Za normálních podmínek je kreatinin, degradační produkt kreatinu, vyloučen močí. Kreatinin je zároveň ukazatelem glomerulární filtrace ledvin není však přímým ukazatelem jejich poškození. Při suplementaci vyšších dávek kreatinu může dojít také ke zvýšení krevní hladiny kreatininu, a tím k falešně pozitivní diagnostice ledvinové insuficience (Patel 2021).

Negativní efekt suplementace kreatinu na funkci ledvin byl zdokumentován v celkem 2 případových studiích (Ardalan et al., 2012; Taner et al., 2011). Využití případových studií je ve vědě limitované z důvodu malého vzorku lidí, retrospektivního designu, chybějících informací o produktu nebo příjmu dalších potenciálně škodlivých látek (Andres et al., 2017).

V intervenčních studiích zaměřených na výzkum vlivu podávání kreatinu a funkci glomerulární filtrace ledvin nebyly zaznamenány žádné negativní účinky. Tyto studie byly provedeny na populaci zdravých mužů, postmenopauzálních žen, pacientů s diabetem II.



typu, pacientů s onemocněním srdce a pacientů s fibromyalgií (Andres et al., 2017). Jedna případová studie (Gualano et al., 2010) dokonce testovala podávání kreatinu (20 g/den po dobu 5 dnů a následně 5 g/den po dobu 30 dnů) spolu s vysokoproteinovou dietou (2,8 g/kg/den) u mladého muže s jednou ledvinou a mírně sníženou glomerulární filtrací bez přítomnosti poškození ledviny. Tato intervence nevedla k žádnému negativnímu efektu na funkci ledvin.

Naprostá většina studií nenašla u zdravých lidí žádný signifikantní vliv podávání kreatinu na funkci ledvin. Suplementace kreatinu se zdá být bezpečná i u lidí s již suboptimální funkcí ledvin, avšak studií zaměřených na tuto populaci je poměrně málo a převážně se jedná o krátkodobé intervence. Proto se lidem s renální insuficiencí doporučuje pouze podávání nízké dávky kreatinu v množství 3 gramů denně a po konzultaci s lékařem (Kreider et al., 2017, Patel 2021).

## **2.3 Nutriční intervence v prevenci a léčbě sarkopenie**

### **2.3.1 Adekvátní příjem energie**

Nedostatečný kalorický příjem je u starší populace velmi častý a je spojen se změnami tělesného složení, horší svalovou funkcí, disabilitou a křehkostí. Následně dochází ke zvýšeným katabolickým procesům a degradaci tukové a svalové hmoty (Szlejf a Rosas-Carrasco, 2018). Průřezová studie na španělské starší populaci asociovala nižší týdenní konzumaci kalorií s vyšší prevalencí sarkopenie a indonéská studie spojila malnutrici s nižší silou stisku ruky (Szlejf a Rosas-Carrasco, 2018, Coto et al., 2017). S podobnými závěry přišla také studie (Jang a Bu) z roku 2018, která zkoumala více než 8 tisíc subjektů starší 30 let.

Doporučený příjem energie činí 25-30 kcal/kg/den u zdravé seniorské populace. U chronicky nebo akutně nemocných může potřeba energie stoupat až na 40 kcal/kg/den. Existuje řada metod, kterými u starší populace můžeme příjem energie navyšovat. V první řadě je nutné eliminovat jakékoli nezbytné nutriční restrikce, dále je vhodné zařadit energeticky bohaté potraviny, případně využít fortifikaci např. maltodextrinem. Je třeba také posoudit soběstačnost seniora a případně nabídnout asistenci s příjmem potravy a zajistit přístup k jídlu (Halter et al., 2016).

Evidence posuzující efekt navýšení kalorického příjmu (sacharidy, tuky) na množství svalové hmoty a síly chybí, jelikož většina studií je prováděna zaváděním nutriční podpory navyšující příjem energie spolu s příjmem bílkovin (Szlejf a Rosas-Carrasco, 2018). Jedna průřezová studie (Kim a Song, 2019) na korejské populaci pozitivně spojila příjem sacharidů s celkovým množstvím svalové hmoty na dolní končetině.

### 2.3.2 Adekvátní příjem bílkovin

Evidence poukazuje na to, že více než 80 % postprandiálního stimulačního efektu syntézy svalové hmoty (*muscle protein synthesis*; MPS) je přičítáno aminokyselinám. Mimo to hrají aminokyseliny svou roli také v regulaci svalové degradace (*muscle protein breakdown*; MPB) (Kim et al., 2010). Starší populace je však ve vysokém riziku nedostatečného příjmu bílkovin. Kerstetter a spol. (2003) ve své práci uvádí, že 32-41 % žen a 22-38 % mužů starších 50 let nedosahuje doporučeného příjmu bílkovin dle WHO (0,8 g/kg/den). Z evidence je však patrné, že doporučení příjmu bílkovin 0,8 g/kg/den není pro seniorskou populaci dostatečné. Jedna studie (Campbell et al., 2001) se zaměřila na efekt příjmu bílkovin v množství 0,8 g/kg/den po dobu 14 týdnů. Dieta byla přísně kontrolována a po 14 týdnech byla počítačovou tomografií odhalena ztráta svalové hmoty na dolní končetině. Meta-analýza (Coelho-Júnior et al., 2018) observačních studií na celkem 50 284 seniorech spojila vyšší příjem bílkovin s nižším výskytem křehkosti.

Analýza několika studií posuzujících dusíkovou bilanci u starší populace zjistila vyšší potřeby bílkovin u seniorů (1,14 g/kg/den) na rozdíl od populace mladé (0,8 g/kg/den). Zhruba polovina seniorů přitom tohoto množství nedosahuje a nedostatečný příjem bílkovin tak může být důležitým faktorem ovlivňující vznik sarkopenie (Kim et al., 2010). Expertní skupina ESPEN proto doporučuje příjem bílkovin v množství 1,0-1,2 g/kg/den u zdravé seniorské populace a 1,2-1,5 g/kg/den u seniorské populace s rizikem malnutrice nebo malnutricí (Deutz et al., 2014).

Pro optimální růst svalové hmoty je z důvodu anabolické rezistence pro maximalizaci MPS u seniorské populace potřebná dávka bílkovin v množství 0,4 g/kg ( $\pm$  0,19 g/kg) v jedné porci, tedy mnohem více ve srovnání s mladou populací (0,24 g/kg) (Moore et al., 2015). Dosáhnout takového příjmu bílkovin může být u starší populace obtížné, zejména z důvodu častých problémů s orálním zdravím. Měli bychom proto cílit na bolusové podávání jídel s vysokým obsahem bílkovin a případně zvážit jejich suplementaci.

Přehled meta-analýz a systematických přehledů (Gielen et al.) z roku 2021 naznačuje, že suplementace bílkovin může mít pozitivní efekt na množství svalové hmoty, nebyl však popsán jasný efekt na svalovou sílu a fyzický výkon. Optimálního efektu je dosaženo při kombinaci silového cvičení a suplementace bílkovin, při kterém dochází k pozitivnímu ovlivnění svalové hmoty i síly. Systematický přehled (Liao et al., 2019) studií na populaci s vysokým rizikem vzniku sarkopenie došel k závěru, že suplementace bílkoviny v kombinaci se silovým cvičením pozitivně ovlivňuje svalovou sílu i vytrvalost. Signifikantní pozitivní efekt na množství svalové hmoty u sarkopenických jedinců je popsán při suplementaci aminokyselinou leucinem a data naznačují také pozitivní efekt hydroxymethyl-butyrátu (HMB) u zdravé seniorské populace (Gielen et al., 2021).

### **2.3.3 Kreatin v prevenci a léčbě sarkopenie**

Jeden z důležitých indikátorů sarkopenie je dynapenie (svalová slabost). Po 50. roku života dochází k postupné ztrátě svalové síly i hmoty. Akumulující evidence potvrzuje pozitivní efekt suplementace kreatinu na svalovou sílu i množství svalové hmoty, zejména v kombinaci se silovým cvičením. Potenciální benefit je popsán také u snížení rizika pádů a zvýšení kostní denzity (Candow et al., 2019). Jelikož konkrétní mechanistické účinky kreatinu jsou popsány výše, budou v této kapitole popsány konkrétní výsledky klinických studií.

#### **2.3.3.1 Suplementace kreatinu bez silového cvičení**

Několik studií zkoumalo efekt kreatinu na vlastnosti svalové hmoty bez současného silového tréninku. Celkem 4 studie poukázaly na pozitivní efekt, zatímco 3 studie popsaly efekt srovnatelný s placebem a výsledky 1 studie byly heterogenní. Podávání kreatinu v množství 20 g/den po dobu 7 dnů následované 10 g/den po dobu dalších 7 dnů vedlo ke zvýšení síly stisku ruky ve srovnání s placebem. Přesto, že se jednalo o studii na malém vzorku (15 lidí), její kvalitu zvyšuje využití cross-over designu. Pozitivní efekt byl zjištěn také při suplementaci kreatinu po dobu 1 měsíce (20 g/den 10 dnů následované 4 g/den po dobu 20 dnů). V této studii sice nedošlo k signifikantním změnám v množství svalové hmoty, ale podávání kreatinu vedlo ke snížení svalové únavy (Candow et al., 2019). V další studii na starších ženách vedlo krátkodobé podávání kreatinu (0,3 g/kg po dobu 7 dnů) ke zvýšení svalové síly, výkonnosti i motorických funkcí dolní končetiny (Gotshalk et al., 2008). K pozitivnímu výsledku nedošla studie zkoumající efekt suplementace kreatinu v množství 0,1-0,3 g/kg po dobu 10 dnů ani druhá studie, která testovala vliv kreatinu v množství 1 g/den po dobu 1 roku. Jednorázové podání 20 g kreatinu nevedlo k žádnému efektu na svalovou sílu nebo vytrvalost (Candow et al., 2019). U studií, které nedosáhly pozitivního efektu, lze pozorovat nižší použitou dávku nebo krátké trvání experimentu, je proto třeba více studií s dávkou vyšší. Další proměnné ovlivňující výsledky mezi jednotlivými studiemi jsou popsány v kapitole o kreatinu.

#### **2.3.3.2 Suplementace kreatinu v kombinaci se silovým cvičením**

První meta-analýza zabývající se efektem suplementace kreatinu na svalovou hmotu a sílu pochází z roku 2003 a byla provedena na lidech mladých a ve středním věku. Výsledkem byl malý, ale signifikantní efekt u změny množství svalové hmoty i svalové funkce (Branch, 2003). Novější meta-analýza (Devries a Phillips) provedena v roce 2014 se již zabývala populací ve starším věku (celkem 357 participantů), u kterých byl porovnán efekt suplementace kreatinu v kombinaci s rezistentním cvičením a rezistentního cvičení bez suplementace. Z práce je zřejmé, že kreatin spolu se silovým cvičením působí synergicky a pozitivně ovlivňuje tělesné složení, svalovou sílu i funkční výkonnost u starší populace. Gualano popsal pozitivní efekt suplementace kreatinu v kombinaci se silovým tréninkem na množství svalové hmoty, síly i svalové funkce ve srovnání se silovým cvičením a placebem na populaci starších žen s nízkou fyzickou zdatností (Gualano et al., 2016). Výsledky

nejnovější meta-analýzy (Chilibeck et al.) z roku 2017 provedené na více než 700 seniorech ukázala o 1,4 kg větší nárůst svalové hmoty u skupiny kombinující kreatin se silovým cvičením a signifikantní zlepšení svalové síly horní i dolní poloviny těla ve srovnání s placebem v kombinaci se silovým cvičením. Přehled meta-analýz a systematických přehledů označuje kombinaci silového cvičení a kreatinu jako metodu, kterou lze pro zvýšení množství svalové hmoty a síly zvážit (Gielen et al., 2021).

### **2.3.3.3 Vliv kreatinu na riziko pádů**

Častou příčinou disability seniorů jsou pády a následné zlomeniny vedoucí k imobilizaci. Jeden z rizikových faktorů pádů je snížená síla dolních končetin a ztráta koordinace. Suplementace kreatinu pozitivně ovlivňuje výsledek sit-to-stand testu ve srovnání s placebem. Sit-to-stand test je vhodným prediktorem rizika pádu. Kreatin taktéž signifikantně zvyšuje sílu dolních končetin, která je pro prevenci pádů důležitá (Candow et al., 2019).

### **2.3.4 Další možné doplňky stravy v prevenci sarkopenie**

Jak již bylo zmíněno, jeden z rizikových faktorů sarkopenie je nízká pohybová aktivita a imobilizace. Je proto důležité redukovat množství pádů v seniorské populaci. Ve studii (Broe et al., 2007) zaměřené na populaci v domovech pro seniory vedla dávka 800 IU vitamínu D denně ke snížení rizika pádů o 72 % ve srovnání s placebem. Meta-analýza (Boschoff-Ferrari et al., 2009) došla k závěru, že suplementace vitamínu D v dávce 700-1000 IU denně snížila riziko pádů u seniorů o 19 %. Efektivita vitamínu D je dána jeho počáteční krevní hladinou u participantů. Systematický přehled popsal pozitivní efekt suplementace vitamínu D na svalovou sílu zejména u lidí s jeho počáteční hladinou  $\leq 30$  ng/mL (Uchitomi et al., 2020).

Omega 3 MK, které mohou snižovat chronický zánětlivý stav a zvýšit signalizaci ve svalové buňce, jsou asociovány s množstvím svalové hmoty, svalové síly, kvality a fyzickou zdatností. Mimo efekt na svalové parametry mohou hrát omega 3 MK roli ve snížení projevu deprese. Deprese může být jedním z rizikových faktorů nízkého příjmu jídla, potažmo energie a bílkovin (Dupont et al., 2019).

### **Kreatin a sarkopenie shrnutí**

- Příjem kreatinu je v seniorské populaci často nedostatečný
- Kreatin může pozitivně ovlivnit některé rizikové faktory vzniku sarkopenie
- Podávání kreatinu je v seniorské populaci bezpečné, navíc může mít i řadu pozitivních účinků na zdraví člověka
- Kreatin monohydrát je v současnosti velmi extenzivně studován a dokáže zvýšit kapacitu pro sportovní aktivitu ve vysoké intenzitě
- Vhodnou a bezpečnou variantou je podávání kreatinu v dávce 3-5 gramů denně

- Ideální dobou pro příjem kreatinu je po fyzické aktivitě a v kombinaci s bílkovinou či sacharidy
- Dostatečný příjem tekutin je důležitý pro eliminaci vedlejších účinků
- Nejefektivnější je kombinace suplementace kreatinu se silovým tréninkem, pozitivní efekt však může být pozorován i bez silového cvičení
- Pokud vezmeme v potaz cenu, účinek a bezpečnost – kreatin patří mezi nejlepší doplňky stravy

## **3. Praktická část**

### **3.1 Cíl práce**

Cílem praktické části práce bylo pomocí dotazníkového šetření popsat současný stav organizace nutriční péče v domovech pro seniory v České republice, zejména používané metody ke zjišťování malnutrice a používané nutriční intervence.

### **3.2 Metodika praktické části**

#### **3.2.1 Sběr dat**

Dotazníkové šetření bylo prováděno od 15.12.2020 do 15.2.2021.

Dotazník sestával ze 13 otázek, které se týkaly zejména nutriční problematiky. Část otázek byla inspirována dle dotazníku nDay určeného pro domovy s pečovatelskou službou, část otázek byla inspirována dle nutričního screeningu MNA-SF, zbytek otázek byl vytvořen dle potřeb diplomové práce. Otázky se zaměřovaly na popis každého zařízení, strukturu odborného personálu v problematice výživy, metody a frekvence zjišťování malnutrice, využívaný typ nutriční podpory s podotázkou směřující na užití kreatinu.

Dotazník byl určen pro domovy pro seniory v České republice. K vyplnění dotazníku byla určena jedna osoba z personálu (nejčastěji vrchní sestra nebo nutriční terapeut). Seznam jednotlivých DS byl získán ze stránek <https://www.mujduchod.cz/>, která shromažďuje informace o většině DS v ČR. Následně byly vyhledány kontakty jednotlivých pracovníků a zaslán dotazník pomocí emailové zprávy. Celkem byl dotazník poslán do 453 zařízení, z toho bylo získáno 113 odpovědí, tedy 25 %.

