



UNIVERZITA KARLOVA  
I. lékařská fakulta

Studijní program: Specializace ve zdravotnictví

Studijní obor: Výživa dětí a dospělých

Bc. Denisa Balušková

**Analýza dietního příjmu a hlavních dietních zdrojů omega-3 mastných kyselin u pacientů s onkologickým onemocněním.**

Analysis of dietary intake and major dietary sources of omega-3 fatty acids in cancer patients.

Diplomová práce

Vedoucí práce: doc. MUDr. Jan Gojda, PhD.

Praha, 2023

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že svou diplomovou práci na téma „Analýza dietního příjmu a hlavních dietních zdrojů omega-3 mastných kyselin u pacientů s onkologickým onemocněním“ jsem vypracovala samostatně a uvedla v ní všechny použité zdroje, literaturu a prameny.

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

V Bystřici .....

.....  
Bc. Denisa Balušková

## **Poděkování**

Upřímně bych chtěla poděkovat do. MUDr. Janu Gojdovi, PhD za cennou podporu a vedení při mé diplomové práci.

## Abstrakt

**Úvod do problematiky:** Výživa onkologických pacientů je často diskutované téma. Růst nádoru podmiňuje produkce prozánětlivých cytokinů v organismu, což vede k metabolickým změnám a rozvoji syndromu nádorové kachexie. Imunomodulační výživa a snaha alespoň o částečnou regulaci zánětu je v případě onkologického onemocnění esenciální.

**Cíl práce:** Cílem práce bylo zhodnocení dietního příjmu omega 3 mastných kyselin ve stravě onkologických pacientů a analýza hlavních potravinových zdrojů těchto polynenasycených kyselin.

**Metody výzkumu:** Do této observační a dotazníkové neintervenční studie bylo vybráno 10 respondentů, kteří nevykazovali známky onkologického onemocnění déle než rok, starší 18 let a dle nejvyšší četnosti výskytu zhoubného novotvaru.

**Výsledky:** Průměrný denní příjem omega 3 MK ve výzkumné skupině byl pro obě pohlaví stanoven na hodnotě 1,59 g/den, což představuje 53 % doporučené léčebné dávky 3 g/den (DLD). Po-drobnější analýza ukázala, že průměrný denní příjem omega 3 MK u žen dosahoval hodnoty 1,7 g/den, což představuje 57 % DLD. Naopak, u mužů byl zjištěn průměrný denní příjem omega 3 MK ve výši 1,47 g/den, což odpovídá 49 % DLD.

**Závěr:** Analýza dietního příjmu onkologických pacientů v remisi naznačila, že jejich příjem omega 3 mastných kyselin je minimální a nedosahuje ani doporučených hodnot pro běžnou populaci. Rovněž znalost potravních zdrojů byla podprůměrná. Vliv omega 3 mastných kyselin na regulaci zánětu je zřejmý a imunomodulační výživa může být pro onkologické pacienty zásadním přínosem. S ohledem na narůstající incidenci i prevalenci onemocnění by bylo vhodné rozšiřovat povědomí o důležitých potravinových zdrojích a pacienty edukovat o možnostech suplementace, případně odkazovat do ambulancí nutričních specialistů.

**Klíčová slova:** rakovina, omega 3 mastné kyseliny, syndrom nádorové kachexie, zdroje polynenasycených mastných kyselin

## Abstract

**Introduction:** nutrition of cancer patients is a frequently discussed topic. Tumor growth is conditioned by the production of pro-inflammatory cytokines in the body, which leads to metabolic changes and the development of tumor cachexia syndrome. Immunomodulatory nutrition and efforts to at least partially control inflammation are essential in cancer.

**Aim of the study:** The aim of the study was to evaluate the dietary intake of omega-3 fatty acids in the diet of cancer patients and to analyse the main dietary sources of these polyunsaturated acids.

**Research Methods:** In this observational and questionnaire-based non-interventional study, 10 respondents who had not shown signs of cancer for more than a year, were older than 18 years and according to the highest frequency of cancer incidence were selected.

**Results:** The average daily intake of omega-3 FAs in the study group was 1.59 g/day for both sexes, which represents 53% of the recommended therapeutic dose of 3 g/day (DLD). In contrast, the average daily intake of omega-3 FAs in men was found to be 1.47 g/day, corresponding to 49 % of the DLD.

**Conclusion:** Analysis of the dietary intake of cancer patients in remission suggested that their intake of omega 3 fatty acids is minimal and does not even reach the recommended values for the general population. Knowledge of food sources was also below average. The effect of omega-3 fatty acids on the regulation of inflammation is clear and immunomodulatory nutrition may be of major benefit to cancer patients. In view of the increasing incidence and prevalence of the disease, it would be advisable to increase awareness of important food sources and educate patients about supplementation options or refer them to nutritionists' offices.

**Keywords:** cancer, omega-3 fatty acids, cancer cachexia syndrome, sources of polyunsaturated fatty acids

# Obsah

Úvod .....	7
<b>1 Historie .....</b>	<b>10</b>
<b>2 Nádorová epidemiologie .....</b>	<b>12</b>
2.1 Nádorová onemocnění celosvětově.....	12
2.2 Nádorová onemocnění v České republice .....	13
2.3 Nádorová mortalita.....	15
2.4 Prognóza mortality na nádorová onemocnění .....	19
<b>3 Klasifikace nádorových onemocnění .....</b>	<b>21</b>
3.1 Systém klasifikace .....	22
3.1.1 ICD-0 .....	22
3.1.2 MKN .....	22
3.1.3 Novotvary C00 – D48 dle MKN.....	23
3.1.4 TNM klasifikace .....	23
<b>4 Mastné kyseliny (MK) .....</b>	<b>25</b>
4.1 Klasifikace MK .....	25
4.2 Trávení a resorpce tuků .....	26
4.3 PUFA polynenasycené MK.....	28
4.3.1 Omega polynenasycené MK a zánětlivé procesy .....	29
4.3.2 $\omega$ -3 MK a chemotaxe leukocytů .....	30
4.3.3 Eikosanoidy.....	30
4.3.4 Studie zabývající se dopady stravy obohacené omega 3 MK.....	32
4.3.5 Zánětlivé cytokiny a PUFA .....	33
4.3.6 Funkční účinky $\omega$ -MK.....	34
<b>5 Hlavní potravní zdroje <math>\omega</math>-MK .....</b>	<b>36</b>
5.1 Přehled 5 nejvýznamnějších potravinových zdrojů $\omega$ -3 MK .....	37
5.1.1 Kyselina $\alpha$ -linolová (ALA) .....	37
5.1.2 Kyselina dokosahexaenová (DHA).....	37
5.1.3 Kyselina eikosapentaenová (EPA).....	38
5.1.4 Alternativní rostlinné zdroje $\omega$ -3 MK.....	39
<b>6 Výživa pacientů s nádorovým onemocněním .....</b>	<b>43</b>
6.1 Metabolismus nádorové buňky .....	44
6.2 Syndrom nádorové kachexie .....	45
6.2.1 Definice nádorové kachexie.....	47
6.2.2 Příčiny malnutrice u nádorového onemocnění.....	49
6.2.3 Role omega 3 PUFA v rámci nádorové kachexie .....	50
6.3 Prevence onemocnění.....	50
6.3.1 Onkoprevence .....	51
6.3.2 Screening a diagnostika onkologických pacientů .....	52

6.3.3	Screening nádorových onemocnění .....	52
6.3.4	Národní screeningové programy .....	53
6.3.5	Vyšetření nutričního stavu a nutriční péče onkologických pacientů .....	53
6.4	Omega 3 PUFA a prevence nádorových onemocnění.....	57
6.5	Nutriční intervence u onkologických pacientů.....	57
6.5.1	Enterální výživa u onkologických pacientů .....	60
6.5.2	Parenterální výživa.....	64
6.5.3	Přehled dostupných léčebných přípravků obohacených o $\omega$ -3 PUFA.....	65
6.6	Úloha omega 3 mastných kyselin ve výživě onkologického pacienta .....	68
<b>7</b>	<b>Cíle práce a hypotézy .....</b>	<b>72</b>
7.1	Pracovní hypotézy .....	72
7.2	Metodologie.....	73
7.2.1	Validované nutriční databáze a profesionální nutriční software.....	73
7.2.2	Vstupní kritéria pro účastníky studie .....	74
7.2.3	Výběr a charakteristika souboru .....	75
7.2.4	Získání a hodnocení informací.....	79
7.3	Výsledky.....	83
7.3.1	Statistický postup srovnávání .....	83
7.3.2	Hlavní hypotéza - výsledky .....	84
7.3.3	Díličí hypotézy - výsledky .....	88
<b>8</b>	<b>Diskuze .....</b>	<b>92</b>
8.1.1	Doporučení pro budoucí výzkum.....	93
8.1.2	Význam pro praxi .....	94
8.1.3	Limitace výzkumu .....	97
<b>9</b>	<b>Závěr.....</b>	<b>98</b>
	<b>Seznam použité literatury .....</b>	<b>99</b>
	<b>Seznam zkratk .....</b>	<b>109</b>
	<b>Seznam grafů.....</b>	<b>111</b>
	<b>Seznam tabulek .....</b>	<b>113</b>
	<b>Seznam obrázků.....</b>	<b>115</b>
	<b>Seznam příloh.....</b>	<b>116</b>

## Úvod

Onkologická onemocnění představují závažný zdravotní problém s vysokou mírou morbidity a mortality po celém světě.

V posledních letech jsme svědky stále se zvyšujícího výskytu nádorových onemocnění. Předpokládá se výraznější nárůst výskytu nádorových onemocnění v horizontu několika let, a to i díky událostem let 2020 a 2021, kdy docházelo ke snížení primární prevence a přecházení symptomů.

Na vývoji nádoru se často podílí řada vnějších faktorů, mezi nimi v neposlední řadě i výživa. Česká republika je na špičce výskytu kolorektálního karcinomu, který právě často souvisí s nadměrným příjmem tuků a nedostatečným příjmem vlákniny.

Až u poloviny onkologických pacientů se již v případě diagnózy tohoto onemocnění objevuje ztráta hmotnosti a vzniká riziko malnutrice.

V boji proti nemocem je důležité nejen použít moderní terapeutické postupy, ale také se zaměřit na prevenci a podporu celkového zdraví pacientů. V posledních letech se významná pozornost soustředila na výživu a její vliv na výsledky léčby a kvality života pacientů s onkologickým onemocněním.

Omega-3 mastné kyseliny jsou esenciální tuky, které mají řadu prospěšných účinků na lidské zdraví. Studie ukazují, že omega-3 mastné kyseliny mohou mít ochranný účinek proti různým chronickým onemocněním, včetně srdečních chorob, diabetu a některých typů rakoviny. V kontextu onkologických onemocnění byly provedeny studie, které naznačují, že omega-3 mastné kyseliny mohou hrát pozitivní roli při prevenci a léčbě některých typů rakoviny, především pokud jde o jejich protizánětlivé a imunomodulační vlastnosti.

Nicméně, je známo, že mnoho pacientů s onkologickým onemocněním trpí různými poruchami stravování, jako je snížený příjem potravy, ztráta chuti k jídlu, nevolnost a metabolické změny spojené s terapií. Tyto faktory mohou vést ke změnám v dietě a ovlivnit příjem omega-3 mastných kyselin.

Analyzovat a rozumět stravě pacientů s onkologickým onemocněním je klíčové pro poskytování příslušné výživové podpory a optimalizace výsledků léčby. V rámci této diplomové práce se zaměříme na analýzu dietního příjmu omega-3 mastných kyselin u pacientů s onkologickým onemocněním a identifikaci hlavních dietních zdrojů těchto prospěšných tuků.

Cílem práce je získat přehled o množství a zdrojích omega-3 mastných kyselin ve stravě pacientů s onkologickým onemocněním. Bude provedena analýza stravovacího deníku a dotazníkového šetření, které bude zahrnovat informace o jídelních návycích, preferencích a stravovacích obtížích pacientů. Na základě těchto dat budou identifikovány hlavní zdroje omega-3 mastných kyselin ve stravě pacientů a hodnocení jejich celkového příjmu.



Výsledky této studie mohou poskytnout základní informace a podklady pro výživové odborníky a zdravotnický personál, aby mohli přizpůsobit stravovací plány pacientům s onkologickým onemocněním a zlepšit jejich výživový status

## **Teoretická část**

# 1 Historie

Historie rakoviny sahá až do starověku, i když termín „rakovina“ se pro označení nádorů začal užívat relativně nedávno. Přestože informace o případech, které bylo možné označit za rakovinu, pocházejí z různých období a kultur, chápání a léčba tohoto onemocnění se v průběhu staletí značně změnily. Egypťané popisovali případy rakoviny ve svých lékařských papýrech z doby kolem roku 1600 př. n. l. Ačkoli nepoužívali termín "rakovina", popisovali příznaky a snažili se nemoc léčit.