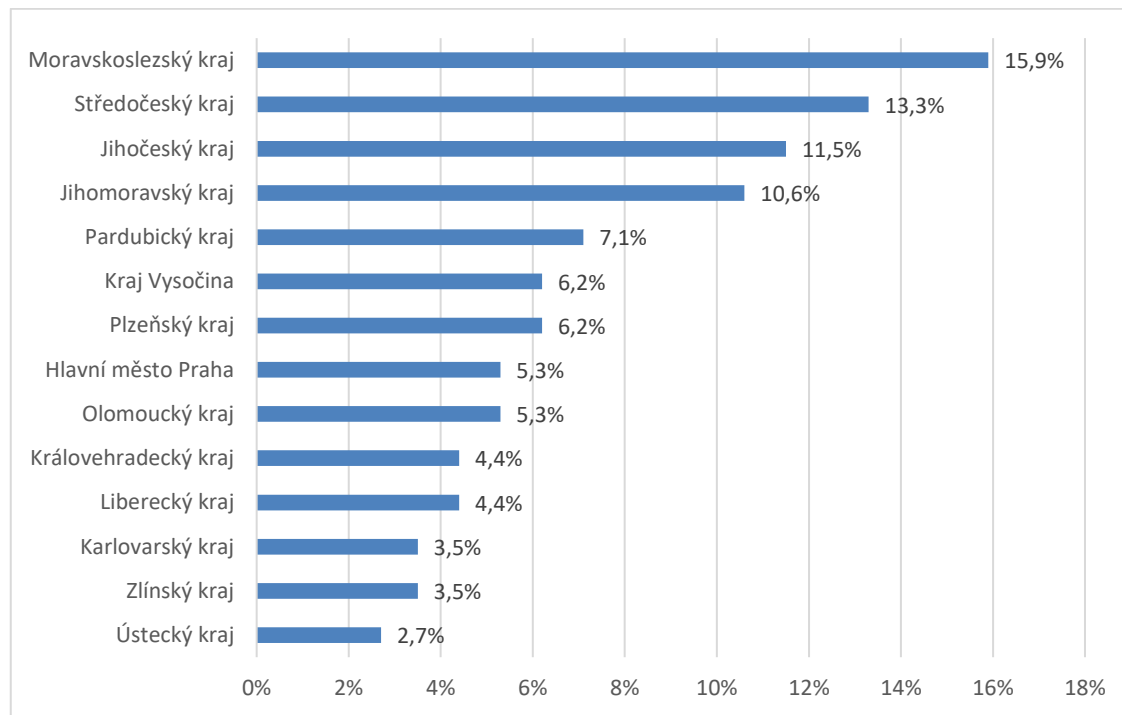
#### **3.2.2 Zpracování dat**

Získaná data byla zpracována v programu SPSS Statistics IBM a Microsoft Office Excel 365.

### 3.3 Výsledky

#### 3.3.1 Charakterizace souboru

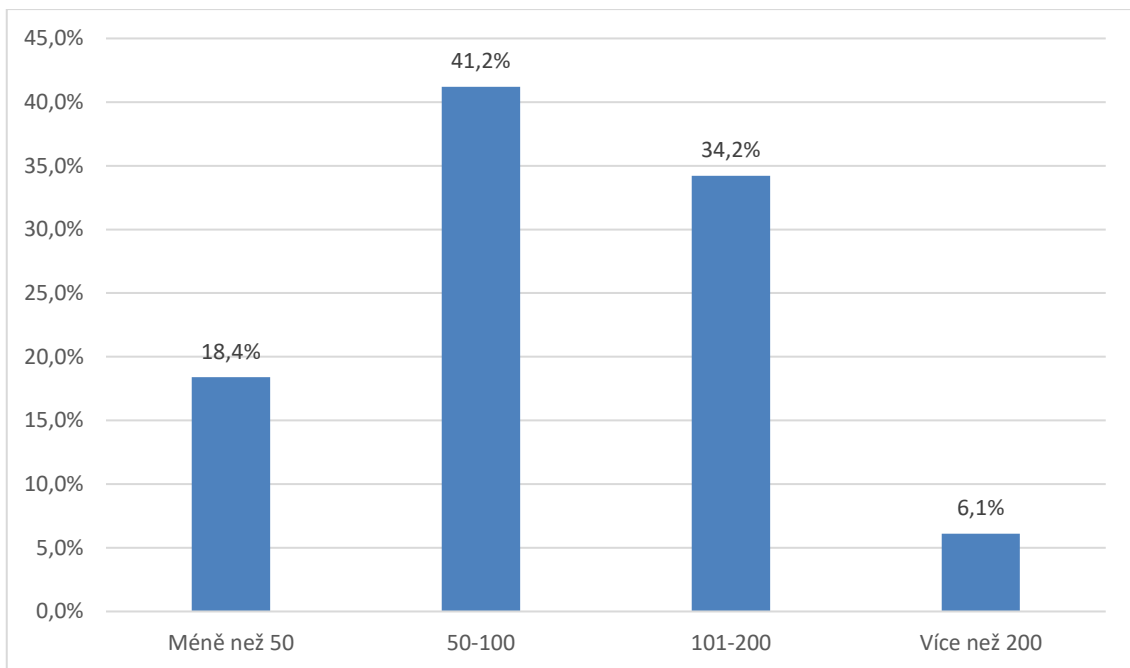
##### Otázka číslo 1: V jakém kraji se vaše zařízení nachází?



*Graf 1 Zastoupení domovů pro seniory v jednotlivých krajích*

S nejvyšší frekvencí se v dotazníku vyskytovaly zařízení se sídlem v moravskoslezském kraji následovány DS ve středočeském kraji, jihočeském kraji a jihomoravském kraji. Ostatní kraje se vyskytovaly s frekvencí menší než 10 %. S nejmenším zastoupením domovů pro seniory se výzkumu zúčastnil ústecký kraj s 2,7 %.

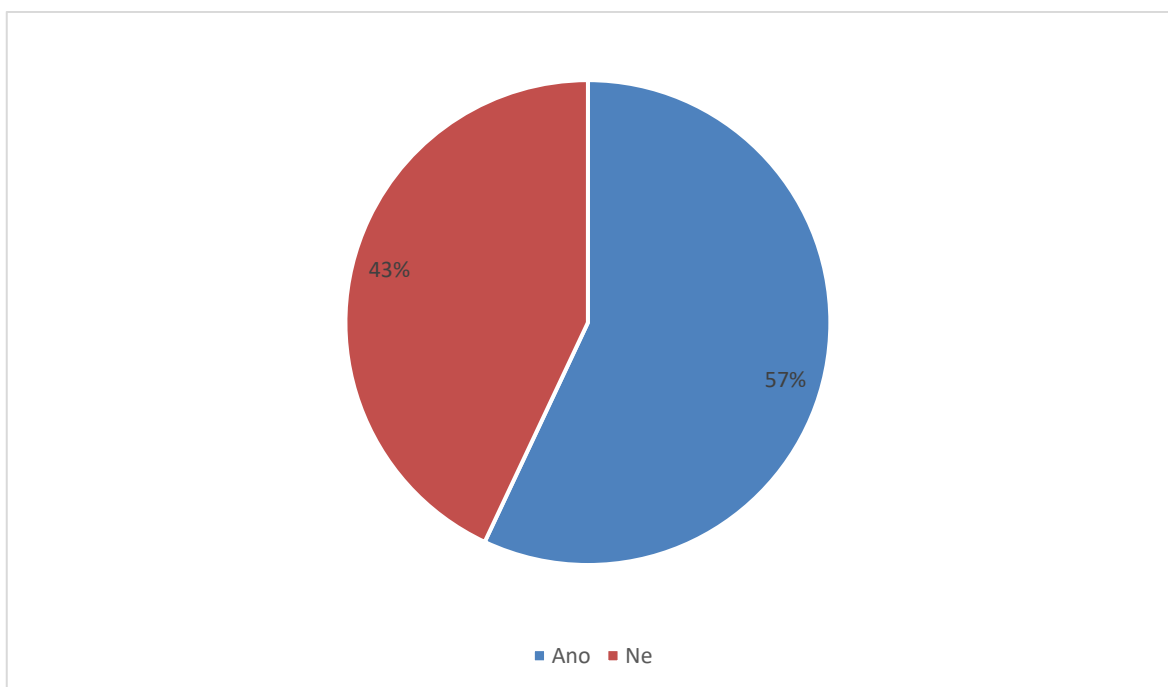
### Otázka číslo 2: Jaký je počet klientů ve vašem zařízení?



*Graf 2 Množství klientů v jednotlivých zařízeních*

Nejvyšší zastoupení (41,2 %) bylo u DS s velikostí 50-100 klientů, následované DS s velikostí 101-200 /34,2 %), poté DS s počtem klientů menší 50 (18,4 %) a nejméně byla zastoupena skupina DS s počtem klientů vyšším 200 (6,1 %).

### Otázka číslo 3: Je ve vašem zařízení k dispozici nutriční terapeut?

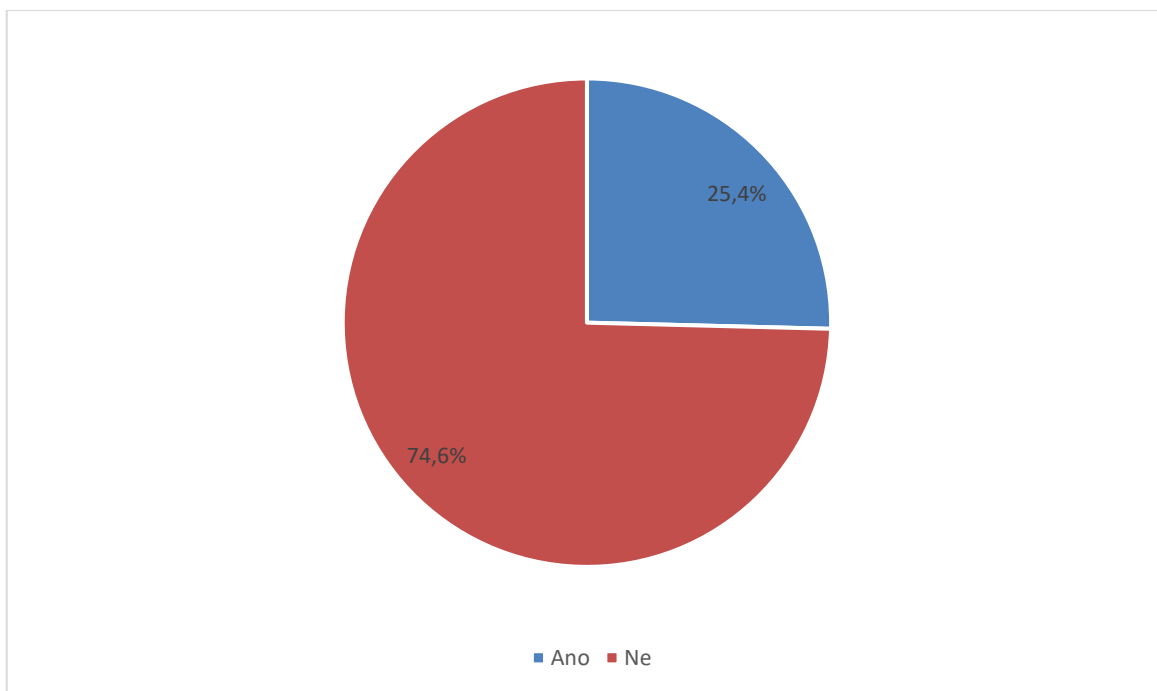


*Graf 3 Přítomnost nutričního terapeuta v daném zařízení*



Více než polovina zařízení uvedla, že má ve svém zařízení k dispozici nutričního terapeuta.

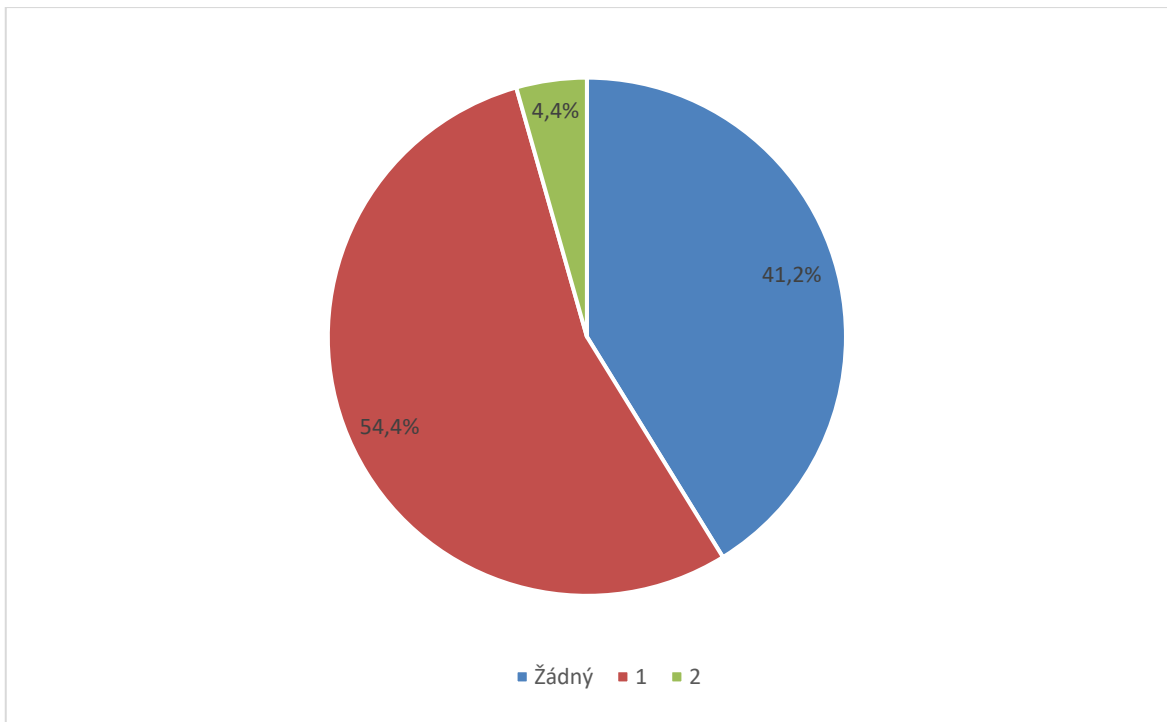
**Otázka číslo 4: Je ve vašem zařízení k dispozici lékař nutriční?**



*Graf 4 Přítomnost nutričníka v zařízení*

Pouze ¼ zařízení uvedla, že má k dispozici nutričníka.

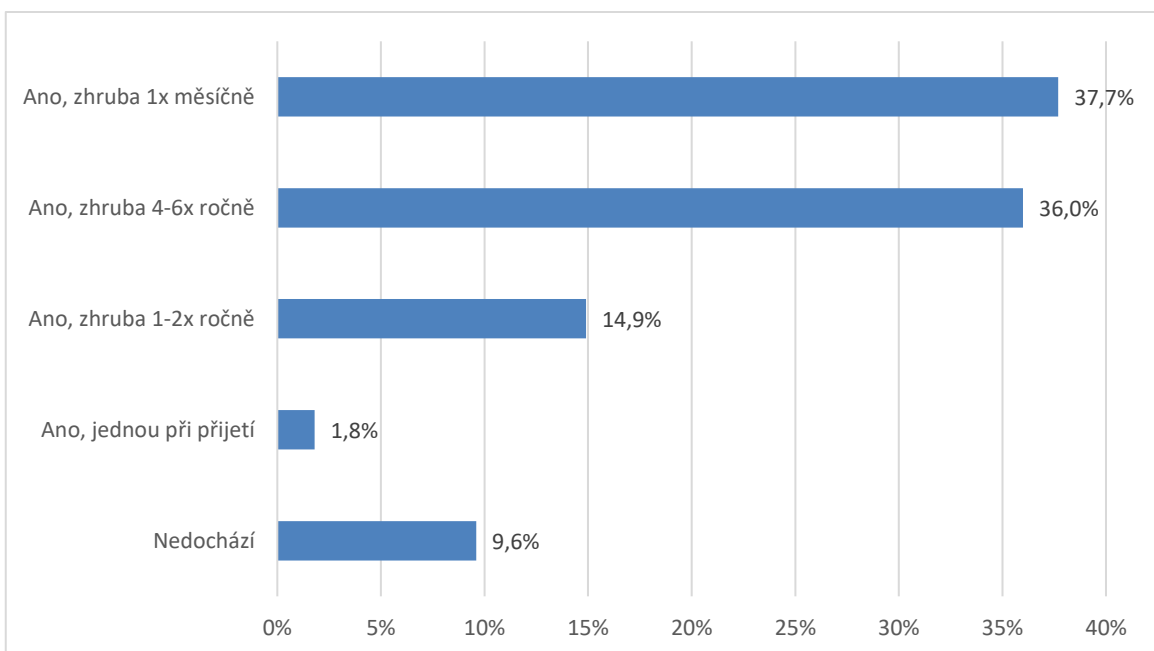
**Otázka číslo 5: Kolik nutričních terapeutů působí ve vašem zařízení?**



*Graf 5 Množství nutričních terapeutů v zařízeních*

S nejvyšší frekvencí se vyskytovala odpověď 1 nutriční terapeut (54,4 %). Přítomnost 2 nutričních terapeutů byla pouze ve 4,4 % zařízení.