Indický védský spis Atharvaveda (cca 1500-1200 př. n. l.) obsahuje zmínky o nádorech a vředech, které lze interpretovat jako případy rakoviny.

Už řecký lékař Hippokrates (460-370 př. n. l.) použil termín *karkinóma* pro nádorové onemocnění. Sám Hippokrates pak vinil ze vzniku rakoviny „*přebytek černé žluči*“ (Hajdu, 2004).

Ve středověku byly znalosti o rakovině omezené a léčba byla často založena na magii a mystice. K odstranění nádorů se často používaly radikální metody, například amputace, ale výsledky byly obvykle neúčinné a brutální.

Velmi dlouho se mělo za to, že mezi nejčastější příčiny onemocnění a následně smrti ve středověku patřily nemoci jako úplavice či dýmějový mor, případně podvýživa a zranění. „*Rakovina se řadila mezi hlavní třídy chorob, které naše předky trápily,*“ tvrdí Jenny Dittmar (Mitchel, Dittmar & Mulder 2021), bioarcheoložka, která svou práci publikovala na webu Cambridgeské univerzity.

Maligní nádory-označovány jako cancer, krebs, rakovina-nejsou záležitostí novou. Jak už bylo zmíněno, přítomny byly již před stovkami let. Podle studie nazvané *Prevalence rakoviny v Británii před industrializací* se Mitchel, Dittmar & Mulder (2021) zabývají otázkou, do jaké míry se prevalence rakoviny může lišit v čase. Z hlediska onkologického výzkumu je dlouho časový pohled na prevalenci rakoviny důležitý.

Její název je odvozen od podstatného jména *rak*. Řecky pak *carcinosa=rak* nebo *onkos=krab*, latinsky pak *cancer=rak*. Pravděpodobné vysvětlení tohoto názvu pak vyplývá z popisu šíření nádorů, které se podobají račím či krabím nohám a pronikají do zdravých tkání.

České slovo *nádor* historicky vychází ze sloves *nadrati/nadřítí*. Odborný název *tumor* má svůj původ v latině, kdy *tumere* znamená nadouvat, nabývat na objemu. Nádor pak může být tzv. nezhoubný čili **benigní**-odvozen od slova *benignus*=dobrotivý, vlídný, nebo zhubný čili **maligní**, odvozen od slova *malignus*=zlý, špatný

První epidemiologické závěry o nádorových onemocněních spadají do 18. století, kdy anglický chirurg Percival Pott se ve své práci z roku 1775 zabýval souvislostmi s výskytem rakoviny šourků u kominíků a škodlivin v sazích (Brown, 1957). Další práce z roku 1848, se zabývala epidemiologií výskytu nádorového onemocnění prsu u jeptišek a jeho souvislost s bezdětností a nekojením (Fraumeni, 1969).

V 19. století došlo k významnému pokroku v poznání rakoviny. Byly učiněny objevy související s patologií rakoviny, například buněčná teorie rakoviny formulovaná Rudolfem Virchowem.

S rozvojem lékařského vědeckého poznání se postupně rozvíjela řada oborů, které přispěly k hlubšímu porozumění mechanismům vzniku a rozvoje nádorových onemocnění.

## 2 Nádorová epidemiologie

### 2.1 Nádorová onemocnění celosvětově

Nádorová onemocnění jsou jednou z hlavních příčin úmrtí ve světě. Podle Světové zdravotnické organizace (WHO) a Americké onkologické společnosti (ASCO) je riziko vzniku rakoviny od 0 do 74 let více než 20 % (22,4 % u mužů a 18,2 % u žen) (ASCO, n.d., [www.asco.org](http://www.asco.org)).

Mezinárodní agentura pro výzkum rakoviny (IARC) aktualizovala odhady globální zátěže rakoviny pro rok 2020. Tato zpráva pod názvem GLOBOCAN 2020 (Graf 4) odhaduje, že bylo celosvětově v roce 2020 diagnostikováno přes 19 milionů nových případů.

Pro vyhodnocení byla použita data jednotlivých národních agentur a ta následně zpracována.

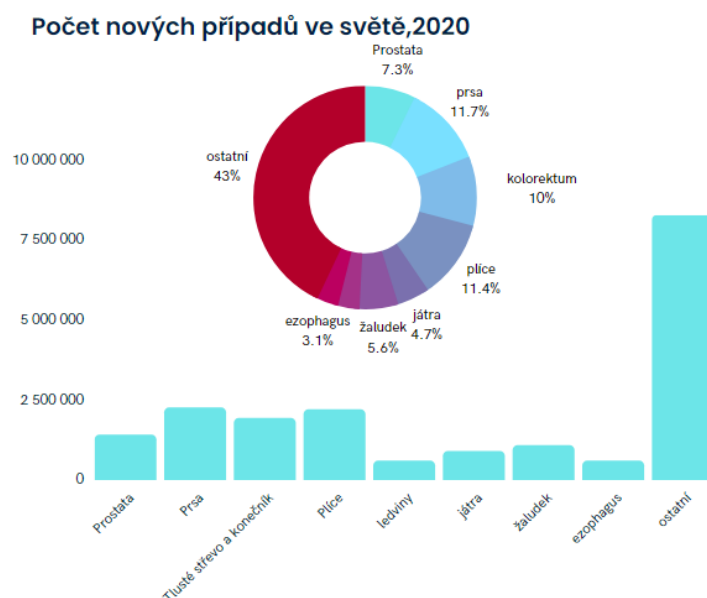
Při interpretaci ale musíme postupovat opatrně s ohledem na omezenou kvalitu dat z některých zemí ve světě, zejména těch s nízkými a středními příjmy.

Spolehlivé datové registry jsou zásadní pro kvalitní vyhodnocovací proces.

V roce 2020 se odhadem nejčastěji jednalo o následující výskyt ZN:

- 1) Rakovina prsu (2,3 milionů případů);
- 2) Rakovina plic (2,2 milionů případů);
- 3) Rakovina kolorekta (1,9 milionů případů).

**Graf 4:** Počet nových případů onkologického onemocnění v roce 2020 ve Světě.



Zdroj: GLOBOCAN2020

V **incidenci** zhoubných nádorů stojí Česká republika na 16. místě v rámci celé Evropy, nicméně u vybraných onkologických diagnóz jako ZN ledvin nebo slinivky, obsazujeme přední místa evropských statistik (NOR, 10.9.2014, [www. Onconet.cz](http://www.Onconet.cz)).

Celkově představuje rakovina ze všech onemocnění největší klinickou, sociální a ekonomickou zátěž.

## 2.2 Nádorová onemocnění v České republice

V České republice je průměrně ročně nově diagnostikováno přibližně 60 000 pacientů se zhoubným novotvarem (bez nemelanomového zhoubného novotvaru kůže), což představuje více než 560 osob na 100 000 obyvatel (Projekt SVOD, n.d.).

**Prevalence**, počet žijících osob s onemocněním nebo jeho historií, zhoubných novotvarů (C00-C97) roste také, jak můžeme vidět v grafickém znázornění vývoje prevalence ZN v ČR. (Graf 3).

K 31. 12. 2020 v České republice žilo 457 455 osob se zhoubným novotvarem nebo s minulostí tohoto onemocnění, což představuje 4 275 osob na 100 000 obyvatel (Projekt SVOD, n.d.) (Graf 1b).

Zároveň za posledních 10 let zaznamenáváme nárůst incidence zhoubných novotvarů (Tabulka 1, graf 1a,2) při stabilizované mortalitě, což se výrazně promítá do rostoucí prevalence léčných a dlouhodobě sledovaných pacientů.

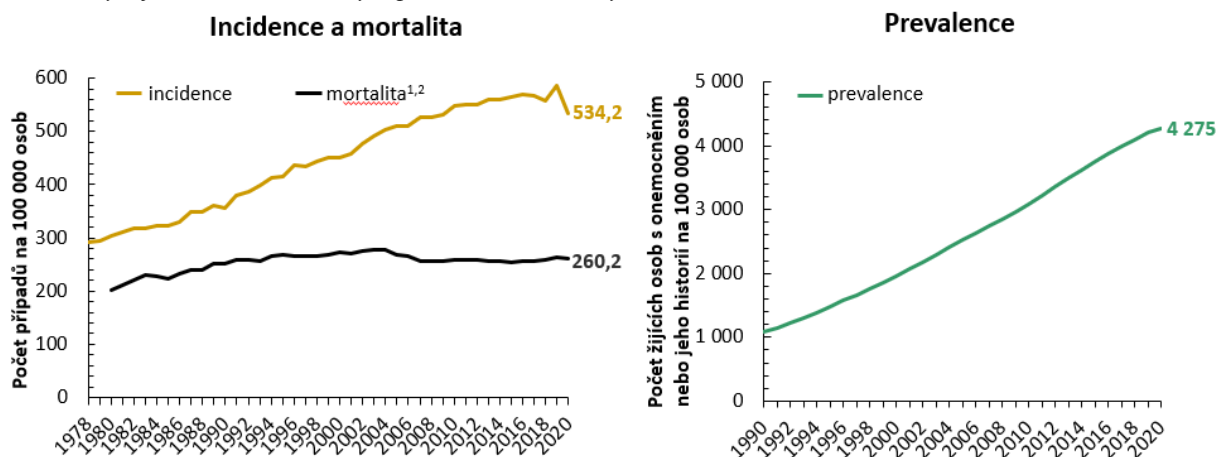
**Tabulka 1:** Incidence, mortalita a prevalence nádorových onemocnění v ČR

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Incidence	58 734	58 903	59 528	60 186	60 035	59 325	62 568	57 157
Mortalita	26 958	26 910	26 681	27 109	27 183	27 521	28 025	27 841
Prevalence	367 075	381 528	395 891	410 168	423 369	434 966	449 405	457 455

*Zdroj: Projekt SVOD*

Pokles v roce 2020 lze přisuzovat především epidemii COVID-19, kdy některé skupiny nádorů byly poddiagnostikovány.

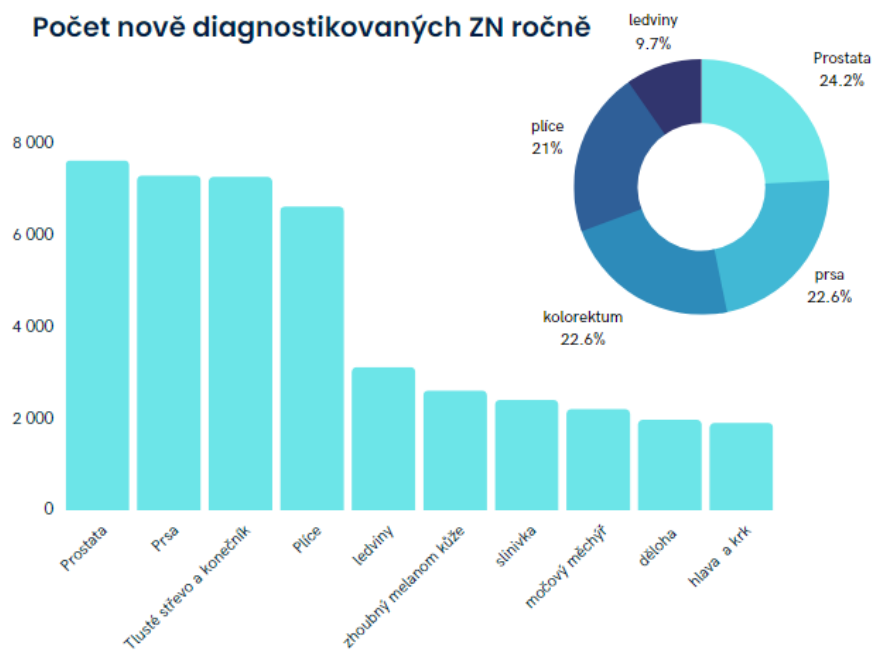
**Graf 1:** Vývoj incidence, mortality a prevalence nádorových onemocnění v ČR.



Zdroj: Projekt Svod

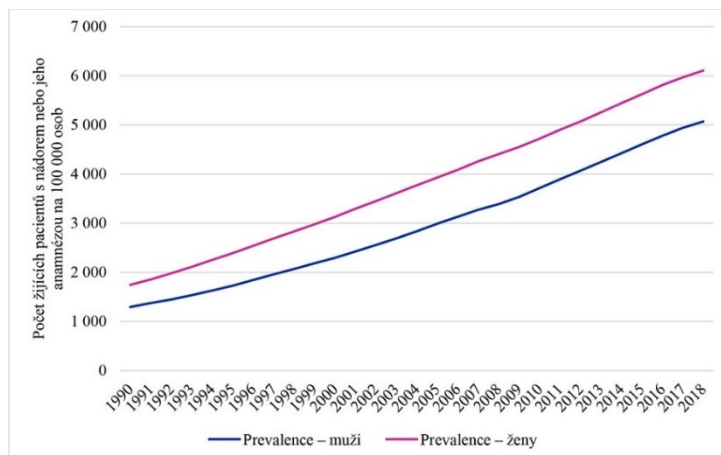
V období mezi roky 2016-2020 bylo v ČR ročně diagnostikováno 51 089 případů ZN (bez nemelanomového ZN kůže a in situ novotvarů). Nejčastěji byly nově diagnostikovány ZN prostaty (7,6 tis.), ZN prsu (7,3 tis.), kolorekta (7,3 tis.), plic (6,6 tis.) a ledvin (3 tis.) (graf 2).

**Graf 2:** Incidence novotvarů v ČR ročně v letech 2016-2020.



Zdroj: Projekt Svod

**Graf 3:** Vývoj prevalence zhoubných novotvarů (C00–C97) dle pohlaví, přepočten na 100 000 osob



Zdroj: Český statistický úřad

### 2.3 Nádorová mortalita

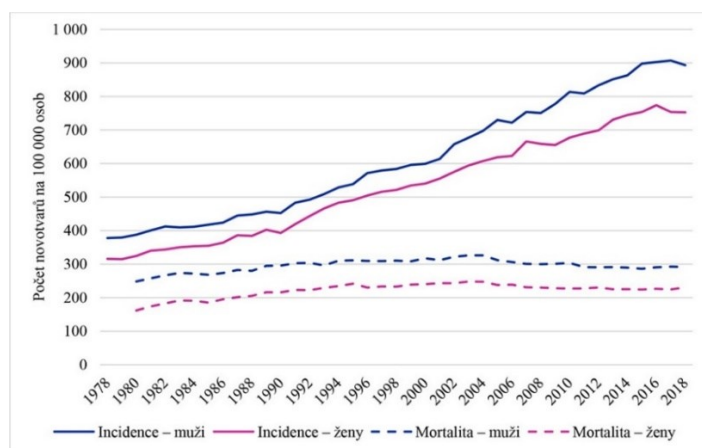
I když incidence zhoubných novotvarů v ČR trvale roste, vnímáme v posledních letech zpomalení růstu mortality, jak je ostatně patrné ve vyhodnocení Českého statistického úřadu o datech mortality od 70. let (Graf 5).

V roce 2019 bylo skoro každé 4 úmrtí (23 %) v České republice způsobeno onkologickým onemocněním (OECD, 15.2.2023, dostupné na [www. Tribune.cz](http://www.Tribune.cz)), což je přibližně o 10 % více, než je evropský průměr. I přes to všechno se ale mortalita v ČR významně snižuje.

Dle zprávy OECD (2023, [www.tribune.cz](http://www.tribune.cz)) se mortalita v ČR snížila dokonce rychleji než jinde v Evropě. Zejména díky zavedení screeningových programů se mezi lety 2011-2018 snížila i úmrtnost na preventabilní (lze včasnou péčí či léčbou předejít) a léčitelná onkologická onemocnění.



**Graf 5:** Vývoj incidence a mortality zhoubných novotvarů (C00–C97) dle pohlaví, přepočet na 100 000 osob

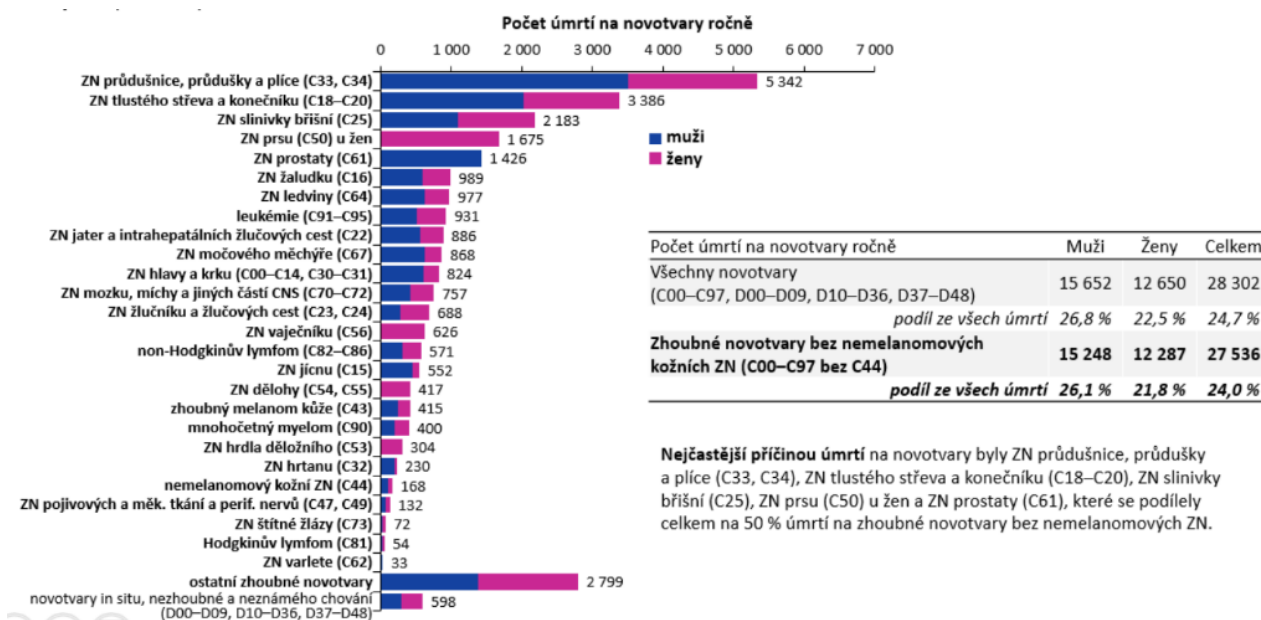


Zdroj: ČSÚ

V roce 2020 zemřelo v České republice více jak 27 tisíc pacientů v souvislosti s ZN, což je **260 na 100 000 osob** (NOR, ČSÚ, n.d.).

Autoři webové platformy SVOD pak ve své statistice uvádí, že v České populaci je nejčastější příčinou úmrtí na onkologické onemocnění v letech 2016-2020 rakovina **průdušnice, průdušky a plic** (Graf 6).

**Graf 6:** Mortalita dle ZN v ČR v letech 2016-2020

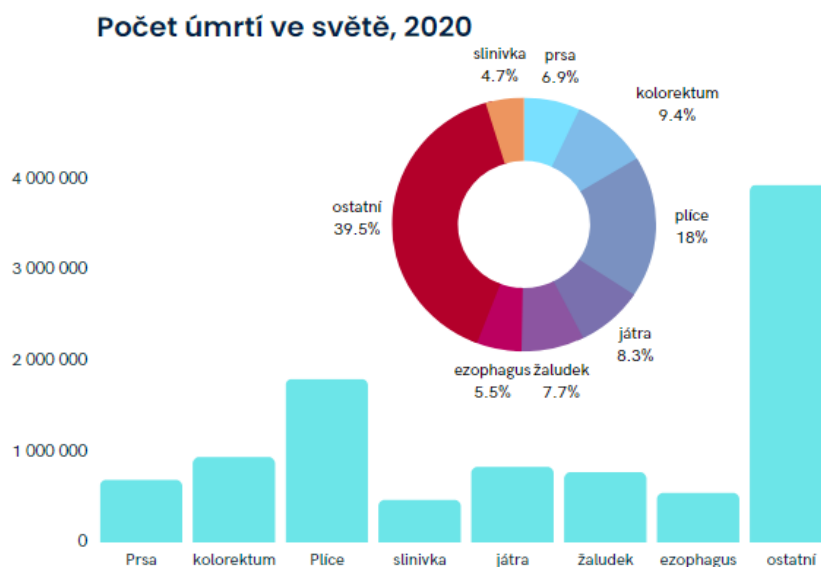


Zdroj: Projekt SVOD

Celosvětově bylo v roce 2020 odhadováno skoro 10 miliónů úmrtí na onkologické onemocnění (GLOBOCAN2020). Mezinárodní agentura pro výzkum rakoviny (IARC) odhaduje, že onkologickým onemocněním během svého života onemocní 1 z 5 lidí.

Dle statistiky GLOBOCAN 2020 zemřelo v roce 2020 nejvíce lidí na ZN plic (1,8 mil), ZN kolorekta (0,9 mil) a jater (0,8 mil) (Graf 7).

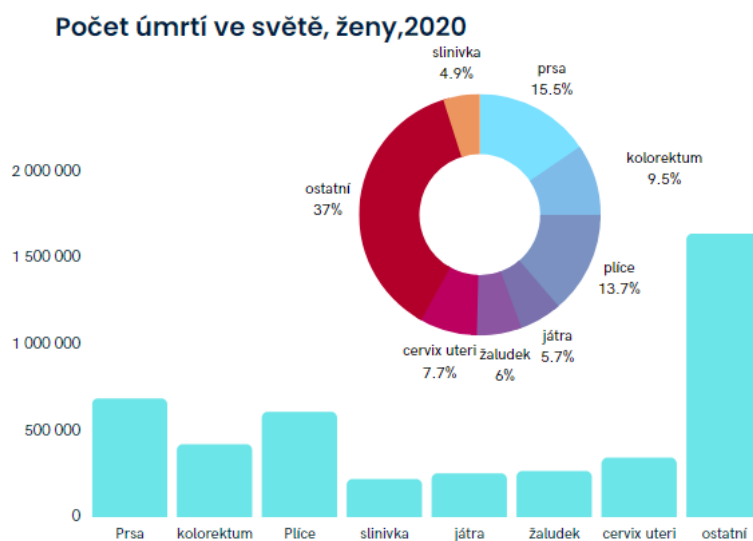
**Graf 7:** Odhad počtu úmrtí na onkologická onemocnění ve světě v roce 2020



Zdroj: GLOBOCAN2020

Karcinom prsu představuje 1 ze 4 ZN diagnostikovaných u žen na celém světě. V roce 2020 bylo na ZN prsu odhadováno skoro 0,7 mil úmrtí. Jak je vidět v grafu 8, druhou nejčastější příčinou úmrtí na rakovinu u žen ve světě v roce 2020 byl ZN plic (0,6 mil) a třetí pak ZN tlustého střeva (0,4 mil).

**Graf 8:** Počet úmrtí na rakovinu u žen ve světě v roce 2020.

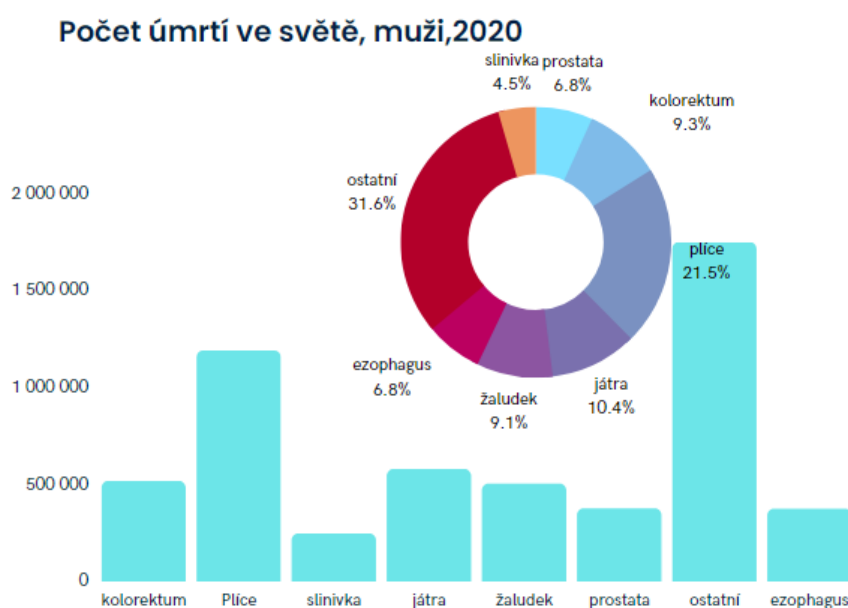


Zdroj: GLOBOCAN2020

V roce 2020 významně přispěly k celkovému počtu úmrtí způsobených onkologickými onemocněními u mužů dvě konkrétní formy rakoviny-rakovina plic a rakovina prostaty. Tyto dvě formy rakoviny dohromady tvořily téměř jednu třetinu všech úmrtí na onkologická onemocnění u mužů ve světě. (Graf 9).

Celkový počet úmrtí na rakovinu plic a rakovinu prostaty mezi muži v roce 2020 dosáhl alarmujícího čísla 1,8 milionu. Tato statistika zřetelně ukazuje na významné zdravotní riziko, které představují tyto dvě formy rakoviny pro muže a naznačuje potřebu důkladného výzkumu, prevence a léčby těchto onemocnění.