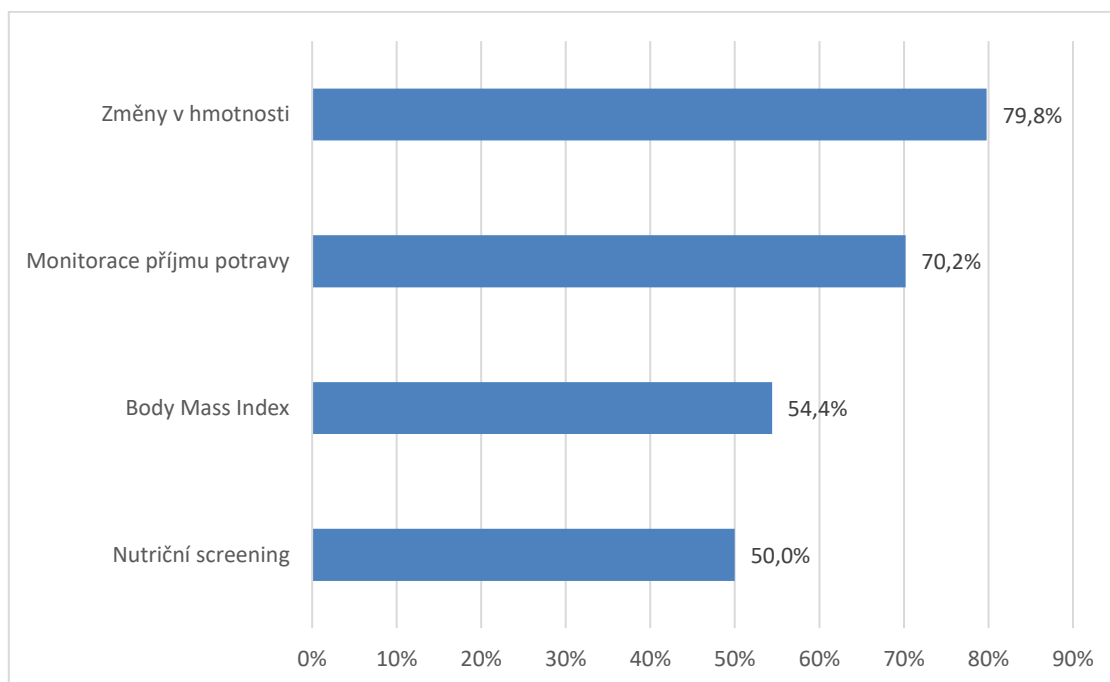
**Otázka číslo 6: Dochází k pravidelnému hodnocení přítomnosti či rizika podvýživy u vašich klientů?**



*Graf 6 Frekvence zjišťování rizika nebo přítomnosti podvýživy*

Každý měsíc zjišťují přítomnost nebo riziko vzniku podvýživy ve 37,7 % zařízení, 36 % zařízení monitoruje riziko nebo přítomnost podvýživy 4-6x ročně. Zhruba 1-2x ročně zjišťuje podvýživu 14,9 % zařízení a 1,8 % zařízení pouze 1x ročně. Téměř 10 % zařízení nezjišťuje přítomnost podvýživy nikdy.

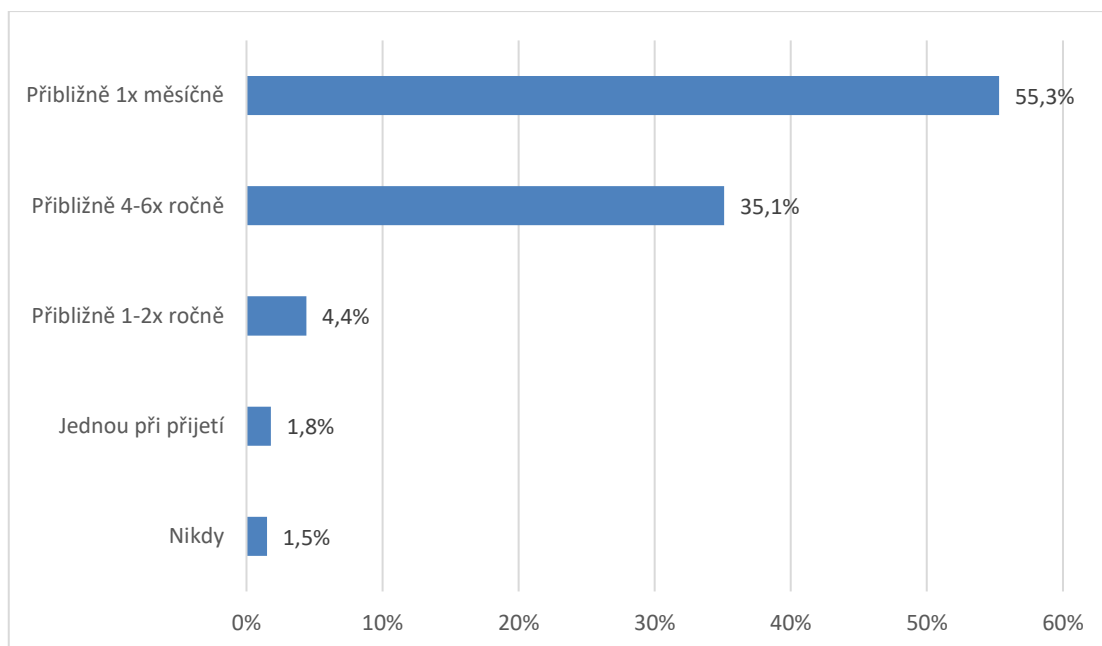
**Otázka číslo 7: Jakou metodu/metody používáte k hodnocení podvýživy či jejího rizika u klientů?**



*Graf 7 Metody využívané k hodnocení podvýživy*

Nejčastěji využívanou metodou při zjišťování rizika či přítomnosti podvýživy byla změna v hmotnosti (79,8 %). Druhou nejčastější odpovědí byla monitorace příjmu potravy (70,2 %), následně Body mass index (54,4 %). Pouze polovina zařízení používá ve své péči nutriční screening.

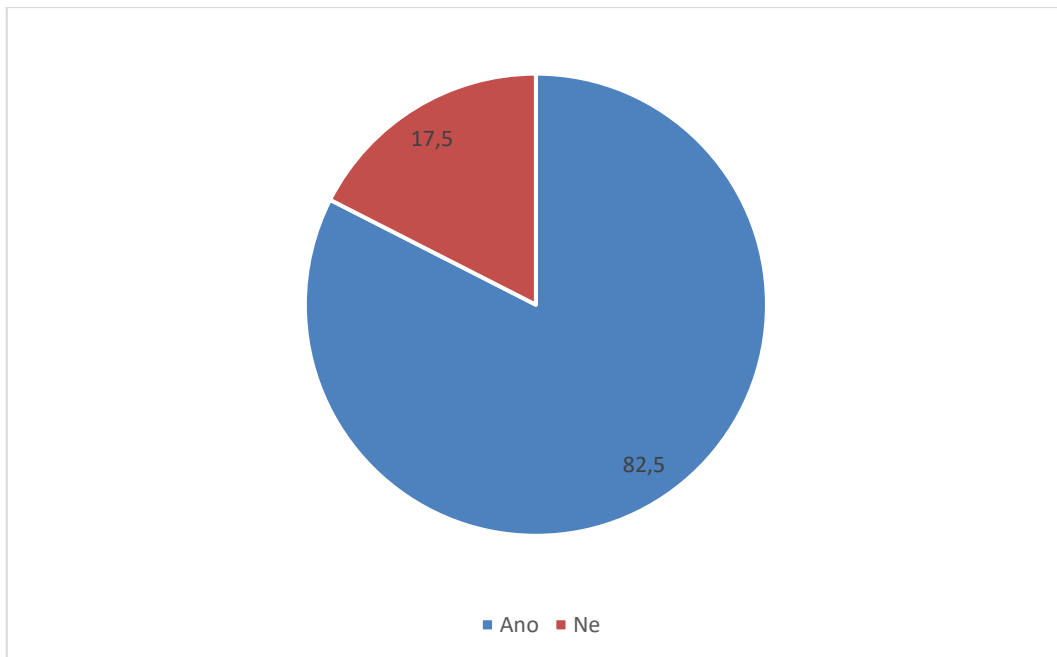
### Otázka číslo 8: Jak často obvykle vážíte své klienty?



*Graf 8 Frekvence zjišťování hmotnosti u klientů*

V 55,3 % zařízeních zjišťují hmotnost přibližně 1x měsíčně a ve 35,1 % váží klienty 4-6x ročně. S frekvencí 1-2x ročně dochází ke zjišťování hmotnosti u 4,4 % zařízení. Nikdy neváží klienty 1,5 % zařízení.

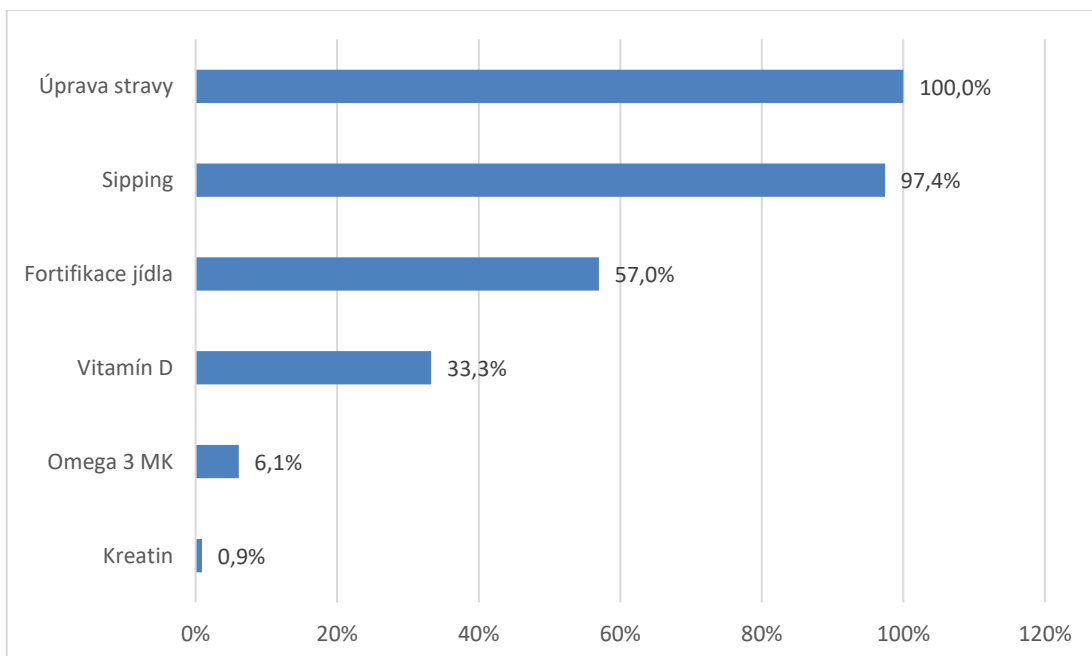
**Otázka číslo 9: Aplikujete cílenou intervenci v prevenci podvýživy?**



*Graf 9 Množství domovů pro seniory aplikující cílenou nutriční intervenci*

Celkem 82,5 % uvedlo, že aplikuje cílenou intervenci v prevenci podvýživy.

**Otázka číslo 10: Jakou nutriční podporu využíváte?**

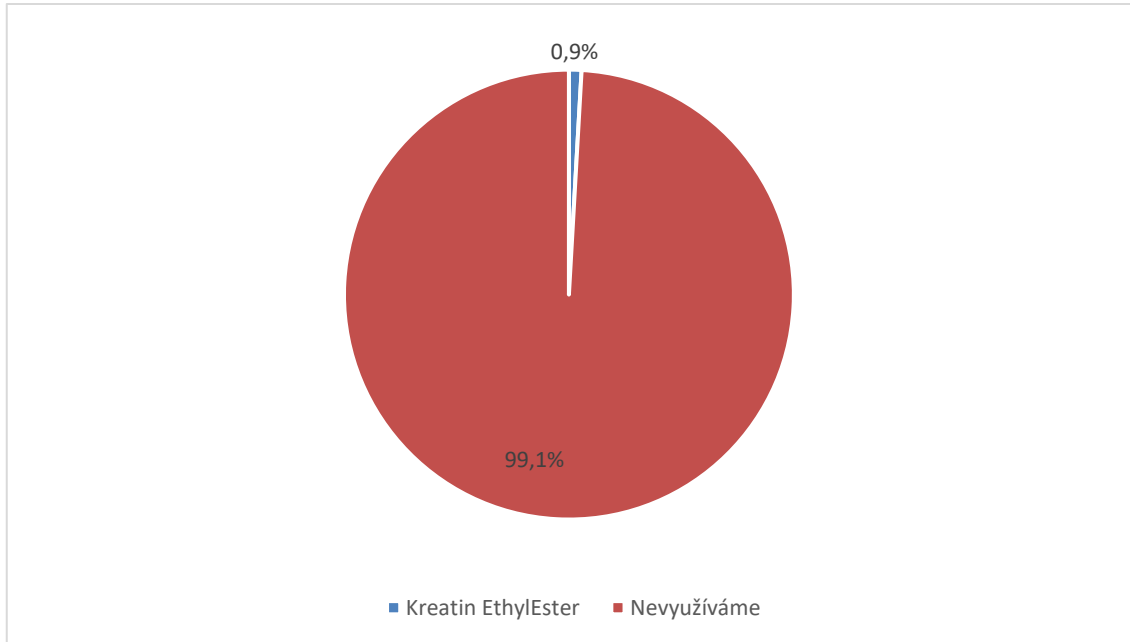


*Graf 10 Využívaný druh nutriční podpory*

Ve všech zařízeních dochází k úpravě stravy dle tolerance klienta a téměř ve všech zařízeních (97,4 %) dochází k podávání sippingu. Fortifikace jídla je využívána v 57 % zařízení, 33,3 %

využívá vitamín D, 6,1 % omega 3 MK. Pouze 1 zařízení (0,9 %) uvedlo, že podává jako součást nutriční intervence kreatin.

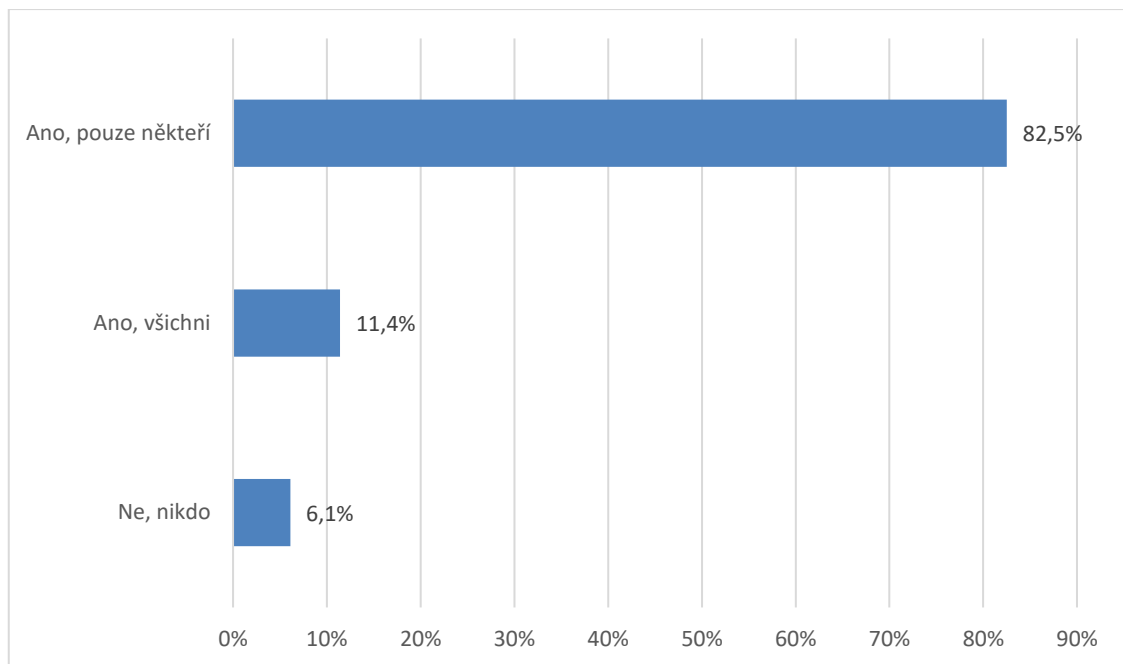
**Otázka číslo 11: Pokud využíváte kreatin, v jaké formě?**



*Graf 11 Forma, v jaké je kreatin využíván*

Jedno zařízení, které uvedlo, že kreatin ve své péči využívá, zároveň uvedlo, že jej využívá ve formě EthylEsteru.