**Graf 9:** Počet úmrtí na rakovinu u mužů ve světě v roce 2020.

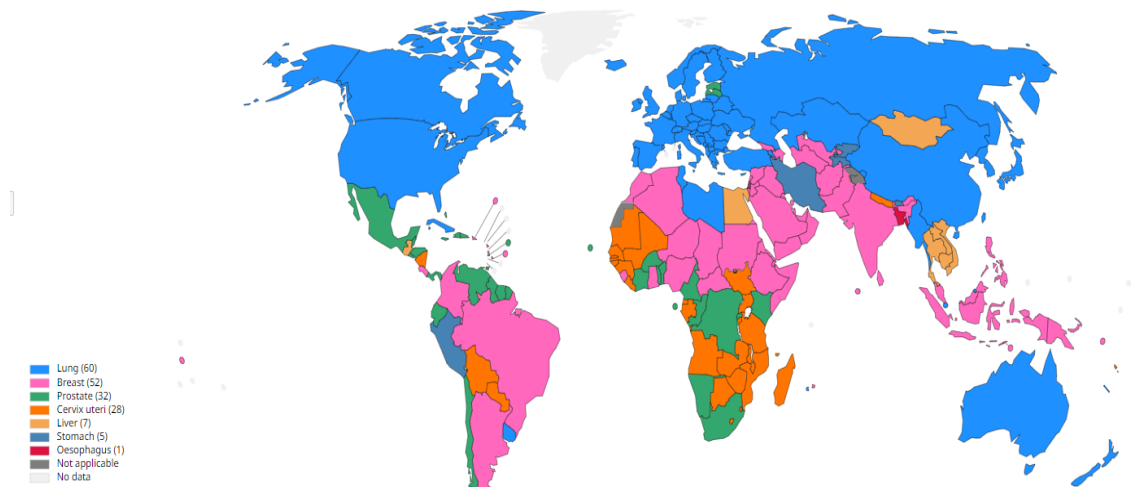


Zdroj: GLOBOCAN2020

Na obrázku 3 je prezentován celosvětový přehled mortality v souvislosti s nejčastějšími příčinami úmrtí ve 185 zemích. Zastoupení rakoviny jako příčiny úmrtí je významné, a to jak u mužů, tak u žen. Podle odhadů z roku 2020 se více než 58 % všech úmrtí způsobených rakovinou předpokládá v Asii, kde žije přibližně 60 % světové populace. Evropa představuje 19 % celosvětového počtu úmrtí způsobených rakovinou, přestože zde žije pouze asi 9 % celkové populace. Tento rozdíl v procentuálním zastoupení ukazuje na významnou zátěž rakovinou ve východní části světa a zdůrazňuje potřebu zlepšení prevence, diagnostiky a léčby tohoto onemocnění.

**Obrázek 1: Přehled úmrtí na rakovinu ve světě v roce 2020 dle jednotlivých regionů.**

Top cancer per country, estimated age-standardized mortality rates (World) in 2020, both sexes, all ages (excl. NMSC)

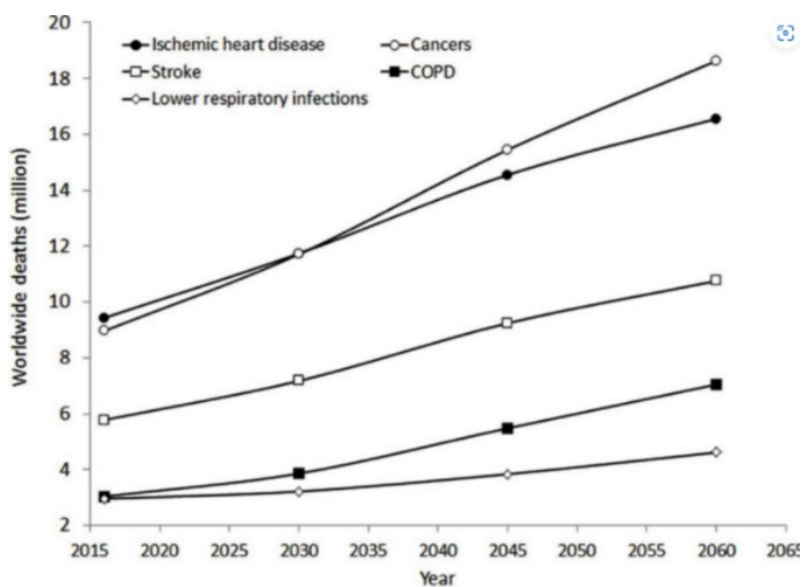


Zdroj: GLOBOCAN2020

## 2.4 Prognóza mortality na nádorová onemocnění

I přesto, že ischemická choroba srdeční je v současnosti nejběžnější příčinou úmrtí na světě, očekává se, že do roku 2060 se rakovina stane hlavní příčinou úmrtí u lidí před dosažením věku 70 let. Rakovina tak představuje rostoucí hrozbu a významné zdravotní riziko, které bude mít vliv na celosvětovou populaci. Tento vývoj naznačuje potřebu posílení preventivních opatření, výzkumu a léčby rakoviny, aby se zabránilo jejímu stoupajícímu výskytu a minimalizoval její negativní dopad na lidské zdraví. (Graf 10) (Bray et al., 2021).

**Graf 10: Výhled nejčastějších příčin úmrtí ve světě do roku 2062.**



Zdroj: Bray et al., 2021

Na druhou stranu je prognóza vývoje mortality na nádorová onemocnění komplexní záležitost a závisí na mnoha faktorech, včetně pokroku v diagnostice a léčbě, změn v rizikových faktorech a přístupu ke zdravotní péči. Důraz na prevenci a včasný screening je pak pro další vývoj zásadní.

Existuje rovněž několik evropských onkologických programů, které se zabývají prevencí, diagnostikou a léčbou nádorových onemocnění.

**Evropský kodex proti rakovině** (European Code Against Cancer): Program, který byl vyvinut Evropskou unií, poskytuje doporučení a zásady pro prevenci rakoviny. Zahrnuje doporučení týkající se životního stylu, prevence kouření, stravování, fyzické aktivity a screeningu rakoviny.

**Evropská iniciativa pro prevenci rakoviny** (European Cancer Prevention Initiative) se zaměřuje na prevenci rakoviny prostřednictvím osvěty, vzdělávání a výzkumu. Iniciativa podporuje spolupráci mezi evropskými zeměmi v oblasti prevence rakoviny a podporuje implementaci osvědčených postupů.

**Evropský program pro rakovinový screening** (European Cancer Screening Programmes). Cílem tohoto programu je zavedení a optimalizace screeningu rakoviny ve všech evropských zemích. Program se zaměřuje na screenování nádorových onemocnění, jako je rakovina prsu, tlustého střeva a děložního čípku, s důrazem na včasnou detekci a snížení mortality.

**Evropská onkologická iniciativa** (European Cancer Initiative): Tento program se snaží zlepšit přístup ke kvalitní onkologické péči a zvyšovat účinnost léčby rakoviny v Evropě. Iniciativa se zaměřuje na spolupráci mezi odborníky, výzkum, vzdělávání a inovace v onkologii.

**Evropská organizace pro výzkum a léčbu rakoviny** (European Organisation for Research and Treatment of Cancer-EORTC): EORTC je významná mezinárodní organizace, která se specializuje na klinický výzkum a léčbu rakoviny. Organizace spolupracuje s vědci, lékaři a pacienti z různých evropských zemí s cílem zlepšit diagnostiku a léčbu nádorových onemocnění.

Tyto programy a iniciativy jsou navrženy k podpoře spolupráce mezi evropskými zeměmi a zlepšení prevence, diagnostiky a léčby nádorových onemocnění v Evropě. Cílem je snížit zátěž rakovinou a zlepšit výsledky léčby pro pacienty s rakovinou.

### 3 Klasifikace nádorových onemocnění

Nádorová onemocnění jsou známá již od dávných dob, avšak až v průběhu 20. století získala vědecký charakter a podstatně přispěla k poznání těchto onemocnění. V tomto období vzniklo mnoho objektivních poznatků, avšak ty byly často nejednotné a rozdrobené, což bránilo jejich srovnání a vzájemnému porozumění.

Snahy o systematický sběr dat pro zdravotnickou statistiku vznikaly už před koncem 19. století. V roce 1893 je představena **Bertillonova klasifikace příčin úmrtí** (International List of Causes of Death, nazývaný též Bertillon Classification of Causes of Death, 1893). Tuto klasifikaci následně přejímá Mezinárodní statistický institut a v 10letých intervalech aplikuje změny. Paralelně vznikají seznamy chorob pro statistické potřeby.

V roce 1949, tedy již 3 roky po založení WHO, vzniká **Mezinárodní klasifikace nemocí, úrazů a příčin smrti** označovaná jako **ICD-6**.

Její aktualizace pochází z roku 1990 s názvem **ICD-10** a Česká republika je jedním z prvních států, který ji začíná pod označením **MKN-10** používat. (*International classification of Diseases (ICD)n.d.,who.int*).

Následně v roce 1994 vstupuje v platnost rozšířené vydání II. kapitoly MKN-10 věnované nádorům, a to pod označením **MKN-O-2 ČV**.

V roce 1976 byl vyhlášen **Národní onkologický program** a vzniká **Národní onkologický registr** (NOR). Evidence ZN byla v ČR zavedena již v roce 1951 a sběr dat je povinný a naprosto nutný pro epidemiologické vyhodnocování a onkologickou péči samotnou.

Národní onkologický registr (NOR) slouží k systematickému shromažďování a evidenci informací o případech rakoviny v ČR. Jeho hlavním cílem je sledování výskytu a trendů onkologických onemocnění, a to jak v celé populaci, tak i v jednotlivých regionech. Sběr a analýza dat z NOR poskytuje důležité informace pro plánování a hodnocení onkologické péče, výzkum a prevenci rakoviny.

NOR se stal klíčovým nástrojem pro monitorování a hodnocení rakoviny v ČR a přispívá k lepšímu porozumění této nemoci a jejím epidemiologickým charakteristikám v našem regionu. Díky systematické evidenci a sběru dat z NOR je možné lépe sledovat vývoj rakoviny, identifikovat rizikové faktory a optimalizovat strategie pro diagnostiku, léčbu a prevenci tohoto onemocnění.

Sběr dat o nádorovém onemocnění v České republice probíhá v 85 okresech pomocí povinného hlášení formou tiskopisu „Incidence a léčba zhoubného novotvaru“. Hlášení o nádorovém onemocnění zasílá zdravotnické zařízení, které ZN zachytilo a odesílá na okresní pracoviště NOR. Zde se zpráva kompletuje s další zdravotnickou dokumentací, jako jsou histologie, cytologie, pitevní protokol.

Celoplošné zpracování údajů provádí a garantuje ÚZIS ČR.

### 3.1 Systém klasifikace

Existuje několik systémů klasifikace nádorových onemocnění, které se používají pro identifikaci, kategorizaci a popis různých typů nádorů.

Nejvýznamnější a nejpoužívanější systém klasifikace je Mezinárodní klasifikace nádorů (International Classification of Diseases for Oncology-ICD-O), který byl vyvinut a je udržován Světovou zdravotnickou organizací (WHO). V ČR jsou používány zejména klasifikace MKN-10 a TMN klasifikace ZN (6. vydání, 2002).

#### 3.1.1 ICD-0

Formát kódu klasifikace v Mezinárodní klasifikaci nádorů (ICD-O) je založen na alfanumerické struktuře. Kód ICD-O se skládá ze dvou částí: morfologického kódu (M-kód) a umístění nádoru (C-kód).

Morfologický kód (M-kód) je číselný kód, který identifikuje histologii a morfologii nádoru. Obvykle se skládá ze 4 číslic, které popisují specifickou histologii nádoru. Například M-kód 8140 označuje adenokarcinom.

Umístění nádoru (C-kód) identifikuje místo, kde se nádor nachází v těle. C-kód se skládá z čísla a abecedního kódu, který označuje konkrétní umístění nádoru. Například C50 označuje karcinom prsu.

Celý kód nádorového onemocnění v ICD-O se skládá z kombinace M-kódu a C-kódu. Například kód M-8140/C50 by se používal pro adenokarcinom prsu.

Je důležité poznamenat, že existuje více verzí ICD-O, a každá verze může mít mírně odlišné formáty kódu. Nejnovější verze ICD-O, která je v současné době k dispozici, je ICD-O-3 (třetí vydání). Je však možné, že se v budoucnu objeví aktualizované verze ICD-O. Je proto důležité zajistit použití aktuální verze kódu ICD-O při klasifikaci nádorových onemocnění.

#### 3.1.2 MKN

MKN-10 je Mezinárodní klasifikace nemocí ve své desáté revizi (International Classification of Diseases-10th Revision), která byla vydána Světovou zdravotnickou organizací (WHO). MKN-10 je široce známý systém klasifikace nemocí, včetně nádorových onemocnění, a slouží jako mezinárodně uznávaný standard pro diagnostiku, sledování a statistiku nemocí.

Formát kódu klasifikace je tvořen písmenem, dvěma číslicemi a dalším dělením za tečkou **XXY.Y**. V některých systémech se používá i sub klasifikace.

V oboru klinické onkologie se klasifikují:

- Základní parametry čili vlastnosti zhoubného nádoru;
- topografie nádoru (anatomická lokalizace v organismu);
- morfologie-histologie/cytologie (mikroskopická stavba);

- biologické chování;
- rozsah nádorového postižení.

V klasifikačním systému se následně k položkám přiřazují číselné kódy. Správné kódování je pak důležité zejména pro přenos informací, vzájemnou komunikaci i výzkumnou činnost.

### 3.1.3 Novotvary C00 – D48 dle MKN

Kódování novotvarů podle MKN se řídí specifickými pravidly a strukturou klasifikace.

Kódy C00-C96 jsou přidělovány nádorům, zatímco kódy D00-D48 se týkají nádorových předstupňů, nezhoubných nádorů a nádorů nejisté povahy. Každý kód je tvořen kombinací písmen a čísel, které přesně identifikují typ a umístění nádoru.

Klasifikace novotvarů dle MKN umožňuje shromažďování a analýzu dat o výskytu, epidemiologii, diagnostice a léčbě nádorových onemocnění. Tato klasifikace je významným nástrojem pro výzkum, plánování zdravotní péče, sledování trendů a porovnávání dat o nádorových onemocněních na mezinárodní úrovni.

MKN pro novotvary C00-D48 je pravidelně aktualizován, aby reflektoval nové poznatky v oblasti onkologie a zohledňoval neustále se vyvíjející informace o různých typech nádorů. Tím je zajištěna aktuálnost a relevantnost této klasifikace pro diagnostiku, výzkum a léčbu nádorových onemocnění.

### 3.1.4 TNM klasifikace

Klasifikace TNM je mezinárodně uznávaný systém pro hodnocení rozsahu a pokročilosti nádorových onemocnění. Tento systém se používá k popisu a kategorizaci nádorů na základě tří hlavních faktorů: velikosti primárního nádoru (T), postižení regionálních lymfatických uzlin (N) a přítomnost metastáz (M).

Prvek T (tumor) označuje velikost primárního nádoru a jeho rozsah v okolní tkáni. Kódování T je specifické pro každý konkrétní typ nádoru a zohledňuje jeho charakteristiky a rozsah v dané lokalizaci. Tímto způsobem lze určit, jak hluboko se nádor rozrostl do okolních tkání a jaký je jeho rozsah.

Systém TNM slouží k popisu rozsahu nádoru a určení stadia nemoci. Jednotlivé prvky T, N a M se kombinují do klasifikačního systému, který pomáhá lékařům a onkologům přesně definovat rozsah nádorového onemocnění. Každý typ nádorové lokalizace má svůj vlastní klasifikační systém TNM, který bere v úvahu specifika daného nádoru a jeho chování.

Díky klasifikaci TNM je možné srovnávat a interpretovat informace o nádorových onemocněních mezi různými pacienty, výzkumnými studii a lékařskými zařízeními. Tento systém pomáhá při stanovení správné diagnózy, volbě vhodné léčby a prognóze nemoci. Je důležité si uvědomit, že systém TNM není univerzální a pro každou konkrétní lokalizaci nádoru existuje vlastní klasifikace, která je nejvhodnější pro daný typ nádoru.



**Klinická klasifikace** se určuje dle klinického vyšetření-lékařem a zobrazovacími metodami.

**Patologická klasifikace** se provádí na základě vyšetření nádoru odebraného při operaci nebo pitvě.

Významy kategorií TNM:

- T=primární tumor;
- N=regionální lymfatické uzliny;
- M=vzdálené metastáze.

Kombinace hodnot T/N/M má mnoho možností. Z praktických důvodů se volí další dělení nemocí do čtyř stadií (I. až IV.), kdy stadium 4 zpravidla znamená přítomnost vzdálených metastáz.

U hematologických nádorů se klasifikace TNM nepoužívá, a naopak u některých nádorů se společně nebo vedle TNM klasifikace používají další klasifikace jako *Dukesova klasifikace karcinomu tlustého střeva* nebo *FIGO klasifikace gynekologických nádorů*.

**Diagnostické skupiny** zhoubných novotvarů jsou klasifikovány dle různých kritérií-např. dle orgánu původu, histologického typu, stupně diferenciaci a podobně.

Podle druhu orgánu původu dělíme ZN jak následuje:

- I. NÁDORY HLAVY A KRKU;
- II. NÁDORY TRÁVICÍ TRUBICE A ZAŽÍVACÍCH ORGÁNŮ;
- III. NÁDORY DÝCHACÍ SOUSTAVY A NITROHRUDNÍCH ORGÁNŮ;
- IV. NÁDORY KOSTÍ A MĚKKÝCH TKÁNÍ;
- V. NÁDORY KŮŽE;
- VI. NÁDORY PRSU;
- VII. GYNEKOLOGICKÉ NÁDORY;
- VIII. NÁDORY UROGENITÁLNÍHO SYSTÉMU;
- IX. NÁDORY CENTRÁLNÍ NERVOVÉ SOUSTAVY A OKA;
- X. NÁDORY KREVNÍHO A IMUNITNÍHO SYSTÉMU;
- XI. NÁDORY ŽLÁZ S VNITŘNÍ SEKRECIÍ;
- XII. OSTATNÍ NÁDORY.

## 4 Mastné kyseliny (MK)

Mastné kyseliny jsou základními stavebními kameny tuků, které hrají klíčovou roli v živých organismech. Jsou jedním z nejdůležitějších lipidů, které se podílejí na různých biochemických procesech v těle.

Mastné kyseliny jsou esenciální pro fungování buněk a orgánů, a to jako zdroj energie, tak i jako strukturní složky buněčných membrán. Kromě toho mají mastné kyseliny také regulační úlohu ve vztahu k mnoha biologickým procesům, včetně zánětu, imunitních odpovědí, signalizace a genové exprese.

Mastné kyseliny (MK) jsou chemické sloučeniny s karboxylovou skupinou a se 4-26 uhlíky. Existuje mnoho různých typů mastných kyselin, které se liší délkou řetězce, stupeň nasycenosti (přítomnost jednoduchých nebo dvojných vazeb mezi atomy uhlíku) a těchto vazeb v řetězci.

Mastné kyseliny se obvykle klasifikují podle délky jejich uhlovodíkového řetězce na **krátké řetězce** (s méně než 6 atomů uhlíku), **střední řetězce** (MCT) (6-12 atomů uhlíku), **dlouhé řetězce** (LCT) (13-21 atomů uhlíku) a **velmi dlouhé řetězce** (více než 22 atomů uhlíku). Tato klasifikace pomáhá rozlišovat mezi různými mastnými kyselinami a jejich specifickými vlastnostmi.

Rozdíl mezi LCT a MCT je zejména v rychlosti resorpce a hydrolýzy, kdy MCT se resorbují a hydrolyzují podstatně rychleji. V dietoterapii toto vnímáme jako výhodu.

Omega-3 mastné kyseliny jsou známé svou amfipatickou povahou, která zahrnuje jak hydrofilní tak hydrofobní části. Tato vlastnost jim umožňuje snižovat povrchové napětí vody a působit jako **tenzidy**, což jsou látky s dlouhým nepolárním řetězcem, ke kterému je připojena polární skupina. V přítomnosti tenzidů je možné smísit nepolární skupiny, jako jsou tuky, s polární vodou. Tímto způsobem omega-3 mastné kyseliny mohou být rozptýleny v těle a vstřebány do buněk, kde vykonávají své funkce.

Rozpustnost MK ve vodě klesá s délkou uhlíkového řetězce, volné MK pak ve vodě disociují-molekuly se štěpí na dvě nebo více molekul, iontů nebo radikálů.

### 4.1 Klasifikace MK

Mastné kyseliny se mohou klasifikovat podle několika různých kritérií.

- **Podle délky uhlíkového řetězce:**
  - **SCFA** short chain fatty acid-s krátkým řetězcem 2-4 uhlíkových atomů.  
Acetát, propionát, butyrát=kys. octová, propionová a máselná
  - **MCFA** middle chain fatty acid-se středně dlouhým řetězcem 8-12 uhlíků
  - **LCFA** long chain fatty acid-s dlouhým řetězcem 12+ uhlíkových atomů

- **Podle stupně nasycenosti**
  - **Nasycené**-všechny vazby mezi uhlíky jsou jednoduché
  - **Nenasycené**-obsahují zbytky MK (acyly) a jednu nebo více dvojných vazeb
- **Podle počtu dvojných vazeb**
  - Jedna dvojná vazba: **mononenasycené**, (monoenoová) např. v olivovém oleji
  - Více dvojných vazeb: **polynenasycené** (PUFA)
- **Podle struktury řetězce** na:
  - Lineární
  - Rozvětvené
- **Podle biologické aktivity**
  - Esenciální
  - Neesenciální

## 4.2 Trávení a resorpce tuků

Trávení a resorpce tuků představuje proces, ve kterém jsou tuky rozloženy a absorbovány do těla. Tento proces je zásadní pro získání živin a energie z tuků, které jsou důležitou složkou naší stravy. Trávení a resorpce tuků probíhá následovně:

**Emulzifikace:** Trávení tuků začíná v trávicím traktu, konkrétně ve střevě. Při konzumaci stravy bohaté na tuky, jsou žlučové kyseliny, které jsou produkovány v játrech a ukládány ve žlučníku, uvolněny do střeva. Žlučové kyseliny mají emulgační účinek a rozkládají tuky na menší kapičky, čímž zvětšují jejich povrchovou plochu a usnadňují následný proces trávení. MK s délkou řetězce 12 a více uhlíkových atomů jsou ale v lumen téměř nerozpustné.

**Trávení tuků:** Trávicí enzymy, jako je pankreatická lipáza, jsou uvolněny z pankreatu a štěpí tuky na glycerol a mastné kyseliny. Tento proces probíhá v tenkém střevě. Enzym lipáza štěpí tuky ve vodném prostředí na povrchu emulgovaných tukových kapek.

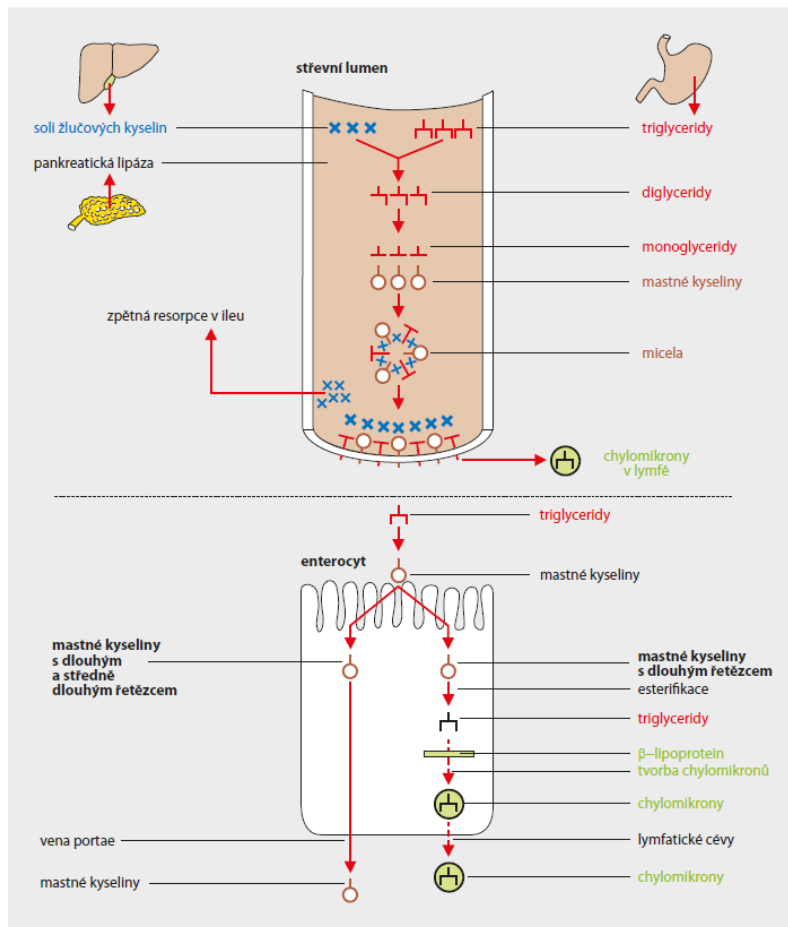
**Resorpce tuků:** Po trávení se glycerol a mastné kyseliny vstřebávají z tenkého střeva do krevního řečiště. Mastné kyseliny se transportují ve formě **micel**, což jsou agregáty tukových molekul obklopené žlučovými kyselinami, fosfolipidy a dalšími látkami. Micely pomáhají mastným kyselinám a glycerolu překonat hydrofobní povahu tuků a být absorbovány střevními buňkami. Začínají se tvořit při tzv. **kritické micelární koncentraci**, tedy v okamžiku, kdy soli ŽK za přítomnosti monoglyceridů přestoupí kritickou koncentraci.