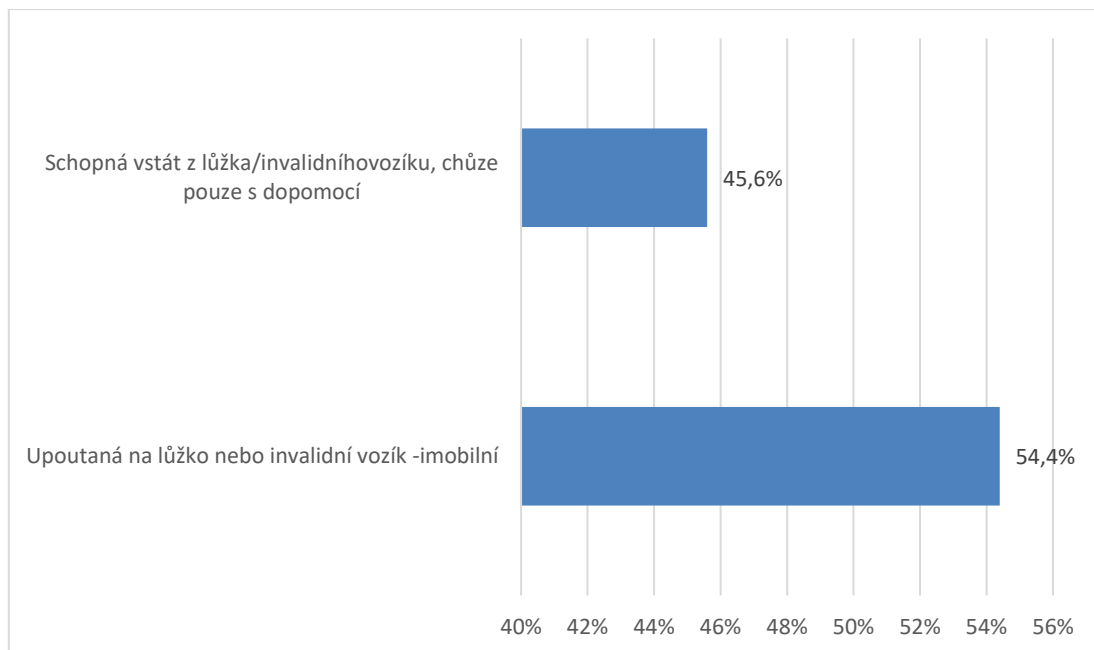
### Otázka číslo 12: Podstupují vaši klientu pravidelně rehabilitační cvičení?



*Graf 12 Množství klientů podstupující pravidelné rehabilitační cvičení*

U 82,5 % zařízení dochází k pravidelnému rehabilitačnímu cvičení u vybraných klientů a u 11,4 % podstupují pravidelné rehabilitační cvičení všichni klienti. Malá část zařízení (6,1 %) neprovádí rehabilitační cvičení vůbec.

### Otázka číslo 13: Většina klientů je?



*Graf 13 Mobilita většiny klientů v zařízení*

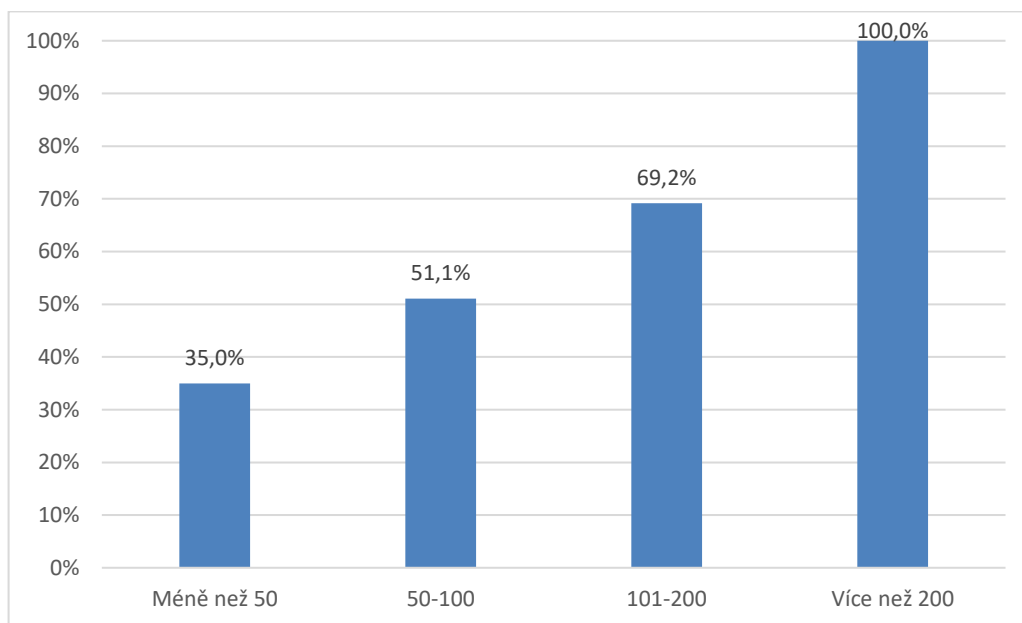
Více než polovina (54,4 %) zařízení disponuje především imobilními klienty.



### 3.3.2 Statistické vyhodnocení výsledků

Ze statistického hlediska se práce zajímala zejména o rozdíl kvality péče mezi domovy pro seniory, které mají k dispozici nutričního terapeuta a těmi, které nemají. Jako indikátory kvality péče byly zvoleny – pravidelnost hodnocení přítomnosti podvýživy, pravidelné zjišťování hmotnosti, aplikace cílené nutriční intervence, využití sippingu v péči a využívání nutričního screeningu.

#### Vztah mezi velikostí zařízení a přítomností nutričního terapeuta v daném zařízení



*Graf 14 Procentuální zastoupení zařízení s nutričním terapeutem dle velikosti zařízení*

Z grafu je patrné, že s velikostí zařízení se zvyšuje také procentuální zastoupení zařízení zaměstnávající NT. Zatímco zařízení o velikosti 49 a méně klientů disponuje nutričním terapeutem pouze ve 35 % případů, domovy pro seniory s více než 200 klienty disponují nutričním terapeutem ve 100 %.

		Je ve vašem zařízení k dispozici nutriční terapeut?	
		Ne	Ano
Jaký je počet klientů ve vašem zařízení?	Méně než 50	13	7
	50-100	23	24
	101-200	12	27
	Více než 200	0	7

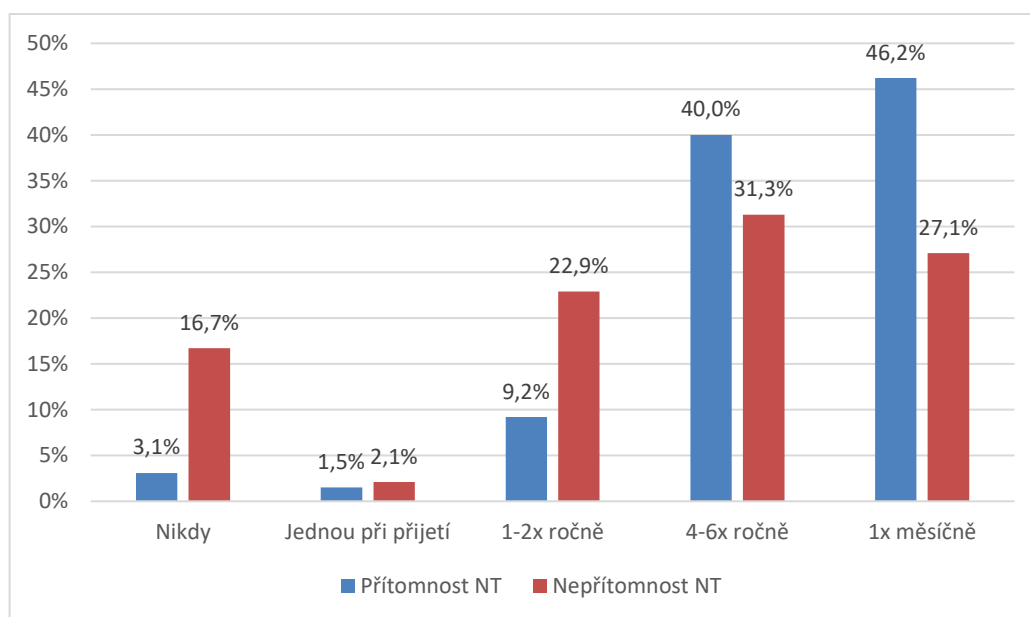
*Tabulka 4 Pozorované četnosti vztahu mezi přítomností nutričního terapeuta a velikostí zařízení*

	Chí-kvadrát	df	p
Pearsonův Chí-kvadrát	12,3	1	0,006

*Tabulka 5 Statistické vyhodnocení vztahu mezi přítomností nutričního terapeuta a velikostí zařízení*

Při hladině významnosti  $\alpha=0,05$  lze považovat tento vzestupný trend za statisticky významný. Vzhledem k velikosti vzorku je nutné k výsledku přistupovat s opatrností.

**Vztah pravidelného hodnocení přítomnosti podvýživy v domovech pro seniory s přítomností nutričního terapeuta a domovech pro seniory bez přítomnosti nutričního terapeuta.**



*Graf 15 Frekvence zjišťování přítomnosti podvýživy v zařízeních s nutričním terapeutem a bez nutričního terapeuta*

Z grafu je patrná vyšší frekvence zjišťování podvýživy v domovech pro seniory s přítomností nutričního terapeuta. Téměř polovina domovů pro seniory s nutričním terapeutem zjišťují přítomnost podvýživy 1x měsíčně, zatímco zařízení bez nutričního terapeuta pouze ve 27 %. Z důvodu malého vzorku bylo pro potřeby statistického hodnocení zvolena kategorizace dat do 2 skupin.

		Je ve vašem zařízení k dispozici NT	
		Ne	Ano
Frekvence zjišťování podvýživy	Kontrola podvýživy 1x měsíčně	13	30
	Kontrola podvýživy <1x měsíčně	35	35

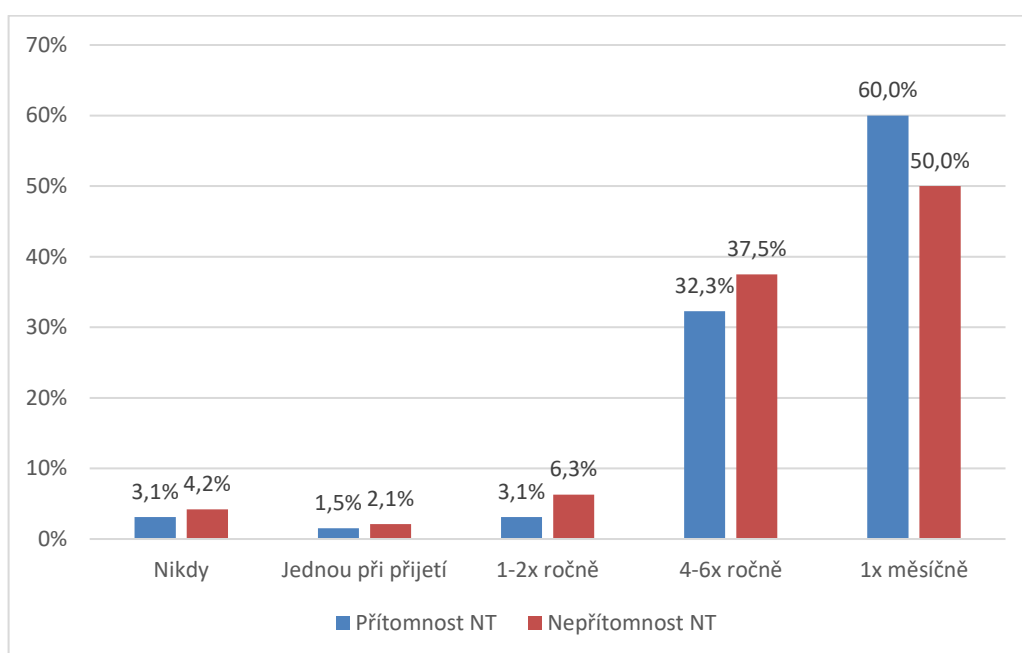
*Tabulka 6 Pozorované četnosti vztahu mezi frekvencí zjišťování podvýživy a přítomností nutričního terapeuta v zařízení*

	Chí-kvadrát	df	p
Pearsonův Chí-kvadrát	4,3	1	0,039

Tabulka 7 Statistické vyhodnocení vztahu mezi frekvencí zjišťování podvýživy a přítomností nutričního terapeuta v zařízení

Při hladině významnosti  $\alpha=0,05$  lze považovat rozdíl ve frekvenci zjišťování podvýživy mezi domovy pro seniory s přítomností nutričního terapeuta a bez přítomnosti za statisticky významný.

**Vztah pravidelného zjišťování hmotnosti v domovech pro seniory s přítomností nutričního terapeuta a v domovech pro seniory bez přítomnosti nutričního terapeuta.**



Graf 16 Frekvence zjišťování hmotnosti v domovech pro seniory s přítomností nutričního terapeuta a v domovech pro seniory bez přítomnosti nutričního terapeuta

Z grafu je patrná mírně vyšší frekvence zjišťování hmotnosti v DS s přítomností nutričního terapeuta. Data byla opět z důvodu malého vzorku kategorizována do 2 skupin.

		Je ve vašem zařízení k dispozici NT	
		Ne	Ano
Frekvence zjišťování hmotnosti	Kontrola hmotnosti 1x měsíčně	24	39
	Kontrola hmotnosti <1x měsíčně	24	26

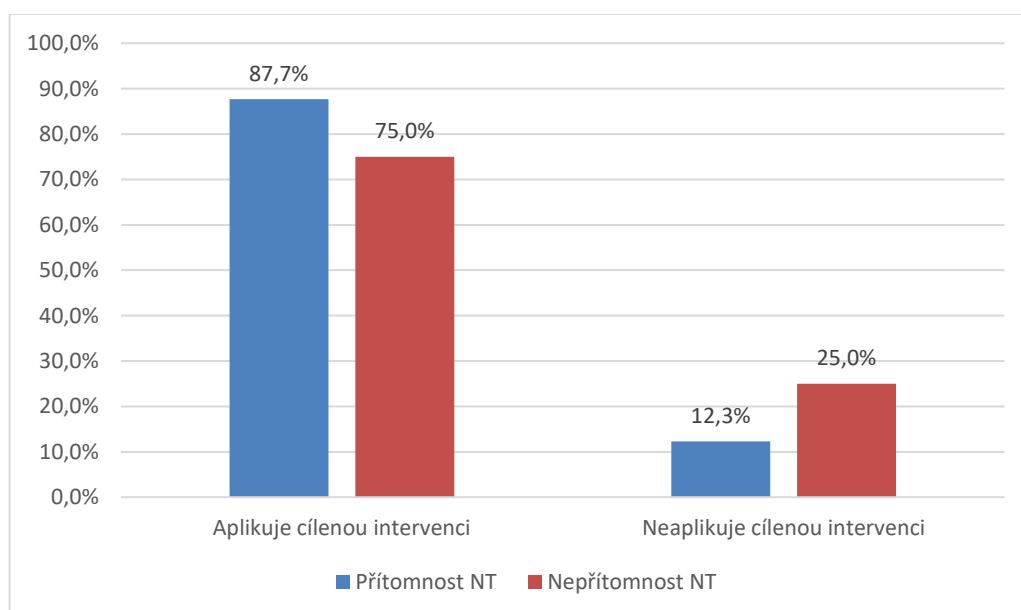
Tabulka 8 Pozorované četnosti vztahu mezi frekvencí zjišťování hmotnosti a přítomností nutričního terapeuta v zařízení

	Chí-kvadrát	df	p
Pearsonův Chí-kvadrát	1,1	1	0,290

Tabulka 9 Statistické vyhodnocení vztahu mezi frekvencí zjišťování hmotnosti a přítomností nutričního terapeuta v zařízení

Při hladině významnosti  $\alpha=0,05$  nelze považovat rozdíl ve frekvenci zjišťování hmotnosti mezi domovy pro seniory s přítomností nutričního terapeuta a bez přítomnosti za statisticky významný.

### Vztah mezi přítomností nutričního terapeuta v zařízení a cílenou aplikací nutriční intervence



Graf 17 Aplikace nutriční podpory v zařízeních s nutričním terapeutem a bez něj

Z grafu je patrná mírně vyšší frekvence cílené aplikace nutriční intervence v zařízeních s nutričním terapeutem.

		Je ve vašem zařízení k dispozici NT	
		Ne	Ano
Aplikace cílené nutriční intervence	Ne	12	8
	Ano	36	57

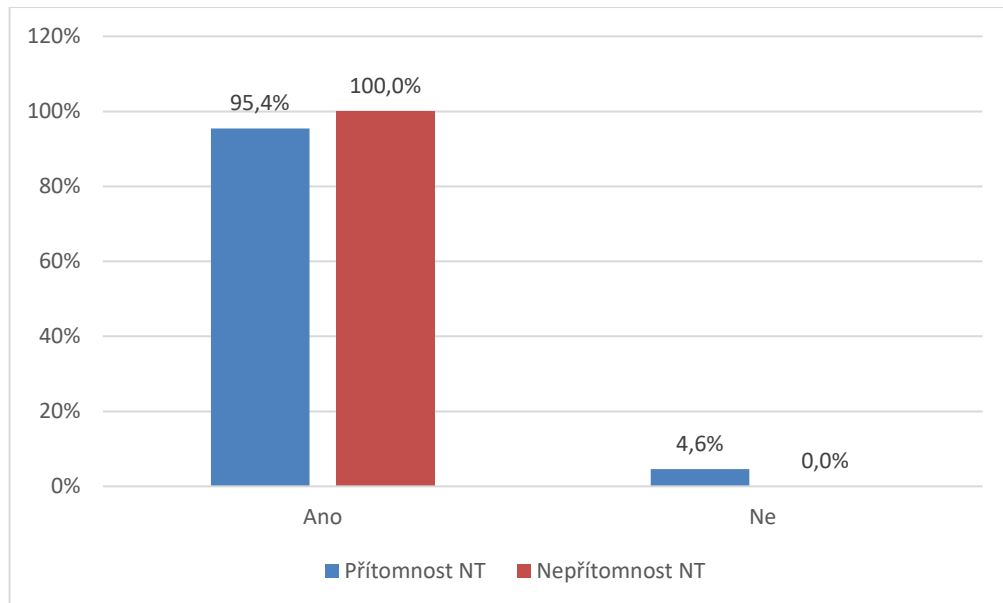
*Tabulka 10 Pozorované četnosti vztahu mezi aplikací cílené nutriční intervence v zařízeních s nutričním terapeutem a bez něj*

	Chí-kvadrát	df	p
Pearsonův Chí-kvadrát	3,0	1	0,081

*Tabulka 11 Statistické vyhodnocení vztahu mezi aplikací cílené nutriční intervence v zařízeních s nutričním terapeutem a bez něj*

Při hladině významnosti  $\alpha=0,05$  nelze považovat rozdíl v aplikaci cílené nutriční intervence mezi zařízeními s nutričním terapeutem a bez něj za statisticky významný. Tato statistická nevýznamnost je pravděpodobně dána nedostatečně velkým vzorkem.