Tento děj se liší s ohledem na pH, teplotu a koncentraci jiných lipidů v systému. Významné je pak zvláště pH střevního obsahu, kdy schopnost tvořit micely se snižuje při nižším pH. Následně může být porušena resorpce tuků, což může vést například ke steatoree.

Micely následně vstupují do buněk střevní sliznice, zatímco soli žlučových kyselin zůstávají ve střevním lumen. Navázáním na vazebný protein **FABP** (Fatty Acid Binding Protein) následně dochází k transportu ve vodě nerozpustných lipidů. FABP vykazuje vyšší afinitu k

nenasyceným mastným kyselinám než k nasyceným mastným kyselinám. Nicméně, středně dlouhé mastné kyseliny se na tento transportní protein vůbec neváží.

**Obrázek 2:** Schématické trávení tuků. Tvorba micel, resorpce tuků a průnik mastných kyselin buňkou sliznice



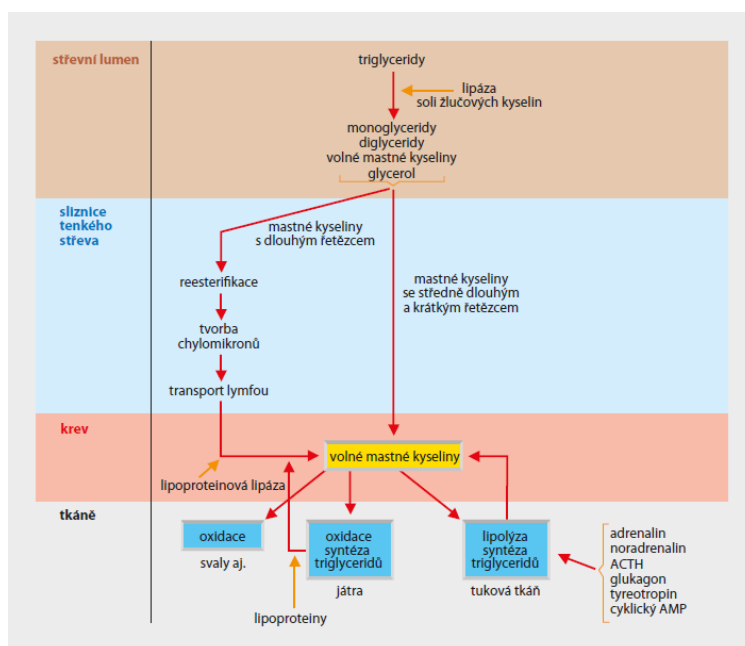
*Zdroj: Kasper (2015)*

**Tvorba tukových částic:** Po resorpci jsou mastné kyseliny a glycerol v tenkém střevě opět spojeny do tukových částic nazývaných **chylomikrony**. Chylomikrony jsou velké lipoproteinové části, které obsahují tuky a jsou obalené bílkovinami. Průchod MK buňkou je závislý na délce řetězce. U MK s délkou řetězce 10 uhlíkových atomů a více (LCT), dochází následně k **reesterifikaci** na TCA. Ty se ve formě chylomikronů na bazální straně buněk odvádějí do lymfy (obrázek 2).

MK se středně dlouhým řetězcem prostupují ale buňkou beze změny a bazální stranou pak prochází do portální krve.

V tenkém střevě se působením žluči a pankreatických šťáv triacylglyceroly (TCA) hydrolyzují a výsledné produkty se resorbují střevní sliznicí (obrázek 3).

**Obrázek 3:** Schematické znázornění trávení tuků, resorpce tuků, lipolýzy a lipogeneze v tukové tkáni, syntézy triglyceridů v játrech a oxidace mastných kyselin



Zdroj: Kasper (2015)

### 4.3 PUFA polynenasycené MK

Polynenasycené mastné kyseliny jsou zvláštní typ mastných kyselin, které mají více než jednu dvojnou vazbu v jejich uhlovodíkovém řetězci. Polynenasycené mastné kyseliny mají významný vliv na lidské zdraví a jsou nezbytné pro správné fungování organismu.

Rovněž mají různorodé biologické funkce, včetně podpory zdravého srdečně-cévního systému, snižování zánětu, posilování imunitního systému a podporu správné funkce mozku. Jejich význam a dopad na lidské zdraví jsou stále předmětem výzkumu a studií.

Polynenasycené mastné kyseliny (Polyunsaturated fatty acid-PUFA) se dále dělí podle polohy poslední dvojně vazby:

- Omega 3 MK - kys.  $\alpha$ -linolenová, eikosapentaenová (EPA), dokosahexaenová (DHA)
- Omega 6 MK- kys. linolová, která se následně konvertuje na kys. arachidonovou

*Označení omega počítá uhlíky od opačného konce molekuly, než je skupina-COOH.*

Omega 3 mastné kyseliny jsou spolu s omega 6 MK biologicky nejvýznamnější polyenové mastné kyseliny. Mají první dvojnou vazbu na třetím, respektive na šestém uhlíkovém atomu (počítáno od CH<sub>3</sub>-konce molekuly). Proto je označujeme jako **omega 3** (n-3,  $\omega$ -3) nebo **omega 6** (n-6,  $\omega$ -6) mastné kyseliny.

### 4.3.1 Omega polynenasycené MK a zánětlivé procesy

Omega-3 a omega-6 polynenasycené mastné kyseliny jsou signální molekuly regulující zánětlivé signální kaskády a mající významný vliv na zánětlivé procesy v těle. Jejich příjem je důležitý pro udržení rovnováhy a prevenci chronických zánětlivých stavů.

Omega-3 mastné kyseliny, zejména kyselina eikosapentaenová (EPA) a kyselina dokosahexaenová (DHA), mají protizánětlivé účinky. Tyto mastné kyseliny jsou prekurzory pro tvorbu protizánětlivých mediátorů, které mají potlačující účinky na zánětlivé procesy v těle. Působí tak, že snižují produkci zánětlivých cytokinů a chemokinů. Pomáhají také snižovat příznaky zánětlivých onemocnění, jako je revmatoidní artritida, zánětlivé střevní choroby a astma. Pravidelný příjem omega-3 mastných kyselin může pomoci snížení zánětlivého stavu v těle a zlepšení celkového zdraví.

Byly prokázány účinky  $\omega$ -3 MK na funkční reakce různých typů buněk, zapojených do zánětu a na produkci řady chemických mediátorů. Výsledky Calderovy studie (2006) naznačují, že mohou pozitivně ovlivňovat průběh zánětu a potlačit zánětlivé procesy v těle.

Zástupce této skupiny-kyselinu **eikosapentaenovou** (EPA) a kyselinu **dokosahexaenovou** (DHA) nalezneme převážně v tučných rybách (viz *potravinové zdroje omega 3 MK*).

Všechny  $\omega$ -3 MK se vyznačují dvojnou vazbou na 3. uhlíku. Nejjednodušší  $\omega$ -3 MK je **kyselina  $\alpha$ -linolenová** (18:3n-3), která se syntetizuje z n-6 MK kyseliny linolové (18:2n-6), a to desaturací katalyzovanou enzymem  $\delta$ -6 desaturázou. Člověk ale tento enzym nemá, a proto nemůže kyselinu  $\alpha$ -linolenovou syntetizovat, ale může ji metabolizovat další desaturací, probíhající hlavně v játrech a elongací.

Kyselina  $\alpha$ -linolenová tak může být přeměněna na kyselinu *stearidonovou* (18:4n-3) a to pomocí delta-6 desaturázy. Ta je následně prodloužena na kyselinu *eikosatetraenovou* (20:4n-3), která může být dále desaturovaná pomocí delta-5 desaturázy na kyselinu *eikosapentaenovou* (20:5n-3; EPA).

Je namístě opět připomenout, že přeměna kys. $\alpha$ -linolenové na EPA konkuruje přeměně kyseliny linolové na arachidonovou (20:4n-6), a to díky tomu, že používají stejné enzymy (COX). Preferovaným substrátem pro  $\delta$ -6 desaturázu je kyselina  $\alpha$ -linolenová, záleží ale na nabídce substrátů, kdy kyselina linolová je ale v lidské stravě zastoupena častěji a metabolismus n-6 MK je kvantitativně důležitější (obrázek 4).

Důležitá je rovněž regulace aktivity desaturáz a to zejména:

- Stavem výživy;
- Zpětnou inhibicí koncovými produkty;
- Hormony.

### 4.3.2 $\omega$ -3 MK a chemotaxe leukocytů

Omega-3 mastné kyseliny, jako je kyselina eikosapentaenová (EPA) a kyselina dokosaheptaenová (DHA), mají schopnost ovlivňovat různé aspekty imunitního systému, včetně migrace a chemotaxe leukocytů.

**Chemotaxe** leukocytů je proces, při kterém se leukocyty (bílé krvinky) pohybují směrem k zánětlivému nebo infekčnímu místu v těle na základě chemických signálů produkovaných buněk v dané oblasti. Tento proces je důležitý pro imunitní reakci a obranu organismu.

Má se za to, že omega-3 mastné kyseliny mohou ovlivnit chemotaxi leukocytů tím, že upravují produkci a uvolňování chemotaktických látek a receptorů na povrchu leukocytů. Například EPA a DHA mohou snižovat produkci zánětlivých mediátorů, jako je leukotrien B4 (LTB4), který je silným chemotaktickým faktorem pro leukocyty.

Tento vliv omega-3 mastných kyselin na chemotaxi leukocytů je důležitý, protože nadměrná migrace leukocytů do zánětlivých oblastí může vést k chronickému zánětu a poškození tkání. Snížená chemotaxe leukocytů může napomoci ke snížení nadměrného zánětlivého stavu v těle. Řada autorů ve svých studiích (Lee et al., 1985; Enders et al., 1989; Sperling et al., 1993; Schmidt et al., 1989; Luostarinen et al., 1992) poukazuje na fakt, že suplementace rybího oleje u zdravých lidí prokázaly snížení chemotaxe neutrofilů a monocytů vůči těmto chemoatraktantům.

Bylo použito 3 až 15 g EPA+DHA denně, ačkoliv Schmidt *et al.* (1991) ve své studii naznačují, že maximální inhibice chemotaxe nastává při příjmu 3 g EPA+DHA denně. Mechanismus inhibice chemotaxe u  $\omega$ -3 MK není zatím zcela jasný, má se za to, že souvisí se sníženou expresí či antagonismem receptorů pro chemoatraktanty.

Leukocyty interagují v krevním řečišti se stěnou endotelu pomocí interakce ligandových párů. Tyto ligandy jsou tvořeny adhezními molekulami na povrchu leukocytů a endotelu.

Kolektiv autorů De Caterina et al. (1994), Collie-Duguid & Wahle (1996), Hughes et al. (1996 a), a Yamada et al. (2008) upozorňují na sníženou expresi adhezních molekul po expozici  $\omega$ -3 MK. EPA i DHA snižovaly adhezivní interakci mezi monocyty a jednotlivými vrstvami endoteliálních buněk (Yates et al., 2009; Yates et al., 2011). V případě, že byla strava u zdravých lidí doplněna min. 1,5 g EPA+DHA denně, došlo ke snížení hladiny expresní molekuly ICAM-1 na povrchu krevních monocytů (*ex vivo*) (Hughes et al., 1996 b). Doplnění stravy u pacientů s cévním onemocněním o 1,8 g EPA+DHA denně snížilo adhezivní interakci monocytů s endotelem (Luu et al., 2007).

### 4.3.3 Eikosanoidy

Z polynenasycených MK s délkou řetězce 20 uhlíkových atomů a více se tvoří látky podobné hormonům, tzv. **EIKOSANOIDY** (20=eikos).

Eikosanoidy jsou skupina bioaktivních látek odvozených z mastných kyselin s 20 uhlíkovými atomy. Tyto látky hrají důležitou roli v regulaci zánětlivých reakcí, imunitních reakcí a dalších fyziologických procesů v těle. Nejznámějšími eikosanoidy jsou **prostaglandiny**, **leukotrieny** a **tromboxany**.