**Vztah mezi využíváním nutriční podpory formou sippingu v zařízeních s nutričním terapeutem a bez nutričního terapeuta**



*Graf 18 Frekvence využití sippingu v zařízeních s nutričním terapeutem a bez něj*

Z výsledků je patrné, že téměř všechny domovy pro seniory využívají ve své péči sipping. Není však blíže specifikované jak často, v jaké indikaci ani u jakých klientů

		Je ve vašem zařízení k dispozici NT	
		Ne	Ano
Využíváte sipping?	Ne	0	48
	Ano	3	62

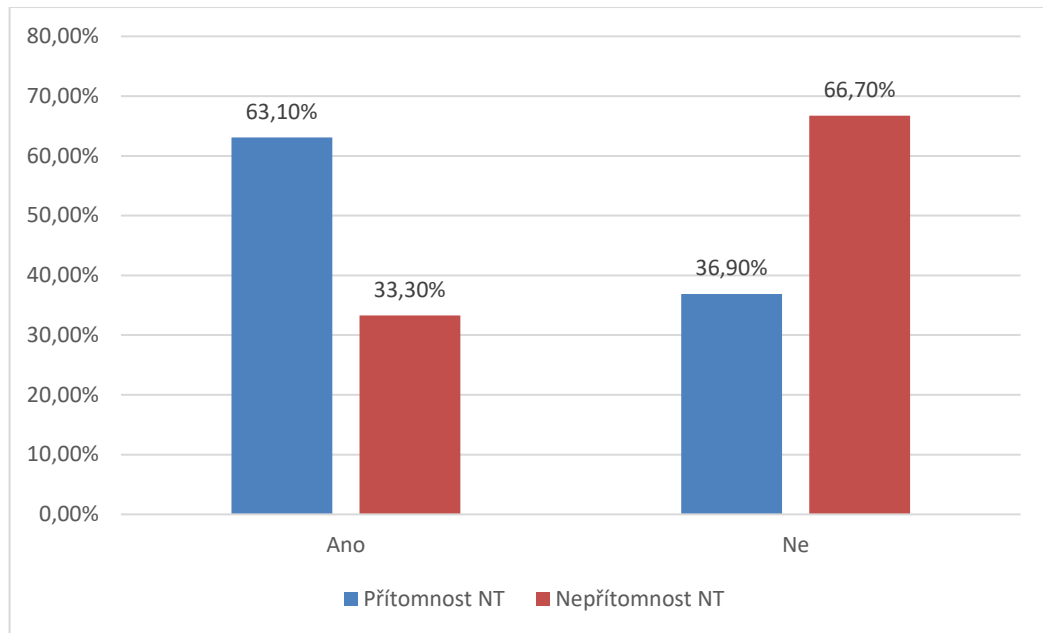
*Tabulka 12 Pozorované četnosti vztahu mezi využíváním sippingu a přítomností nutričního terapeuta v zařízení*

	Chí-kvadrát	df	p
Pearsonův Chí-kvadrát	2,3	1	1,131

*Tabulka 13 Statistické vyhodnocení vztahu mezi využíváním sippingu a přítomností nutričního terapeuta v zařízení*

Při hladině významnosti  $\alpha=0,05$  nelze výsledek považovat za statisticky významný.

## Vztah mezi využíváním nutričního screeningu v zařízeních s nutričním terapeutem a bez nutričního terapeuta



*Graf 19 Frekvence využití nutričních screeningů v zařízeních s nutričním terapeutem a bez něj*

Z grafu je patrná vyšší frekvence využívání nutričních screeningů v zařízeních s nutričním terapeutem, kdy celkem 63,1 % zařízení s nutričním terapeutem provádí nutriční screening, zatímco pouze 36,9 % zařízení bez nutričního terapeuta tuto metodu využívá.

		Je ve vašem zařízení k dispozici NT	
		Ne	Ano
Provádí nutriční screening	Ne	32	24
	Ano	16	41

*Tabulka 14 Pozorované četnosti vztahu mezi využíváním nutričního screeningu a přítomností nutričního terapeuta v zařízení*

	Chí-kvadrát	df	p
Pearsonův Chí-kvadrát	9,8	1	0,002

*Tabulka 15 Statistické vyhodnocení vztahu mezi využíváním nutričního screeningu a přítomností nutričního terapeuta v zařízení*

Při hladině významnosti  $\alpha=0,05$  lze výsledek považovat za statisticky významný.



### 3.4 Diskuse

Výsledky výzkumu poskytují detailnější pohled na kvalitu a organizaci nutriční péče v domovech pro seniory. Důraz byl kladen zejména na porovnání kvality péče mezi domovy pro seniory, které mají k dispozici nutričního terapeuta s těmi, které nutričního terapeuta k dispozici nemají. Výzkumu se zúčastnilo celkem 113 domovů pro seniory z České republiky.

Malnutrice je významným rizikovým faktorem sarkopenie a její prevalence v evropských domovech pro seniory dosahuje až 85 % (van Nie-Visser et al., 2011). Velký rozptyl prevalence mezi studii je dán zejména rozlišnou metodologií a použitými kritérii. Její včasné odhalení je proto klíčové pro správnou a brzkou nutriční intervenci.

Pouze 57 % zařízení uvedlo, že má k dispozici nutričního terapeuta. Z výsledků je však patrné, že nutriční terapeut signifikantně pozitivně ovlivňuje indikátory kvality nutriční péče. Nutriční terapeut se může na péči podílet v několika aspektech. Posuzuje konkrétní nutriční potřeby seniorů, podílí se na tvorbě léčebných diet, podílí se na tvorbě racionální diety přizpůsobené potřebám seniorů, podílí se na plánování interdisciplinární péče, posuzuje nutriční stav u rizikových klientů a doporučuje individuální nutriční intervence (Dorner a Friedrich, 2018). V neposlední řadě se podílí na edukaci klientů či jejich rodiny a vedou nutnou dokumentaci. Komplikace pramenící z malnutrice a sarkopenie jsou významnou finanční zátěží, přítomnost nutričního terapeuta v zařízení může tedy pozitivně snížit následné náklady na jejich léčbu.

Dle pilotního průzkumu (Valentini et al.) *nutritionDay* (organizace zabývající se výzkumem nutriční péče např. v domovech pro seniory) z roku 2009 v domovech pro seniory v Rakousku a Německu mělo celkem 31 % zařízení k dispozici nutričního terapeuta a 53 % zařízení odpovědělo, že má k dispozici speciální osobu určenou pro řešení výživové problematiky. Pozdější průzkumy *nutritionDay* z roku 2015 již uvádí výskyt nutričního terapeuta v 61 % domovech pro seniory ve světě a v roce 2018 dokonce 67 % (Konopická, 2019; Husová, 2016). Lze tedy pozorovat vzestupný trend, nicméně stále poměrně velká část zařízení funguje bez přítomnosti nutričního terapeuta. Ve srovnání se světem tedy Česká republika mírně zaostává (57 % vs 67 %), nárůst je však vidět i zde.

Důležitou součástí kvalitní nutriční péče tvoří pravidelné hodnocení rizika podvýživy, které je nezbytné pro včasné zahájení nutriční podpory. Jarošová ve své práci (Jarošová et al., 2011) uvádí, že optimální zahájení nutriční intervence pozitivně ovlivňuje verbální komunikaci, osobní hygienu a kvalitu spánku. Až 10 % zařízení přitom riziko podvýživy nezjišťuje vůbec a 2 % zařízení pouze 1x při přijetí. Vzhledem k vysoké prevalenci malnutrice v domovech pro seniory a jejímu negativnímu efektu na kvalitu života by mělo k hodnocení rizika malnutrice docházet minimálně každé 3 měsíce, jak uvádí Vágnerová ve Standardu nutriční péče v geriatrici (Vágnerová a Klímová, 2019). Tomuto doporučení odpovídá postup v celkem 74 % domovů pro seniory, které posuzují riziko malnutrice 4-12x ročně. Více než

třetina zařízení uvádí hodnocení podvýživy nebo jejího rizika 1x měsíčně, tedy častěji, než doporučuje zmíněný standard.

Analýza podskupin (domovy pro seniory s NT vs bez NT) zjistila významné rozdíly ve frekvenci hodnocení podvýživy. Celkem 17 % zařízení bez nutričního terapeuta nikdy nehodnotí riziko podvýživy, zatímco zařízení s nutričním terapeutem nehodnotí toto riziko pouze ve 3 % případů. Analýza 2 různých frekvencí (frekvence <1x měsíčně a frekvence 1x měsíčně) odhalila pozitivní statisticky signifikantní vliv přítomnosti nutričního terapeuta na frekvenci hodnocení podvýživy.

Nejčastěji používanou metodou (celkem u 80 % zařízení) bylo posouzení změny hmotnosti v průběhu pobytu, nicméně tato metoda neodhalí riziko u klientů recentně přijatých. Druhou nejčastější metodou (70 % zařízení) byla monitorace příjmu potravy, která stejně jako předchozí metoda nedokáže popsat současnou malnutrici nebo její riziko při přijetí. Více než polovina zařízení využívá k hodnocení podvýživy BMI. Výhoda této metody je rychlost a jednoduchost, její využití v klinické praxi je však sporné. Tato metoda není dostatečně senzitivní k odhalení malých, ale přesto signifikantních úbytků hmotnosti (Cook et al., 2005). Přesto, že uskupení *Global Leadership Initiative on Malnutrition* (GLIM) (Cederholm et al., 2019) doporučuje využití validovaných nutričních screeningů jako první krok v hodnocení přítomnosti podvýživy nebo jejího rizika, pouze 50 % zařízení takový screening využívá. Nízká frekvence využití screeningových nástrojů vychází i z průzkumu ze zahraničí, kdy v roce 2011 využívalo tyto nástroje pouze 42 % domovů pro seniory v Německu a 38 % v Nizozemsku (van Nie-Vesser et al., 2011). Z průzkumu *nutritionDay* z roku 2018 však vychází, že nutriční screening 4-6x ročně využívá 84 % domovů pro seniory ve světě (Konopická, 2019).

Opětovná analýza podskupiny (domovy pro seniory s NT vs bez NT) zjistila, že domovy pro seniory s nutričním terapeutem využívají screeningový dotazník v 63 % případů, zatímco domovy pro seniory bez nutričního terapeuta jej využívají pouze ve 37 % případů. Test významnosti potvrdil tento rozdíl jako signifikantní.

Vhodným dlouhodobým indikátorem nutričního stavu je vývoj hmotnosti. Ztráta hmotnosti je asociována se zvýšenou mortalitou a/nebo morbiditou (Alibhai et al., 2005)). Za klinicky významný pokles hmotnosti se považuje ztráta >5 % v průběhu 6 měsíců nebo >10 % za období delší než 6 měsíců (Cederholm et al., 2019). Pravidelné vážení můžeme považovat za metodu hodnocení přítomnosti nebo rizika malnutrice, lze na ni proto aplikovat doporučení ze Standardu nutriční péče v geriatrici. Toto doporučení (vážení každé 3 měsíce) dodržuje 90 % zařízení. Více než polovina zařízení váží své klienty 1x měsíčně a 4 % váží své klienty 1-2x ročně. Celkem 95 % zařízení váží své klienty pravidelně (alespoň 1x ročně), tento výsledek je srovnatelný s průzkumem provedeným společností BAPEN ve Spojeném království Velké Británie a Severního Irska v roce 2011 (BAPEN, 2011), které uvádí pravidelné vážení klientů v 99 % zařízeních. *NutritionDay* uvádí ve svém průzkumu z roku

2015, že celkem 80 % domovů pro seniory váží své klienty 1x měsíčně a v průzkumu z roku 2018 vážilo své klienty 1x měsíčně 69 % zařízení. Oba tyto průzkumy popsaly vyšší frekvenci vážení ve srovnání s výzkumem v ČR (55,3 % vs 69 % vs 80 %).

Při analýze podskupin (domovy pro seniory s NT vs bez NT) se nepotvrdil statisticky významný rozdíl.

Jak již bylo zmíněno, včasná individualizovaná nutriční intervence je klíčová v prevenci a léčbě malnutrice a sarkopenie. Přesto 18 % zařízení tuto péči neposkytuje. Ve srovnání s již zmíněným průzkumem společnosti BAPEN je tento výsledek horší (18 % vs 4 %). Téměř všechna zařízení (97 %) uvedla, že podávají sipping. Nebylo však blíže specifikované, v jakých případech a v jakém množství jej aplikují. Zde si domovy pro seniory v ČR stojí velmi dobře. Domovy pro seniory v Německu v roce 2011 využívaly sipping ve 13,4 % (van Nie-Visser et al., 2011). Více než polovina zařízení využívá fortifikaci jídla bílkovinou a třetina podává klientům vitamín D. Pouze 1 zařízení podávalo klientům jako součást nutriční intervence kreatin, konkrétně ve formě EthylEsteru. Zde lze vidět možné podlehnutí marketingu daného výrobku, jelikož jeho efekt je ve srovnání s kreatinem monohydrátem nízký. Nízké povědomí o problematice užívání kreatinu může být dáno také tím, že ne všechny odborné společnosti ho do svých doporučení zahrnují. Jako příklad lze uvést guideline z mezinárodní konference křehkosti a sarkopenie u seniorů (Dent et al., 2018), který se o kreatinu nezmiňuje, zatímco Belgická společnost pro gerontologii a geriatrii označuje kreatin jako možnost, kterou lze zvážit v prevenci a léčbě sarkopenie (BSGG, 2021). Velkou výhodou kreatinu je jeho nízká cena a dobrý bezpečnostní profil, což bude zohledněno v dalším standardu nutriční péče pro geriatrii v prevenci sarkopenie.

Celkem 88 % domovů pro seniory, které zaměstnávají nutričního terapeuta, poskytuje cílenou nutriční intervenci v prevenci podvýživy, zatímco domovy pro seniory, které nutričního terapeuta nezaměstnávají, aplikují nutriční intervenci v 75 %. Je zde vidět pozitivní vliv nutričního terapeuta, výsledek však není statisticky významný, pravděpodobně z důvodu malého vzorku.

Ve všech zkoumaných parametrech indikujících kvalitu nutriční péče byl popsán pozitivní trend mezi přítomností nutričního terapeuta a kvalitou péče.

## 4. Závěr

Sarkopenie je multifaktoriální onemocnění charakterizované progresivní ztrátou svalové hmoty, síly i fyzické zdatnosti. Etiologie sarkopenie je komplexní, hraje zde svou roli životní styl, ale také involuční změny spojené se stářím. Podvýživa je v seniorské populaci velmi častá, její včasné odhalení cestou nutričního screeningu a adekvátní reakce v podobě nutriční podpory jsou proto v prevenci sarkopenie klíčové.

Primární intervencí v prevenci sarkopenie je silový trénink spolu s adekvátním příjmem energie a bílkovin. Rostoucí evidence poukazuje na signifikantní synergický efekt suplementace kreatinu v kombinaci s cvičením. Studie prokázaly pozitivní efekt podávání kreatinu na množství svalové hmoty, síly i zdatnosti zejména ve spojení se silovým cvičením, potenciální efekt je však popsán i bez současného silového tréninku. Preliminární data také poukazují možný pozitivní vliv kreatinu na kostní denzitu a redukci rizika pádů. Dle současných informací lze považovat kreatin za doplněk stravy s dobrým bezpečnostním profilem a jeho využití v domovech pro seniory by mohlo pozitivně ovlivnit kvalitu života seniorů.

V současnosti je jen malá část studií prováděna na křehké seniorské populaci nebo na populaci sarkopenické, v tomto ohledu je proto výzkum v konkrétní predisponované skupině seniorů nezbytný. Budoucí studie by se měly zaměřit také na doplňující otázky, zda věk snižuje odpověď organismu na suplementaci kreatinem, a zda může kreatin synergicky působit s jinými dietními strategiemi působícími anabolicky a ovlivňovat tak muskuloskeletální zdraví seniorů.