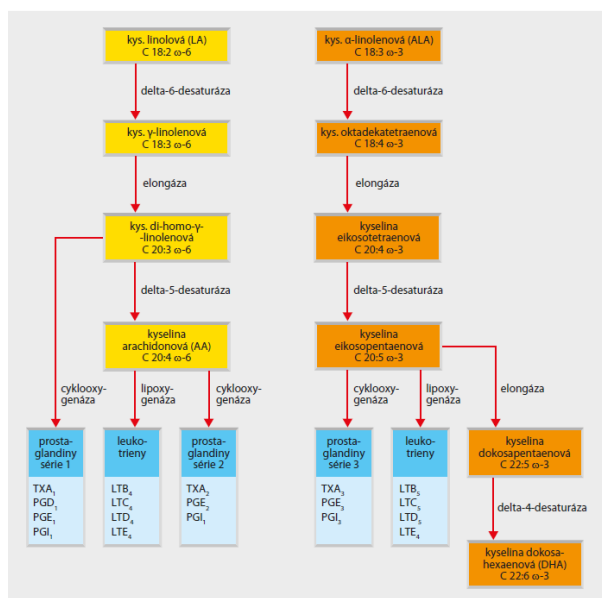
Eikosanoidy jsou tedy oxygenované deriváty kyseliny arachidonové a eikosapentaenové a jsou považovány za klíčové mediátory a regulátory zánětu (Leis et al.,1990; Tilley et al.,2001; Kroetz, 2002), které působí prostřednictvím specifických receptorů (spřaženými s G proteinem).

Tyto polynenasycené MK náš organismus neumí syntetizovat, a proto jsou **esenciální**. Nejčastější 20 -uhlíkovou PUFA je v membránách makrofágů, neutrofilů a lymfocytu kyselina **arachidonová**. Ta se z fosfolipidových membrán uvolňuje působením fosfolipidáz, aktivovanými zánětlivými procesy. Volná kyselina arachidonová pak působí jako substrát pro coxygenázu (COX), lipogenázu (LOX) nebo cytochrom P450.

**Omega-6 MK** se přijímají potravou převážně ve formě kyseliny linolové (C18:2,  $\omega$ -6). V organismu pak dochází k prodloužení řetězce a vzniká kys. di-homo- $\gamma$ -linolenová a kys. arachidonová.

Další výchozí látkou pro tvorbu eikosanoidů je kys. eikosapentaenová a její prekurzor kys.  $\alpha$ -linolenová.

**Obrázek 4:** Syntéza  $\omega$ -3 a  $\omega$ -6 MK



*Zdroj: Kasper (2015)*

Prekurzory eikosanoidů se nacházejí v odlišných koncentracích v lipidech buněčných membrán a jsou uvolňovány pomocí speciálních stimulů pro biosyntézu eikosanoidů. Působením enzymu cyklooxygenázy (COX) vznikají z těchto prekurzorů prostaglandiny a tromboxany, přičemž působením lipoxygenázy vznikají leukotrieny. Tato tvorba eikosanoidů je možná jak z omega-



3 ( $\omega$ -3), tak omega-6 ( $\omega$ -6) mastných kyselin, a množství eikosanoidů je ovlivněno aktuální nabídkou mastných kyselin.

Cyklooxygenáza existuje v našem organismu ve více formách. Zatímco COX1 je přítomna v relativně stabilní koncentraci, COX2 je téměř nezjistitelná ve zdravé tkáni, nicméně, její koncentrace významně stoupá při poškození a zejména v zánětlivé tkáni, kde vytváří vysokou koncentraci eikosanoidů. Terapeutických účinků můžeme dosáhnout změnou poměru příjmu omega-3 a omega-6 mastných kyselin.

Biologický poločas rozpadu prostaglandinů a leukotrienů v organismu je velmi krátký a tyto látky mizí během několika minut. Fyziologické funkce těchto eikosanoidů jsou ale mnohostranné. Například tromboxany a prostacykliny ovlivňující funkci trombocytů a mají vliv na krevní srážlivost, zatímco prostacykliny regulují protitrombotické a protizánětlivé procesy.

Prostaglandiny působí na funkci hladkého svalstva a mají regulační vliv na žláзовou sekreci, zejména v žaludku a střevech. Například prostaglandin E způsobuje relaxaci střev, současně prostaglandin F kontrakci svaloviny střevní stěny. Tyto látky také hrají roli při zánětlivých reakcích tkání.

Jednotlivé eikosanoidy mohou mít protichůdné účinky. Rozdílným poměrem prekurzorů tak můžeme ovlivňovat jak množství, tak jejich poměr. Zvýšenou nabídku substrátů ovlivňuje i fakt, že prekurzory prostaglandinů série 2. a 3. - kyselina arachidonová a kyselina eikosapentaenová-spolu kompetují o enzym COX.

Nabízí se zde možnost dieteticky ovlivňovat funkce řízené eikosanoidy. Terapeuticky tak lze ovlivnit onemocnění jako:

- Hypertenze;
- Chronická zánětlivá onemocnění;
- Aterosklerotické onemocnění cév;
- Poruchy tukového metabolismu;
- Alergická onemocnění.

#### **4.3.4 Studie zabývající se dopady stravy obohacené omega 3 MK**

Studie prováděné na zvířatech (Chapkin et al.,1991; Yaqoob, &Calder,1995; Peterson et al.,1998) prokázaly, že produkce eikosanoidů vzniklých z kyseliny arachidonové se sníží, pokud budeme doplňovat stravu EPA a DHA.

Poměrně velký počet výzkumů s lidskými dobrovolníky (Lee et al.,1985; Enders et al.,1989; Sperling et al., 1993; Meydani et al., 1991; Von Schacky et al., 1993; Caughey et al., 1996) popisuje snížení produkce zánětlivých prostaglandinů (PGE2) po navýšení doplňků stravy s rybím olejem  $\omega$ -3 MK po dobu několika týdnů až měsíců.

U pacientů s revmatoidní artritidou a idiopatickými střevními záněty pak řada studií (Kremer et al., 1985, 1987; Cleland et al., 2006; Tulleken et al., 1990; Mccall et al., 1989; Hawtorne et

al., 1992; Stenwon et al., 1992; shimizu et al., 2003) upozorňuje na podobné účinky  $\omega$ -3 MK obsažených v rybím tuku.

Tyto studie k prokázání snížení eikosanoidů, odvozených z kyseliny arachidonové, používaly poměrně vysoké denní dávky EPA+DHA, zpravidla několik gramů.

Black *et al.* (1997) ve své práci poukazuje na protizánětlivé účinky u pacientů s astmatem zejména snížením produkce leukotrienu LT-4 a chemotaxe leukocytů. Nicméně randomizovaná studie suplementace rybího oleje u dospělých astmatiků nezaznamenaly přínos (Calder, 2006).

Reeds *et al.* (2006) poukázali na to, že u zdravých lidí dávka 1,35 g EPA denně, suplementována po dobu tří měsíců, nestačila k ovlivnění produkce zánětlivých prostaglandinů (PGE<sub>2</sub>), zatímco příjem 2,7 g EPA denně jejich produkci zásadně snižuje. **Z této studie se vyvozuje doporučené množství suplementace EPA mezi 1,35 a 2,7 g denně.**

Z makrofágů myši krmených rybím tukem (Chapkin et al., 1991) a z neutrofilů lidí užívajících minimálně 3 týdny doplňky stravy obsahující  $\omega$ -3 MK (Lee et al., 1985; Enders et al., 1989; Sperling et al., 1993), byla prokázána zvýšená tvorba leukotrienů 5. řady (*pozn.*: bioaktivní látky v těle, které jsou odvozeny z kyseliny arachidonové a jsou produktem enzymatického působení lipoxygenázy. Jsou spojeny s různými patologickými stavy, jako je astma, alergie, zánětlivá onemocnění střev a KVO onemocnění.).

Mediátory odvozené z EPA jsou mnohem méně biologicky aktivní než mediátory odvozené z kyseliny arachidonové (Lee et al., 1984; Goldman et al., 1983; Bagga et al., 2003). Tato snížená aktivita je způsobena zejména nižší afinitou eikosanoidových receptorů k mediátorům z EPA než k mediátorům z kyseliny arachidonové. Wada *et al.* (2003) ve své práci uvádějí, že účinnost PGE<sub>3</sub> vůči PGE<sub>2</sub> může být až o 50-80 % nižší k prostaglandinovým receptorům.

Dotací EPA se tedy docílí snížení produkce silných eikosanoidů z kyseliny arachidonové a zvýšení produkce eikosanoidů z EPA.

#### **4.3.5 Zánětlivé cytokiny a PUFA**

Zánětlivé cytokiny a PUFA jsou spojeny v odpovědi imunitního a zánětlivého procesu. PUFA, zejména omega-3 mastné kyseliny, mají schopnost ovlivňovat produkci a regulaci zánětlivých cytokinů.

Zánětlivé cytokiny jsou proteiny, které se podílejí na imunitní odpovědi a zánětlivých procesech v těle. Patří sem například interleukiny, tumor nekrotizující faktor (TNF) nebo interferony. Tyto cytokiny jsou produkovány různými buňkami imunitního systému a mohou být uvolňovány během infekce, zranění nebo jiných zánětlivých stavů.

Studie prokázaly (De Caterina et al., 1994; Khalifoun et al., 1997), že EPA a DHA inhibují endotoxinem stimulovanou produkci prozánětlivých interleukinů IL-6 a IL-8 a produkci TNF- $\alpha$  (Lo et al., 1999; Babcock et al., 2002; Novak et al., 2003; Zhao et al., 2004).

Firmy prodávající doplňky stravy s rybím olejem ve svých studiích uvádějí, že došlo ke snížení produkce TNF- $\alpha$  a IL-6 endotoxinem stimulovaným monocyty (Enders et al., 1989; Meydani et al., 1991; Caughey et al., 1996), na druhou stranu některé ze studií tento účinek popírají (Calder, 2006). U studií neprokazující účinek  $\omega$ -3 MK na produkci cytokinů byla poskytnuta dávka 2 g EPA+DHA denně, což se může chápat jako nedostatečné.

Espersen *et al.* (1992) poukazují na to, že u pacientů s revmatoidní artritidou vedla suplementace rybím tukem ke snížení produkce interleukinu IL-1 monocyty, snížení plazmatických koncentrací IL-1b (Kolahi et al., 2009) a snížení sérových koncentrací TNF- $\alpha$  (Thies et al., 2001).

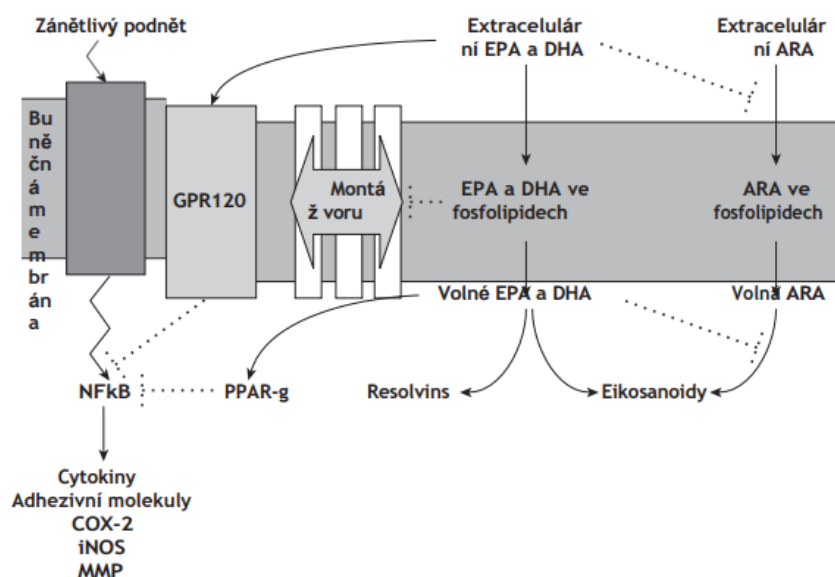
Lze tedy říct, že  $\omega$ -3 MK mají řadu protizánětlivých účinků, zejména pak snížení produkce eikosanoidů z kyseliny arachidonové a zvýšení produkce protizánětlivých a záněty tlumících rezolvinů z EPA a DHA. (*pozn.*: rezolviny jsou typy bioaktivních sloučenin, které vznikají z omega-3 mastných kyselin, zejména z kyseliny eikosapentaenové (EPA) a kyseliny dokosahexaenové (DHA). Jsou to lipidové mediátory, které mají schopnost regulovat a řídit zánětlivé procesy v těle)

#### **4.3.6 Funkční účinky $\omega$ -MK**

PUFA jsou klíčovými strukturami a funkčními složkami fosfolipidů buněčných membrán. Při zánětu pak tyto fosfolipidy obsahují velké množství kyseliny arachidonové a málo EPA a DHA.

Suplementace EPA a DHA vede ke kumulaci těchto  $\omega$ -3 MK v buňkách. Některé studie ukazují, že inkorporace  $\omega$ -3 MK do zánětlivých buněk začíná během několika dnů a vrcholu dosáhne až po suplementaci po dobu několika týdnů (Reeds et al, 2006; Thies et al., 2001), jiné pak, že inkorporace EPA a DHA a současný pokles ARA probíhá v závislosti na dávce (Healy et al., 2000) (Obrázek 5).