## 5. Seznam použité literatury

1. (2020, November 2). *nutritionDay worldwide*. NutritionDay. <https://www.nutritionday.org/en/-30-.languages/languages.html>
2. Achamrah, N., Colange, G., Delay, J., Rimbart, A., Folope, V., Petit, A., Grigioni, S., Déchelotte, P., & Coëffier, M. (2018). Comparison of body composition assessment by DXA and BIA according to the body mass index: A retrospective study on 3655 measures. *PLoS one*, *13*(7), e0200465. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0200465>
3. Alibhai, S. M., Greenwood, C., & Payette, H. (2005). An approach to the management of unintentional weight loss in elderly people. *CMAJ : Canadian Medical Association journal = journal de l'Association medicale canadienne*, *172*(6), 773–780. <https://doi.org/10.1503/cmaj.1031527>
4. Andres, S., Ziegenhagen, R., Trefflich, I., Pevny, S., Schultrich, K., Braun, H., Schänzer, W., Hirsch-Ernst, K. I., Schäfer, B., & Lampen, A. (2017). Creatine and creatine forms intended for sports nutrition. *Molecular nutrition & food research*, *61*(6), //doi.org/10.1002/mnfr.201600772
5. Anker, S. D., Morley, J. E., & von Haehling, S. (2016). Welcome to the ICD-10 code for sarcopenia. *Journal of cachexia, sarcopenia and muscle*, *7*(5), 512–514. <https://doi.org/10.1002/jcsm.12147>
6. Antonio, J., & Ciccone, V. (2013). The effects of pre versus post workout supplementation of creatine monohydrate on body composition and strength. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, *10*, 36. <https://doi.org/10.1186/1550-2783-10-36>

7. Ardalan, M., Samadifar, Z., & Vahedi, A. (2012). Creatine monohydrate supplement induced interstitial nephritis. *Journal of nephropathology*, 1(2), 117–120. <https://doi.org/10.5812/nephropathol.7530>
8. Argilés, J. M., Busquets, S., Stemmler, B., & López-Soriano, F. J. (2015). Cachexia and sarcopenia: mechanisms and potential targets for intervention. *Current opinion in pharmacology*, 22, 100–106. <https://doi.org/10.1016/j.coph.2015.04.003>
9. Baker, J. S., McCormick, M. C., & Robergs, R. A. (2010). Interaction among Skeletal Muscle Metabolic Energy Systems during Intense Exercise. *Journal of nutrition and metabolism*, 2010, 905612. <https://doi.org/10.1155/2010/905612>
10. *BAPEN's Nutrition Screening Week – 2011*. (2018, February 15). BAPEN. <https://www.bapen.org.uk/pdfs/nsw/care-homes/care-homes-uk.pdf>
11. Bauer, J., Morley, J. E., Schols, A., Ferrucci, L., Cruz-Jentoft, A. J., Dent, E., Baracos, V. E., Crawford, J. A., Doehner, W., Heymsfield, S. B., Jatoi, A., Kalantar-Zadeh, K., Lainscak, M., Landi, F., Laviano, A., Mancuso, M., Muscaritoli, M., Prado, C. M., Strasser, F., von Haehling, S., ... Anker, S. D. (2019). Sarcopenia: A Time for Action. An SCWD Position Paper. *Journal of cachexia, sarcopenia and muscle*, 10(5), 956–961. <https://doi.org/10.1002/jcsm.12483>
12. Bertschi, D., Kiss, C. M., Beerli, N., & Kressig, R. W. (2021). Sarcopenia in hospitalized geriatric patients: insights into prevalence and associated parameters using new EWGSOP2 guidelines. *European journal of clinical nutrition*, 75(4), 653–660. <https://doi.org/10.1038/s41430-020-00780-7>
13. Bischoff-Ferrari, H. A., Dawson-Hughes, B., Staehelin, H. B., Orav, J. E., Stuck, A. E., Theiler, R., Wong, J. B., Egli, A., Kiel, D. P., & Henschkowski, J. (2009). Fall prevention with supplemental and active forms of vitamin D: a meta-analysis of randomised controlled trials. *BMJ (Clinical research ed.)*, 339, b3692. <https://doi.org/10.1136/bmj.b3692>

14. Branch J. D. (2003). Effect of creatine supplementation on body composition and performance: a meta-analysis. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*, 13(2), 198–226. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.13.2.198>
15. Branch J. D. (2003). Effect of creatine supplementation on body composition and performance: a meta-analysis. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*, 13(2), 198–226. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.13.2.198>
16. Broe, K. E., Chen, T. C., Weinberg, J., Bischoff-Ferrari, H. A., Holick, M. F., & Kiel, D. P. (2007). A higher dose of vitamin d reduces the risk of falls in nursing home residents: a randomized, multiple-dose study. *Journal of the American Geriatrics Society*, 55(2), 234–239. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2007.01048.x>
17. Brosnan, J. T., da Silva, R. P., & Brosnan, M. E. (2011). The metabolic burden of creatine synthesis. *Amino acids*, 40(5), 1325–1331. <https://doi.org/10.1007/s00726-011-0853-y>
18. Burke, D. G., Chilibeck, P. D., Parise, G., Candow, D. G., Mahoney, D., & Tarnopolsky, M. (2003). Effect of creatine and weight training on muscle creatine and performance in vegetarians. *Medicine and science in sports and exercise*, 35(11), 1946–1955. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000093614.17517.79>
19. Cai, C., Song, X., Chen, Y., Chen, X., & Yu, C. (2020). Relationship between relative skeletal muscle mass and nonalcoholic fatty liver disease: a systematic review and meta-analysis. *Hepatology international*, 14(1), 115–126. <https://doi.org/10.1007/s12072-019-09964-1>
20. Campbell, W. W., Trappe, T. A., Wolfe, R. R., & Evans, W. J. (2001). The recommended dietary allowance for protein may not be adequate for older people to maintain skeletal muscle. *The journals of gerontology. Series A, Biological*

*sciences and medical sciences*, 56(6), M373–M380.

<https://doi.org/10.1093/gerona/56.6.m373>

21. Candow, D. G., Forbes, S. C., Chilibeck, P. D., Cornish, S. M., Antonio, J., & Kreider, R. B. (2019). Effectiveness of Creatine Supplementation on Aging Muscle and Bone: Focus on Falls Prevention and Inflammation. *Journal of clinical medicine*, 8(4), 488. <https://doi.org/10.3390/jcm8040488>
22. Candow, D. G., Forbes, S. C., Chilibeck, P. D., Cornish, S. M., Antonio, J., & Kreider, R. B. (2019). Variables Influencing the Effectiveness of Creatine Supplementation as a Therapeutic Intervention for Sarcopenia. *Frontiers in nutrition*, 6, 124. <https://doi.org/10.3389/fnut.2019.00124>
23. Candow, D. G., Vogt, E., Johannsmeyer, S., Forbes, S. C., & Farthing, J. P. (2015). Strategic creatine supplementation and resistance training in healthy older adults. *Applied physiology, nutrition, and metabolism = Physiologie appliquee, nutrition et metabolisme*, 40(7), 689–694. <https://doi.org/10.1139/apnm-2014-0498>
24. Cederholm, T., Jensen, G. L., Correia, M., Gonzalez, M. C., Fukushima, R., Higashiguchi, T., Baptista, G., Barazzoni, R., Blaauw, R., Coats, A., Crivelli, A., Evans, D. C., Gramlich, L., Fuchs-Tarlovsky, V., Keller, H., Llado, L., Malone, A., Mogensen, K. M., Morley, J. E., Muscaritoli, M., ... GLIM Working Group (2019). GLIM criteria for the diagnosis of malnutrition - A consensus report from the global clinical nutrition community. *Clinical nutrition (Edinburgh, Scotland)*, 38(1), 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2018.08.002>
25. Coelho-Júnior, H. J., Rodrigues, B., Uchida, M., & Marzetti, E. (2018). Low Protein Intake Is Associated with Frailty in Older Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis of Observational Studies. *Nutrients*, 10(9), 1334. <https://doi.org/10.3390/nu10091334>



26. Conley, K. E., Jubrias, S. A., & Esselman, P. C. (2000). Oxidative capacity and ageing in human muscle. *The Journal of physiology*, *526 Pt 1*(Pt 1), 203–210. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7793.2000.t01-1-00203.x>
27. Cook, Z., Kirk, S., Lawrenson, S., & Sandford, S. (2005). Use of BMI in the assessment of undernutrition in older subjects: reflecting on practice. *The Proceedings of the Nutrition Society*, *64*(3), 313–317. <https://doi.org/10.1079/pns2005437>
28. Coto Montes, A., Boga, J. A., Bermejo Millo, C., Rubio González, A., Potes Ochoa, Y., Vega Naredo, I., Martínez Reig, M., Romero Rizos, L., Sánchez Jurado, P. M., Solano, J. J., Abizanda, P., & Caballero, B. (2017). Potential early biomarkers of sarcopenia among independent older adults. *Maturitas*, *104*, 117–122. <https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2017.08.009>
29. Cribb, P. J., & Hayes, A. (2006). Effects of supplement timing and resistance exercise on skeletal muscle hypertrophy. *Medicine and science in sports and exercise*, *38*(11), 1918–1925. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000233790.08788.3e>
30. Cruz-Jentoft, A. J., & Sayer, A. A. (2019). Sarcopenia. *Lancet (London, England)*, *393*(10191), 2636–2646. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(19\)31138-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(19)31138-9)
31. Cruz-Jentoft, A. J., Baeyens, J. P., Bauer, J. M., Boirie, Y., Cederholm, T., Landi, F., Martin, F. C., Michel, J. P., Rolland, Y., Schneider, S. M., Topinková, E., Vandewoude, M., Zamboni, M., & European Working Group on Sarcopenia in Older People (2010). Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. *Age and ageing*, *39*(4), 412–423. <https://doi.org/10.1093/ageing/afq034>

32. Cruz-Jentoft, A. J., Bahat, G., Bauer, J., Boirie, Y., Bruyère, O., Cederholm, T., Cooper, C., Landi, F., Rolland, Y., Sayer, A. A., Schneider, S. M., Sieber, C. C., Topinkova, E., Vandewoude, M., Visser, M., Zamboni, M., & Writing Group for the European Working Group on Sarcopenia in Older People 2 (EWGSOP2), and the Extended Group for EWGSOP2 (2019). Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. *Age and ageing*, 48(1), 16–31. <https://doi.org/10.1093/ageing/afy169>
33. Cruz-Jentoft, A. J., Landi, F., Schneider, S. M., Zúñiga, C., Arai, H., Boirie, Y., Chen, L. K., Fielding, R. A., Martin, F. C., Michel, J. P., Sieber, C., Stout, J. R., Studenski, S. A., Vellas, B., Woo, J., Zamboni, M., & Cederholm, T. (2014). Prevalence of and interventions for sarcopenia in ageing adults: a systematic review. Report of the International Sarcopenia Initiative (EWGSOP and IWGS). *Age and ageing*, 43(6), 748–759. <https://doi.org/10.1093/ageing/afu115>
34. Cruz-Jentoft, A. J., Landi, F., Schneider, S. M., Zúñiga, C., Arai, H., Boirie, Y., Chen, L. K., Fielding, R. A., Martin, F. C., Michel, J. P., Sieber, C., Stout, J. R., Studenski, S. A., Vellas, B., Woo, J., Zamboni, M., & Cederholm, T. (2014). Prevalence of and interventions for sarcopenia in ageing adults: a systematic review. Report of the International Sarcopenia Initiative (EWGSOP and IWGS). *Age and ageing*, 43(6), 748–759. <https://doi.org/10.1093/ageing/afu115>
35. Dahl O. (1965). Estimating protein quality of meat products from the content of typical amino-acids and creatine. *Journal of the science of food and agriculture*, 16(10), 619–621. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2740161009>
36. Dash, A. K., Mo, Y., & Pyne, A. (2002). Solid-state properties of creatine monohydrate. *Journal of pharmaceutical sciences*, 91(3), 708–718. <https://doi.org/10.1002/jps.10073>

37. Dent, E., Morley, J. E., Cruz-Jentoft, A. J., Arai, H., Kritchevsky, S. B., Guralnik, J., Bauer, J. M., Pahor, M., Clark, B. C., Cesari, M., Ruiz, J., Sieber, C. C., Aubertin-Leheudre, M., Waters, D. L., Visvanathan, R., Landi, F., Villareal, D. T., Fielding, R., Won, C. W., Theou, O., ... Vellas, B. (2018). International Clinical Practice Guidelines for Sarcopenia (ICFSR): Screening, Diagnosis and Management. *The journal of nutrition, health & aging*, 22(10), 1148–1161. <https://doi.org/10.1007/s12603-018-1139-9>
38. Dent, E., Morley, J. E., Cruz-Jentoft, A. J., Arai, H., Kritchevsky, S. B., Guralnik, J., Bauer, J. M., Pahor, M., Clark, B. C., Cesari, M., Ruiz, J., Sieber, C. C., Aubertin-Leheudre, M., Waters, D. L., Visvanathan, R., Landi, F., Villareal, D. T., Fielding, R., Won, C. W., Theou, O., ... Vellas, B. (2018). International Clinical Practice Guidelines for Sarcopenia (ICFSR): Screening, Diagnosis and Management. *The journal of nutrition, health & aging*, 22(10), 1148–1161. <https://doi.org/10.1007/s12603-018-1139-9>
39. Deutz, N. E., Bauer, J. M., Barazzoni, R., Biolo, G., Boirie, Y., Bosy-Westphal, A., Cederholm, T., Cruz-Jentoft, A., Krznarić, Z., Nair, K. S., Singer, P., Teta, D., Tipton, K., & Calder, P. C. (2014). Protein intake and exercise for optimal muscle function with aging: recommendations from the ESPEN Expert Group. *Clinical nutrition (Edinburgh, Scotland)*, 33(6), 929–936. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2014.04.007>
40. Devries, M. C., & Phillips, S. M. (2014). Creatine supplementation during resistance training in older adults-a meta-analysis. *Medicine and science in sports and exercise*, 46(6), 1194–1203. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000220>
41. Dorner, B., & Friedrich, E. K. (2018). Position of the Academy of Nutrition and Dietetics: Individualized Nutrition Approaches for Older Adults: Long-Term Care, Post-Acute Care, and Other Settings. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 118(4), 724–735. <https://doi.org/10.1016/j.jand.2018.01.022>

42. Dupont, J., Dedeyne, L., Dalle, S., Koppo, K., & Gielen, E. (2019). The role of omega-3 in the prevention and treatment of sarcopenia. *Aging clinical and experimental research*, 31(6), 825–836. <https://doi.org/10.1007/s40520-019-01146-1>
43. Fernández-Landa, J., Fernández-Lázaro, D., Calleja-González, J., Caballero-García, A., Córdova Martínez, A., León-Guereño, P., & Mielgo-Ayuso, J. (2020). Effect of Ten Weeks of Creatine Monohydrate Plus HMB Supplementation on Athletic Performance Tests in Elite Male Endurance Athletes. *Nutrients*, 12(1), 193. <https://doi.org/10.3390/nu12010193>
44. Fielding, R. A., Vellas, B., Evans, W. J., Bhasin, S., Morley, J. E., Newman, A. B., Abellan van Kan, G., Andrieu, S., Bauer, J., Breuille, D., Cederholm, T., Chandler, J., De Meynard, C., Donini, L., Harris, T., Kannt, A., Keime Guibert, F., Onder, G., Papanicolaou, D., Rolland, Y., ... Zamboni, M. (2011). Sarcopenia: an undiagnosed condition in older adults. Current consensus definition: prevalence, etiology, and consequences. International working group on sarcopenia. *Journal of the American Medical Directors Association*, 12(4), 249–256. <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2011.01.003>
45. Forbes, S. C., Candow, D. G., Krentz, J. R., Roberts, M. D., & Young, K. C. (2019). Changes in Fat Mass Following Creatine Supplementation and Resistance Training in Adults ≥50 Years of Age: A Meta-Analysis. *Journal of functional morphology and kinesiology*, 4(3), 62. <https://doi.org/10.3390/jfmk4030062>
46. Forbes, S., & Candow, D. (2018). Timing of creatine supplementation and resistance training: A brief review. *Journal of Exercise and Nutrition*, 1(5)
47. Forsberg, A. M., Nilsson, E., Werneman, J., Bergström, J., & Hultman, E. (1991). Muscle composition in relation to age and sex. *Clinical science (London, England : 1979)*, 81(2), 249–256. <https://doi.org/10.1042/cs0810249>