Obrázek 5: Schéma protizánětlivých účinků  $\omega$ -3 MK



Zdroj: Kasper(2015)

Omega-3 mastné kyseliny mají různé funkční účinky na lidský organismus. Výše uvedené můžeme shrnout následovně:

- **Protizánětlivé účinky:** Omega-3 mastné kyseliny, zejména kyselina eikosapentaenová (EPA) a kyselina dokosahexaenová (DHA), mají schopnost snižovat zánětlivé procesy v těle. Působí tak, že ovlivňují produkci zánětlivých mediátorů, jako jsou cytokiny a chemokiny, a podporují produkci protizánětlivých látek.
- **Zdraví srdce a cév:** Omega-3 mastné kyseliny mohou pomáhat snižovat hladinu triglyceridů v krvi, zlepšovat pružnost cév, regulovat krevní tlak a snižovat riziko srdečně-cévních chorob, jako je srdeční infarkt a mrtvice.
- **Podpora funkce mozku a nervového systému:** DHA, která je přítomná v omega-3 mastných kyselinách, je důležitá pro zdravý vývoj mozku a nervového systému. U dospělých může omega-3 přispívat k udržení normální funkce mozku a snižovat riziko neurodegenerativních onemocnění, jako je Alzheimerova choroba.
- **Nálada a duševní zdraví:** studie naznačují, že omega-3 mastné kyseliny mohou mít pozitivní vliv na duševní zdraví a zlepšení nálady. Mohou pomáhat snižovat příznaky depresivních poruch a úzkostí.
- **Ovlivnění zánětlivých onemocnění:** Omega-3 mastné kyseliny mohou mít příznivé účinky u některých zánětlivých onemocnění, jako je revmatoidní artritida, střevní lupus nebo zánětlivá onemocnění.

## 5 Hlavní potravní zdroje $\omega$ -MK

Polynenasycené mastné kyseliny jsou klíčovou součástí lidské stravy a pro naše tělo jsou nezbytné. Jsou považovány za esenciální, což znamená, že je musíme získat z potravy. Obsah polynenasycených mastných kyselin, zejména kyseliny arachidonové (ARA), eikosapentaenové (EPA) a dokosaheptaenové (DHA), je důležitý pro náš organismus.

Mastné kyseliny  $\omega$ -6 podporují tvorbu zánětlivých cytokinů, zatímco mastné kyseliny  $\omega$ -3 vytvářejí neutrální nebo protizánětlivé signální molekuly. Je proto klíčové udržovat rovnováhu mezi těmito dvěma typy mastných kyselin v naší stravě, aby se dosáhlo požadovaných fyziologických účinků.

Dostupnost potravin obsahujících mastné kyseliny  $\omega$ -6 je obecně vyšší, zejména v rostlinných zdrojích, nicméně, v důsledku vyšší konzumace průmyslově zpracovaných potravin, dochází k nerovnováze mezi mastnými kyselinami  $\omega$ -6 a  $\omega$ -3, která může být příliš vychýlena směrem k  $\omega$ -6 v poměru až 1:15-20 (Harwood J.L., 2019, 708).

Pro získání adekvátního poměru  $\omega$ -6:  $\omega$ -3 je hlavní výběr zdrojů pro produkci lipidů. Přesný poměr nebyl dosud jednoznačně definován, nicméně studie odhadují poměr  $\omega$ -6:  $\omega$ -3 1-4:1 (Simopolous, 2002; Molendi-Coste et al., 2010).

Simopolous (2002) ve své studii rovněž uvádí, že poměr 4:1 souvisí se zlepšením sekundární prevence, zatímco poměr 2,5:1 by pravděpodobně redukoval proliferaci střevních buněk u pacientů s KRK.

Nutriční zdroje  $\omega$ -3 MK pro člověka jsou zejména mořského původu – ryby a řasy. American Heart society (AHA) doporučila běžné populaci konzumaci ryb (125 g) alespoň dvakrát týdně a doporučila příjem 1 g EPA a DHA z ryb nebo rybích olejů pro pacienty s KVO a 2-4 g pro pacienty s vysokou hladinou TCA v krvi (AHA journal, Vol.23,2003, dostupné na: [www.ahajournal.org](http://www.ahajournal.org)). WHO rovněž doporučuje konzumaci ryb v počtu 1-2 ryby týdně jako prevenci kardiovaskulárního onemocnění.

Kromě mořských zdrojů jsou také dostupné rostlinné zdroje omega-3 mastných kyselin, zejména ve formě alfa-linolenové kyseliny (ALA). Některé rostliny jsou schopny produkovat ALA, která se v těle může přeměnit na eikosapentaenovou kyselinu (EPA) a dokosaheptaenovou kyselinu (DHA), i když v menším množství než mořské zdroje. Zejména se jedná o ořechy a semínka.

## 5.1 Přehled 5 nejvýznamnějších potravinových zdrojů $\omega$ -3 MK

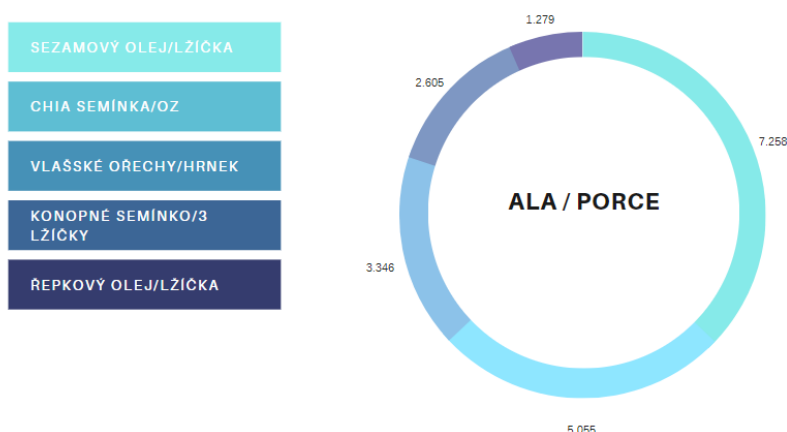
Podle národní databáze živin Ministerstva zemědělství (USDA) jsou nejbohatším zdrojem  $\omega$ -3 MK mořské plody. Zejména losos, atlantská makrela, sled' tichomořský, sobolec, tuňák či pstruh.

Zahrnutí ryb do pravidelného stravování je důležitou součástí zdravého a vyváženého jídelníčku. Nicméně mnozí lidé se mohou potýkat s různými problémy, jako jsou chuťové preference nebo alergie, které jim brání v konzumaci ryb. V takových případech mohou být vhodným řešením rafinované doplňky stravy nebo volit či alternativní zdroje.

### 5.1.1 Kyselina $\alpha$ -linolová (ALA)

Mezi nejvýznamnější potravinové zdroje kyseliny alfa-linolenové patří sezamový olej, chia semínka, vlašské ořechy, konopné semínko a řepkový olej. Přidávání těchto potravin do stravy může pomoci zajistit dostatečný příjem ALA. Je důležité si uvědomit, že ALA je prekurzorem pro tvorbu dalších omega-3 mastných kyselin, jako je EPA a DHA, které jsou přítomny především v mořských rybách.

**Graf 11:** Přehled nejvýznamnějších potravinových zdrojů ALA



### 5.1.2 Kyselina dokosahexaenová (DHA)

DHA je hojně zastoupena v tučných rybách jako losos, makrela nebo sled'. Mezi další zdroje patří krill, vaječný žloutek nebo řasy jako chlorela a spirulina.

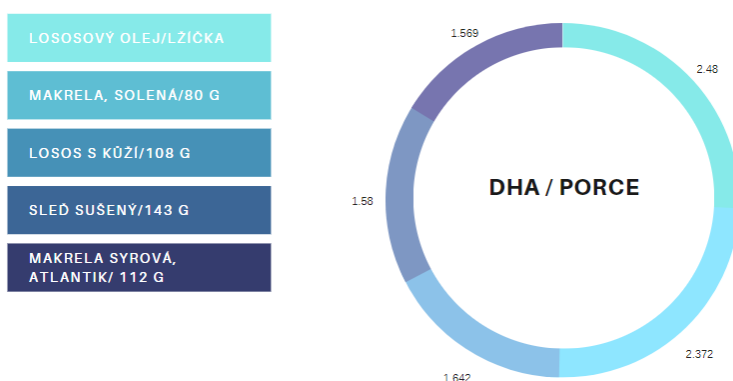
Zvláště bohaté na DHA je například i tulení maso. Před vlivem západní civilizace konzumovali Inuité, původní obyvatelé Grónska, přibližně 400 g tuleního masa každý den, tedy přibližně 1,7 až 4 g DHA denně. (Bang et al., 1980). Z etických důvodů a s ohledem na fakt, že tulení bývají ohroženým druhem se toto maso v běžné západní populaci naštěstí téměř nekonzumuje.

Tato mastná kyselina je klíčová pro správný vývoj mozku, zraku a nervového systému. Hraje také důležitou roli v udržování zdravé funkce srdce a cév, snižování zánětlivých procesů v těle

a podporuje celkovou pohodu a vitalitu. DHA je často doporučována těhotným ženám a kojícím matkám, protože je důležitá pro správný vývoj mozku a očí plodu.

Je důležité zahrnout potraviny bohaté na DHA do vyvážené stravy, zejména pro ty, kteří se neživí rybami nebo mají omezený přístup k mořským produktům. V případě nedostatečného příjmu DHA z potravy lze také uvažovat o doplňcích stravy obsahujících tuto důležitou mastnou kyselinu.

**Graf 12:** Přehled nejvýznamnějších potravinových zdrojů DHA

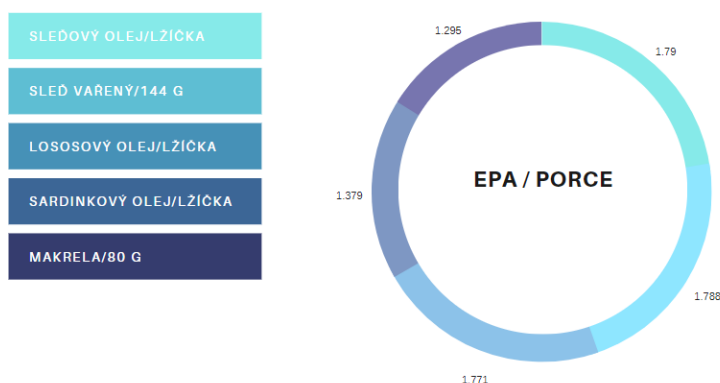


### 5.1.3 Kyselina eikosapentaenová (EPA)

Významnými potravinovými zdroji EPA jsou opět tučné ryby jako sled', losos nebo sardinka. Dalšími zdroji pak tuňák, ančovičky nebo krill.

EPA je známá svými protizánětlivými vlastnostmi, což je důležité pro udržování rovnováhy v těle a prevenci chronických zánětlivých onemocnění. EPA také přispívá k udržení zdravého srdečně-cévního systému, snižuje riziko srdečních chorob a může mít pozitivní vliv na krevní tlak a hladinu triglyceridů v krvi.

**Graf 13:** Přehled nejvýznamnějších potravinových zdrojů EPA



### 5.1.4 Alternativní rostlinné zdroje $\omega$ -3 MK

Salem & Eggersdorfer (2015,147-154) ve své práci uvádí, že pokud by se respektovaly požadavky celé populace na příjem omega 3 MK, pak by současná dostupnost mořských ryb byla nedostatečná.

S rostoucí poptávkou po mořských rybách došlo k rozvoji systematického chovu ryb. Nicméně vzniká paradox, protože pro chov druhů ryb bohatých na omega-3 mastné kyseliny je nezbytné mít zdroje rybí moučky, která je bohatá na polynenasycené mastné kyseliny (PUFA). Tyto zdroje se ale získávají převážně opět z mořského rybolovu.

Nárůst poptávky po přírodních potravinových zdrojích PUFA naznačuje, že současné zdroje výživových látek nebudou dostačující pro dodržení doporučeného příjmu omega-3 mastných kyselin (Givens & Gibbs, 2008).

#### 5.1.4.1 Řasy a mikrořasy

Řasy jsou tradičně využívány v tradiční kuchyni a lidovém léčitelství od nepaměti.

Některé mořské řasy jsou bohaté na  $\omega$ -3 MK. S vyšším obsahem  $\omega$ -3 Mk jsou uváděny *Analipus japonicus* (2,6-3,5 mg/g sušiny), *Sargassum thunbergii* 9-10 mg/g sušiny) a *Champia parvula* (3,3 mg/g sušiny) (Bocanegra, 2021). Nejvyšší obsah  $\omega$ -3 MK byl zaznamenán u *Bornetia Secundiflora* s vzorným poměrem  $\omega$ -6:  $\omega$ -3 **0,