48. Gabr, R. E., El-Sharkawy, A. M., Schär, M., Weiss, R. G., & Bottomley, P. A. (2011). High-energy phosphate transfer in human muscle: diffusion of phosphocreatine. *American journal of physiology. Cell physiology*, *301*(1), C234–C241. <https://doi.org/10.1152/ajpcell.00500.2010>
49. Gielen, E., Beckwée, D., Delaere, A., De Breucker, S., Vandewoude, M., Bautmans, I., & Sarcopenia Guidelines Development Group of the Belgian Society of Gerontology and Geriatrics (BSGG) (2021). Nutritional interventions to improve muscle mass, muscle strength, and physical performance in older people: an umbrella review of systematic reviews and meta-analyses. *Nutrition reviews*, *79*(2), 121–147. <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuaa011>
50. Gotshalk, L. A., Kraemer, W. J., Mendonca, M. A., Vingren, J. L., Kenny, A. M., Spiering, B. A., Hatfield, D. L., Fragala, M. S., & Volek, J. S. (2008). Creatine supplementation improves muscular performance in older women. *European journal of applied physiology*, *102*(2), 223–231. <https://doi.org/10.1007/s00421-007-0580-y>
51. Gualano, B., DE Salles Painneli, V., Roschel, H., Artioli, G. G., Neves, M., Jr, De Sá Pinto, A. L., Da Silva, M. E., Cunha, M. R., Otaduy, M. C., Leite, C., Ferreira, J. C., Pereira, R. M., Brum, P. C., Bonfá, E., & Lancha, A. H., Jr (2011). Creatine in type 2 diabetes: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Medicine and science in sports and exercise*, *43*(5), 770–778. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181fcee7d>
52. Gualano, B., Ferreira, D. C., Sapienza, M. T., Seguro, A. C., & Lancha, A. H., Jr (2010). Effect of short-term high-dose creatine supplementation on measured GFR in a young man with a single kidney. *American journal of kidney diseases : the official journal of the National Kidney Foundation*, *55*(3), e7–e9. <https://doi.org/10.1053/j.ajkd.2009.10.053>

53. Gualano, B., Rawson, E. S., Candow, D. G., & Chilibeck, P. D. (2016). Creatine supplementation in the aging population: effects on skeletal muscle, bone and brain. *Amino acids*, 48(8), 1793–1805. <https://doi.org/10.1007/s00726-016-2239-7>
54. Guingand, D. L., Palmer, K. R., Snow, R. J., Davies-Tuck, M. L., & Ellery, S. J. (2020). Risk of Adverse Outcomes in Females Taking Oral Creatine Monohydrate: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Nutrients*, 12(6), 1780. <https://doi.org/10.3390/nu12061780>
55. Guzun, R., Timohhina, N., Tepp, K., Gonzalez-Granillo, M., Shevchuk, I., Chekulayev, V., Kuznetsov, A. V., Kaambre, T., & Saks, V. A. (2011). Systems bioenergetics of creatine kinase networks: physiological roles of creatine and phosphocreatine in regulation of cardiac cell function. *Amino acids*, 40(5), 1333–1348. <https://doi.org/10.1007/s00726-011-0854-x>
56. Halter, J., Ouslander, J., Studenski, S., High, K., Asthana, S., Supiano, M., & Ritchie, C. (2016). *Hazzard's Geriatric Medicine and Gerontology, Seventh Edition* (7th ed.). McGraw-Hill Education / Medical.
57. Hansen R. D. (2005). Hormonal and lifestyle determinants of appendicular skeletal muscle mass in men: the MINOS Study. *The American journal of clinical nutrition*, 81(5), 1180–1181. <https://doi.org/10.1093/ajcn/81.5.1180>
58. Harris, R. C., Lowe, J. A., Warnes, K., & Orme, C. E. (1997). The concentration of creatine in meat, offal and commercial dog food. *Research in veterinary science*, 62(1), 58–62. [https://doi.org/10.1016/s0034-5288\(97\)90181-8](https://doi.org/10.1016/s0034-5288(97)90181-8)
59. Hickson, M., & Smith, S. (2018). *Advanced Nutrition and Dietetics in Nutrition Support*. Wiley.

60. Hultman, E., Söderlund, K., Timmons, J. A., Cederblad, G., & Greenhaff, P. L. (1996). Muscle creatine loading in men. *Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985)*, 81(1), 232–237. <https://doi.org/10.1152/jappl.1996.81.1.232>
61. HUSOVÁ, Kristýna. Význam nutriční péče v zařízeních pro seniory. [Sense of nutrition care in institutions for seniors]. Praha, 2016. 79 s., 11 příl. Bakalářská práce (Bc.). Univerzita Karlova v Praze, 1. lékařská fakulta. Vedoucí práce Novák, František.
62. Chilibeck, P. D., Kaviani, M., Candow, D. G., & Zello, G. A. (2017). Effect of creatine supplementation during resistance training on lean tissue mass and muscular strength in older adults: a meta-analysis. *Open access journal of sports medicine*, 8, 213–226. <https://doi.org/10.2147/OAJSM.S123529>
63. Chilibeck, P. D., Paterson, D. H., McCreary, C. R., Marsh, G. D., Cunningham, D. A., & Thompson, R. T. (1998). The effects of age on kinetics of oxygen uptake and phosphocreatine in humans during exercise. *Experimental physiology*, 83(1), 107–117. <https://doi.org/10.1113/expphysiol.1998.sp004087>
64. Jäger, R., Harris, R. C., Purpura, M., & Francaux, M. (2007). Comparison of new forms of creatine in raising plasma creatine levels. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 4, 17. <https://doi.org/10.1186/1550-2783-4-17>
65. Jäger, R., Purpura, M., Shao, A., Inoue, T., & Kreider, R. B. (2011). Analysis of the efficacy, safety, and regulatory status of novel forms of creatine. *Amino acids*, 40(5), 1369–1383. <https://doi.org/10.1007/s00726-011-0874-6>
66. Jagim, A. R., Oliver, J. M., Sanchez, A., Galvan, E., Fluckey, J., Riechman, S., Greenwood, M., Kelly, K., Meininger, C., Rasmussen, C., & Kreider, R. B. (2012). A buffered form of creatine does not promote greater changes in muscle creatine content, body composition, or training adaptations than creatine

- monohydrate. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 9(1), 43.  
<https://doi.org/10.1186/1550-2783-9-43>
67. Jang, B. Y., & Bu, S. Y. (2018). Total energy intake according to the level of skeletal muscle mass in Korean adults aged 30 years and older: an analysis of the Korean National Health and Nutrition Examination Surveys (KNHANES) 2008-2011. *Nutrition research and practice*, 12(3), 222–232.  
<https://doi.org/10.4162/nrp.2018.12.3.222>
68. Janssen, I., Heymsfield, S. B., & Ross, R. (2002). Low relative skeletal muscle mass (sarcopenia) in older persons is associated with functional impairment and physical disability. *Journal of the American Geriatrics Society*, 50(5), 889–896.  
<https://doi.org/10.1046/j.1532-5415.2002.50216.x>
69. Jarošová, D., Gabzdylová, M., Kozáková, R. (2011). Standardizace nutriční péče v domově pro seniory. *Praktický lékař*, 91(12), 714-717.
70. Joseph, C., Kenny, A. M., Taxel, P., Lorenzo, J. A., Duque, G., & Kuchel, G. A. (2005). Role of endocrine-immune dysregulation in osteoporosis, sarcopenia, frailty and fracture risk. *Molecular aspects of medicine*, 26(3), 181–201.  
<https://doi.org/10.1016/j.mam.2005.01.004>
71. Kerstetter, J. E., O'Brien, K. O., & Insogna, K. L. (2003). Low protein intake: the impact on calcium and bone homeostasis in humans. *The Journal of nutrition*, 133(3), 855S–861S. <https://doi.org/10.1093/jn/133.3.855S>
72. Kim, H. N., & Song, S. W. (2019). Association between carbohydrate intake and body composition: The Korean National Health and Nutrition Examination Survey. *Nutrition (Burbank, Los Angeles County, Calif.)*, 61, 187–193.  
<https://doi.org/10.1016/j.nut.2018.11.011>



73. Kim, J. S., Wilson, J. M., & Lee, S. R. (2010). Dietary implications on mechanisms of sarcopenia: roles of protein, amino acids and antioxidants. *The Journal of nutritional biochemistry*, 21(1), 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2009.06.014>
74. Kim, J., Wang, Z., Heymsfield, S. B., Baumgartner, R. N., & Gallagher, D. (2002). Total-body skeletal muscle mass: estimation by a new dual-energy X-ray absorptiometry method. *The American journal of clinical nutrition*, 76(2), 378–383. <https://doi.org/10.1093/ajcn/76.2.378>
75. Kirwan, R., McCullough, D., Butler, T., Perez de Heredia, F., Davies, I. G., & Stewart, C. (2020). Sarcopenia during COVID-19 lockdown restrictions: long-term health effects of short-term muscle loss. *GeroScience*, 42(6), 1547–1578. <https://doi.org/10.1007/s11357-020-00272-3>
76. KONOPIČKÁ, Olga. Organizace nutriční péče v domovech pro seniory. [Organization of nutrition care in homes for the elderly]. Praha, 2019. 92 s., 7 příl. Diplomová práce (Mgr.). Univerzita Karlova v Praze, 1. lékařská fakulta, IV. Interní klinika – gastroenterologie a hepatologie 1. LF UK v Praze. Vedoucí práce doc. MUDr. František Novák, Ph.D.
77. Koolman, J., & Rohm, K (2012). *Barevný atlas biochemie. 1. vydání.* Praha: Grada
78. Kreider, R. B., Kalman, D. S., Antonio, J., Ziegenfuss, T. N., Wildman, R., Collins, R., Candow, D. G., Kleiner, S. M., Almada, A. L., & Lopez, H. L. (2017). International Society of Sports Nutrition position stand: safety and efficacy of creatine supplementation in exercise, sport, and medicine. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 14, 18. <https://doi.org/10.1186/s12970-017-0173-z>
79. Liao, C. D., Chen, H. C., Huang, S. W., & Liou, T. H. (2019). The Role of Muscle Mass Gain Following Protein Supplementation Plus Exercise Therapy in Older Adults with

Sarcopenia and Frailty Risks: A Systematic Review and Meta-Regression Analysis of Randomized Trials. *Nutrients*, 11(8), 1713. <https://doi.org/10.3390/nu11081713>

80. Liu, P., Hao, Q., Hai, S., Wang, H., Cao, L., & Dong, B. (2017). Sarcopenia as a predictor of all-cause mortality among community-dwelling older people: A systematic review and meta-analysis. *Maturitas*, 103, 16–22. <https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2017.04.007>
81. Louis, M., Poortmans, J. R., Francaux, M., Berré, J., Boisseau, N., Brassine, E., Cuthbertson, D. J., Smith, K., Babraj, J. A., Waddell, T., & Rennie, M. J. (2003). No effect of creatine supplementation on human myofibrillar and sarcoplasmic protein synthesis after resistance exercise. *American journal of physiology. Endocrinology and metabolism*, 285(5), E1089–E1094. <https://doi.org/10.1152/ajpendo.00195.2003>
82. Malmstrom, T. K., Miller, D. K., Simonsick, E. M., Ferrucci, L., & Morley, J. E. (2016). SARC-F: a symptom score to predict persons with sarcopenia at risk for poor functional outcomes. *Journal of cachexia, sarcopenia and muscle*, 7(1), 28–36. <https://doi.org/10.1002/jcsm.12048>
83. McCully, K. K., Forcica, M. A., Hack, L. M., Donlon, E., Wheatley, R. W., Oatis, C. A., Goldberg, T., & Chance, B. (1991). Muscle metabolism in older subjects using 31P magnetic resonance spectroscopy. *Canadian journal of physiology and pharmacology*, 69(5), 576–580. <https://doi.org/10.1139/y91-084>
84. Moisey, L. L., Mourtzakis, M., Cotton, B. A., Premji, T., Heyland, D. K., Wade, C. E., Bulger, E., Kozar, R. A., & Nutrition and Rehabilitation Investigators Consortium (NUTRIC) (2013). Skeletal muscle predicts ventilator-free days, ICU-free days, and mortality in elderly ICU patients. *Critical care (London, England)*, 17(5), R206. <https://doi.org/10.1186/cc12901>

85. Moore, D. R., Churchward-Venne, T. A., Witard, O., Breen, L., Burd, N. A., Tipton, K. D., & Phillips, S. M. (2015). Protein ingestion to stimulate myofibrillar protein synthesis requires greater relative protein intakes in healthy older versus younger men. *The journals of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences*, 70(1), 57–62. <https://doi.org/10.1093/gerona/glu103>
86. Mora, L., Sentandreu, M. A., & Toldrá, F. (2008). Effect of cooking conditions on creatinine formation in cooked ham. *Journal of agricultural and food chemistry*, 56(23), 11279–11284. <https://doi.org/10.1021/jf801953t>
87. Morley, J. E., Kalantar-Zadeh, K., & Anker, S. D. (2020). COVID-19: a major cause of cachexia and sarcopenia?. *Journal of cachexia, sarcopenia and muscle*, 11(4), 863–865. <https://doi.org/10.1002/jcsm.12589>
88. Morton, R. W., Traylor, D. A., Weijs, P., & Phillips, S. M. (2018). Defining anabolic resistance: implications for delivery of clinical care nutrition. *Current opinion in critical care*, 24(2), 124–130. <https://doi.org/10.1097/MCC.0000000000000488>
89. Naderi, A., de Oliveira, E. P., Ziegenfuss, T. N., & Willems, M. T. (2016). Timing, Optimal Dose and Intake Duration of Dietary Supplements with Evidence-Based Use in Sports Nutrition. *Journal of exercise nutrition & biochemistry*, 20(4), 1–12. <https://doi.org/10.20463/jenb.2016.0031>
90. Ostojic S. M. (2021). Diagnostic and Pharmacological Potency of Creatine in Post-Viral Fatigue Syndrome. *Nutrients*, 13(2), 503. <https://doi.org/10.3390/nu13020503>
91. Packer, A.; Whidden, M.; Stevens, W.; Klepfer, A.; and Reed, M. (2016) "The Effects of Creatine Monohydrate and Creatine Hydrochloride Supplementation on Power in Trained Individuals," *International Journal of Exercise Science: Conference Proceedings*: Vol. 9 : Iss. 4 , Article 82. Dostupné z: <https://digitalcommons.wku.edu/ijesab/vol9/iss4/82>

92. Patel, K. (2021, February 4). *Creatine*. Examine.Com. [https://examine.com/supplements/creatine/research/#sources-and-structure\\_sources](https://examine.com/supplements/creatine/research/#sources-and-structure_sources)
93. Peng, T. C., Chen, W. L., Wu, L. W., Chang, Y. W., & Kao, T. W. (2020). Sarcopenia and cognitive impairment: A systematic review and meta-analysis. *Clinical nutrition (Edinburgh, Scotland)*, *39*(9), 2695–2701. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2019.12.014>
94. Peterson, S. J., & Braunschweig, C. A. (2016). Prevalence of Sarcopenia and Associated Outcomes in the Clinical Setting. *Nutrition in clinical practice : official publication of the American Society for Parenteral and Enteral Nutrition*, *31*(1), 40–48. <https://doi.org/10.1177/0884533615622537>
95. Rasmussen, B. B., Fujita, S., Wolfe, R. R., Mittendorfer, B., Roy, M., Rowe, V. L., & Volpi, E. (2006). Insulin resistance of muscle protein metabolism in aging. *FASEB journal : official publication of the Federation of American Societies for Experimental Biology*, *20*(6), 768–769. <https://doi.org/10.1096/fj.05-4607fje>
96. Roberts S. B. (2000). Regulation of energy intake in relation to metabolic state and nutritional status. *European journal of clinical nutrition*, *54 Suppl 3*, S64–S69. <https://doi.org/10.1038/sj.ejcn.1601027>
97. Rolland, Y., Czerwinski, S., Abellan Van Kan, G., Morley, J. E., Cesari, M., Onder, G., Woo, J., Baumgartner, R., Pillard, F., Boirie, Y., Chumlea, W. M., & Vellas, B. (2008). Sarcopenia: its assessment, etiology, pathogenesis, consequences and future perspectives. *The journal of nutrition, health & aging*, *12*(7), 433–450. <https://doi.org/10.1007/BF02982704>
98. Saremi, A., Gharakhanloo, R., Sharghi, S., Gharaati, M. R., Larijani, B., & Omidfar, K. (2010). Effects of oral creatine and resistance training on serum myostatin and

- GASP-1. *Molecular and cellular endocrinology*, 317(1-2), 25–30.  
<https://doi.org/10.1016/j.mce.2009.12.019>
99. Selsby, J. T., DiSilvestro, R. A., & Devor, S. T. (2004). Mg<sup>2+</sup>-creatine chelate and a low-dose creatine supplementation regimen improve exercise performance. *Journal of strength and conditioning research*, 18(2), 311–315.  
<https://doi.org/10.1519/R-13072.1>
100. *Short Physical Performance Battery (SPPB)*. (2021). National Institute on Aging. <https://www.nia.nih.gov/research/labs/leps/short-physical-performance-battery-sppb>
101. Siparsky, P. N., Kirkendall, D. T., & Garrett, W. E., Jr (2014). Muscle changes in aging: understanding sarcopenia. *Sports health*, 6(1), 36–40.  
<https://doi.org/10.1177/1941738113502296>
102. Solis, M. Y., Artioli, G. G., Otaduy, M., Leite, C., Arruda, W., Veiga, R. R., & Gualano, B. (2017). Effect of age, diet, and tissue type on PCr response to creatine supplementation. *Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985)*, 123(2), 407–414. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00248.2017>
103. Sousa, A. S., Guerra, R. S., Fonseca, I., Pichel, F., Ferreira, S., & Amaral, T. F. (2016). Financial impact of sarcopenia on hospitalization costs. *European journal of clinical nutrition*, 70(9), 1046–1051. <https://doi.org/10.1038/ejcn.2016.73>
104. Steffl, M., Sima, J., Shiells, K., & Holmerova, I. (2017). The increase in health care costs associated with muscle weakness in older people without long-term illnesses in the Czech Republic: results from the Survey of Health, Ageing and Retirement in Europe (SHARE). *Clinical interventions in aging*, 12, 2003–2007.  
<https://doi.org/10.2147/CIA.S150826>

105. Szlejf, Claudia & Rosas-Carrasco, Oscar. (2018). Nutrition Interventions to Manage Sarcopenia: An Appraisal of the Existing Evidence.
106. Tanaka, T., Kawahara, T., Aono, H., Yamada, S., Ishizuka, S., Takahashi, K., and Iijima, K. (2021) A comparison of sarcopenia prevalence between former Tokyo 1964 Olympic athletes and general community-dwelling older adults, *Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle*, XXX, <https://doi.org/10.1002/jcsm.12663>
107. Taner, B., Aysim, O., & Abdulkadir, U. (2011). The effects of the recommended dose of creatine monohydrate on kidney function. *NDT plus*, 4(1), 23–24. <https://doi.org/10.1093/ndtplus/sfq177>
108. Traylor, D. A., Gorissen, S., & Phillips, S. M. (2018). Perspective: Protein Requirements and Optimal Intakes in Aging: Are We Ready to Recommend More Than the Recommended Daily Allowance?. *Advances in nutrition (Bethesda, Md.)*, 9(3), 171–182. <https://doi.org/10.1093/advances/nmy003>
109. Uchitomi, R., Oyabu, M., & Kamei, Y. (2020). Vitamin D and Sarcopenia: Potential of Vitamin D Supplementation in Sarcopenia Prevention and Treatment. *Nutrients*, 12(10), 3189. <https://doi.org/10.3390/nu12103189>
110. Vágnerová T., & Klímová E. (2019). Standard nutriční péče v geriatrici. *Česká asociace nutričních terapeutů*.
111. Vágnerová, T. (2020). *Výživa v geriatrici a gerontologii*. Karolinum.
112. Vágnerová, T., & Šaier M. (2021). Sarkopenická obezita: od vzniku k intervenci. *Geriatrici a Gerontologie*, 10(1)
113. Valentini, L., Schindler, K., Schläffer, R., Bucher, H., Mouhieddine, M., Steininger, K., Tripamer, J., Handschuh, M., Schuh, C., Volkert, D., Lochs, H., Sieber,

- C. C., & Hiesmayr, M. (2009). The first nutritionDay in nursing homes: participation may improve malnutrition awareness. *Clinical nutrition (Edinburgh, Scotland)*, 28(2), 109–116. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2009.01.021>
114. van Nie-Visser, N. C., Meijers, J. M., Schols, J. M., Lohrmann, C., Bartholomeyczik, S., & Halfens, R. J. (2011). Comparing quality of nutritional care in Dutch and German nursing homes. *Journal of clinical nursing*, 20(17-18), 2501–2508. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2702.2011.03761.x>
115. van Nie-Visser, N. C., Meijers, J. M., Schols, J. M., Lohrmann, C., Bartholomeyczik, S., & Halfens, R. J. (2011). Comparing quality of nutritional care in Dutch and German nursing homes. *Journal of clinical nursing*, 20(17-18), 2501–2508. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2702.2011.03761.x>
116. Volkert, D., Beck, A. M., Cederholm, T., Cereda, E., Cruz-Jentoft, A., Goisser, S., de Groot, L., Großhauser, F., Kiesswetter, E., Norman, K., Pourhassan, M., Reinders, I., Roberts, H. C., Rolland, Y., Schneider, S. M., Sieber, C. C., Thiem, U., Visser, M., Wijnhoven, H., & Wirth, R. (2019). Management of Malnutrition in Older Patients-Current Approaches, Evidence and Open Questions. *Journal of clinical medicine*, 8(7), 974. <https://doi.org/10.3390/jcm8070974>
117. Volkert, D., Beck, A. M., Cederholm, T., Cruz-Jentoft, A., Goisser, S., Hooper, L., Kiesswetter, E., Maggio, M., Raynaud-Simon, A., Sieber, C. C., Sobotka, L., van Asselt, D., Wirth, R., & Bischoff, S. C. (2019). ESPEN guideline on clinical nutrition and hydration in geriatrics. *Clinical nutrition (Edinburgh, Scotland)*, 38(1), 10–47. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2018.05.024>
118. Wallimann, T., Tokarska-Schlattner, M., & Schlattner, U. (2011). The creatine kinase system and pleiotropic effects of creatine. *Amino acids*, 40(5), 1271–1296. <https://doi.org/10.1007/s00726-011-0877-3>

119. Wallimann, T., Wyss, M., Brdiczka, D., Nicolay, K., & Eppenberger, H. M. (1992). Intracellular compartmentation, structure and function of creatine kinase isoenzymes in tissues with high and fluctuating energy demands: the 'phosphocreatine circuit' for cellular energy homeostasis. *The Biochemical journal*, 281 ( Pt 1)(Pt 1), 21–40. <https://doi.org/10.1042/bj2810021>
120. Wang, P. Y., Li, Y., & Wang, Q. (2021). Sarcopenia: An underlying treatment target during the COVID-19 pandemic. *Nutrition (Burbank, Los Angeles County, Calif.)*, 84, 111104. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2020.111104>
121. Weijs, P. J., Looijaard, W. G., Dekker, I. M., Stapel, S. N., Girbes, A. R., Oudemans-van Straaten, H. M., & Beishuizen, A. (2014). Low skeletal muscle area is a risk factor for mortality in mechanically ventilated critically ill patients. *Critical care (London, England)*, 18(2), R12. <https://doi.org/10.1186/cc13189>
122. Wiedmer, P., Jung, T., Castro, J. P., Pomatto, L., Sun, P. Y., Davies, K., & Grune, T. (2021). Sarcopenia - Molecular mechanisms and open questions. *Ageing research reviews*, 65, 101200. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2020.101200>
123. Willoughby, D. S., & Rosene, J. (2001). Effects of oral creatine and resistance training on myosin heavy chain expression. *Medicine and science in sports and exercise*, 33(10), 1674–1681. <https://doi.org/10.1097/00005768-200110000-00010>
124. *Works and contributions – Sarcopenia Guidelines* –. (2021, February 14). BSGG. <https://geriatrie.be/the-bsgg/initiatives/works-and-contributions/sarcopenia-guidelines/>
125. Wyss, M., Braissant, O., Pischel, I., Salomons, G. S., Schulze, A., Stockler, S., & Wallimann, T. (2007). Creatine and creatine kinase in health and disease--a bright future ahead?. *Sub-cellular biochemistry*, 46, 309–334. [https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6486-9\\_16](https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6486-9_16)



## Seznam grafů

Graf 1 Zastoupení domovů pro seniory v jednotlivých krajích .....	37
Graf 2 Množství klientů v jednotlivých zařízeních .....	38
Graf 3 Přítomnost nutričního terapeuta v daném zařízení.....	38
Graf 4 Přítomnost nutricionisty v zařízení .....	39
Graf 5 Množství nutričních terapeutů v zařízeních .....	40
Graf 6 Frekvence zjišťování rizika nebo přítomnosti podvýživy .....	40
Graf 7 Metody využívané k hodnocení podvýživy .....	41
Graf 8 Frekvence zjišťování hmotnosti u klientů .....	42
Graf 9 Množství domovů pro seniory aplikující cílenou nutriční intervenci.....	43
Graf 10 Využívaný druh nutriční podpory.....	43
Graf 11 Forma, v jaké je kreatin využíván.....	44
Graf 12 Množství klientů podstupující pravidelné rehabilitační cvičení .....	45
Graf 13 Mobilita většiny klientů v zařízení .....	46
Graf 14 Procentuální zastoupení zařízeních s nutričním terapeutem dle velikosti zařízení	47
Graf 15 Frekvence zjišťování přítomnosti podvýživy v zařízeních s nutričním terapeutem a bez nutričního terapeuta .....	49
Graf 16 Frekvence zjišťování hmotnosti v domovech pro seniory s přítomností nutričního terapeuta a v domovech pro seniory bez přítomnosti nutričního terapeuta .....	50
Graf 17 Aplikace nutriční podpory v zařízeních s nutričním terapeutem a bez něj .....	51
Graf 18 Frekvence využití sippingu v zařízeních s nutričním terapeutem a bez něj .....	53
Graf 19 Frekvence využití nutričních screeningů v zařízeních s nutričním terapeutem a bez něj .....	54

## Seznam tabulek

<i>Tabulka 1 Porovnání jednotlivých doporučení v diagnostice sarkopenie dle různých pracovních skupiny (Cruz-Jentoft et al., 2019; Dent et al., 2018).....</i>	14
Tabulka 2 SARC F dotazník, česká nevalidovaná verze (Vágnerová, 2020) .....	16
Tabulka 3 Zdroje kreatinu ve stravě .....	21
Tabulka 4 Pozorované četnosti vztahu mezi přítomností nutričního terapeuta a velikostí zařízení.....	48
Tabulka 5 Statistické vyhodnocení vztahu mezi přítomností nutričního terapeuta a velikostí zařízení.....	48
Tabulka 6 Pozorované četnosti vztahu mezi frekvencí zjišťování podvýživy a přítomností nutričního terapeuta v zařízení.....	49
Tabulka 7 Statistické vyhodnocení vztahu mezi frekvencí zjišťování podvýživy a přítomností nutričního terapeuta v zařízení.....	50
Tabulka 8 Pozorované četnosti vztahu mezi frekvencí zjišťování hmotnosti a přítomností nutričního terapeuta v zařízení.....	51
Tabulka 9 Statistické vyhodnocení vztahu mezi frekvencí zjišťování hmotnosti a přítomností nutričního terapeuta v zařízení.....	51
Tabulka 10 Pozorované četnosti vztahu mezi aplikací cílené nutriční intervence v zařízeních s nutričním terapeutem a bez něj.....	52
Tabulka 11 Statistické vyhodnocení vztahu mezi aplikací cílené nutriční intervence v zařízeních s nutričním terapeutem a bez něj.....	52
Tabulka 12 Pozorované četnosti vztahu mezi využíváním sippingu a přítomností nutričního terapeuta v zařízení .....	53
Tabulka 13 Statistické vyhodnocení vztahu mezi využíváním sippingu a přítomností nutričního terapeuta v zařízení.....	53
Tabulka 14 Pozorované četnosti vztahu mezi využíváním nutričního screeningu a přítomností nutričního terapeuta v zařízení.....	54
Tabulka 15 Statistické vyhodnocení vztahu mezi využíváním nutričního screeningu a přítomností nutričního terapeuta v zařízení.....	54

## Seznam obrázků

Obrázek 1 Bazální turnover bílkovin je mezi mladou a seniorskou populací stejný, avšak u seniorů se značně snižuje anabolická odpověď na příjem bílkovin/aminokyselin. Tento efekt je umocněn u pacientů v kritickém stavu (Morton et al., 2018) .....	10
Obrázek 2 Rizikové faktory sarkopenie (Bauer et al., 2019).....	12
Obrázek 3 COVID-19 jako rizikový faktor sarkopenie (Morley et al., 2020).....	13
Obrázek 4 Algoritmus pro diagnostiku sarkopenie (Cruz-Jentoft et al., 2019) .....	15
Obrázek 5 Syntéza kreatinu, kreatinfosfátu a jejich degradace na kreatinin (Kreider et al., 2017) .....	22
Obrázek 6 Kreatin-fosfátový cyklus (Gabr et al., 2011) .....	23
Obrázek 7 Mechanismus účinku kreatinu na svalový růst (Chilibeck et al., 2017) .....	25
Obrázek 8 Zvýšení svalového PCr po suplementaci kreatinem (Solis et al., 2017) .....	28

## Příloha č. 1 – dotazník

1. V jakém kraji se nachází vaše pracoviště?

- a. Hlavní město Praha
  - b. Středočeský kraj
  - c. Jihočeský kraj
  - d. Plzeňský kraj
  - e. Karlovarský kraj
  - f. Ústecký kraj
  - g. Liberecký kraj
  - h. Královéhradecký kraj
  - i. Pardubický kraj
  - j. Kraj Vysočina
  - k. Jihomoravský kraj
  - l. Olomoucký kraj
  - m. Moravskoslezský kraj
  - n. Zlínský kraj
2. Jaký je počet klientů ve vašem zařízení?
- a. Méně než 50
  - b. 50–100
  - c. 101-200
  - d. Více než 200
3. Je ve vašem zařízení k dispozici nutriční terapeut (dietní sestra)?
- a. Ano
  - b. Ne
4. Je ve vašem zařízení k dispozici lékař nutriční?
5. Kolik nutričních terapeutů (dietních sester) působí ve vašem zařízení?
- a. 1
  - b. 2
  - c. 3
  - d. Více než 3
  - e. Žádný
6. Dochází k pravidelnému hodnocení přítomnosti či rizika podvýživy u vašich klientů?
- a. Jednou při přijetí
  - b. Zhruba 1x měsíčně
  - c. 4x-6x ročně
  - d. 1-2x ročně
  - e. Nikdy
7. Jakou metodu používáte k hodnocení podvýživy či jejího rizika u klientů? (Ize více možností)
- a. Body Mass Index (BMI)
  - b. Změny v hmotnosti
  - c. Monitorace příjmu potravy
  - d. Nutriční screening
  - e. Jiný
  - f. Nehodnotíme
8. Jak často obvykle vážíte své klienty?

- a. Jednou při přijetí
  - b. Přibližně 1x měsíčně
  - c. 4-6x ročně
  - d. 1-2x ročně
  - e. Nikdy
9. Aplikujete cílenou intervenci k prevenci podvýživy?
- a. Ano
  - b. Ne
10. Jakou nutriční podporu využíváte?
- a. Úprava stravy (kašovitá, mletá atp.)
  - b. Fortifikace jídla pomocí bílkoviny (např. Protifar)
  - c. Sipping
  - d. Omega 3 MK
  - e. Kreatin
  - f. Hydroxymetylbutyrát (HMB)
  - g. Leucin
  - h. Vitamín D
  - i. Jinou
  - j. Žádnou
11. Pokud využíváte kreatin, v jaké formě?
- a. Kreatin monohdrát
  - b. Kreatin Ethyl Ester
  - c. Kreatin pyruvát
  - d. Kreatin malát
  - e. Kreatin citrát
  - f. Jiný
  - g. Nevyužíváme
12. Podstupují vaši klienti pravidelně rehabilitační cvičení?
- a. Ano – všichni
  - b. Ano – ale pouze někteří
  - c. Ne, nikdo
13. Většina klientů je
- a. Upoutaná na lůžko nebo invalidní vozík – imobilní
  - b. Schopná vstát z lůžka/invalidního vozíku, chůze pouze s dopomocí
  - c. Samostatná chůze bez omezení

## **Protokol o úplnosti náležitostí bakalářské práce**

**Titul, jméno, příjmení:** Bc. Martin Šaier

**Název práce:** Kreatin monohydrát jako součást prevence sarkopenie u geriatrických pacientů /seniorů

**Vedoucí práce:** Mgr. Ing. Tereza Vágnerová

Prohlašuji, že jsem odevzdal (a) vysokoškolskou kvalifikační práci v souladu s:

**Opatřením rektora č. 6/2010** (dostupné z <http://www.cuni.cz/UK-3470.html>)

**Opatřením rektora č. 8/2011** (dostupné z <http://www.cuni.cz/UK-3735.html>)

**Opatřením děkana č. 10/2010** (dostupné z

[http://www.lf1.cuni.cz/file/21321/opad10\\_10.pdf](http://www.lf1.cuni.cz/file/21321/opad10_10.pdf))

Zároveň prohlašuji, že jsem do Studijního informačního systému vložil (a) plný **text vysokoškolské kvalifikační práce** včetně všech povinných souborů podle typu práce:

- abstrakt ČJ
- abstrakt AJ

Při vkládání textu práce a všech souborů jsem postupoval (a) podle návodu dostupného z [http://www.lf1.cuni.cz/file/25838/navod\\_vkladani\\_prace.pdf](http://www.lf1.cuni.cz/file/25838/navod_vkladani_prace.pdf).

Nahrané soubory jsem následně zkontroloval (a).

Odpovídám za správnost a úplnost elektronické verze práce a všech dalších vložených elektronických souborů.

1 exemplář práce svázaný v pevné plátěné vazbě + CD ROM s e-verze práce v příloze obsahuje všechny povinné náležitosti:

Příloha č. 1 – Titulní strana, Prohlášení diplomanta, Identifikační záznam, abstrakt v ČJ a AJ - [http://www.lf1.cuni.cz/file/21323/opad10\\_10\\_pril1.pdf](http://www.lf1.cuni.cz/file/21323/opad10_10_pril1.pdf)

Příloha č. 6 – Prohlášení zájemce o nahlédnutí -

[http://www.lf1.cuni.cz/file/21329/opad10\\_10\\_pril6.pdf](http://www.lf1.cuni.cz/file/21329/opad10_10_pril6.pdf)

Datum:

Kontrolu úplnosti náležitostí provedla osoba pověřená garantem: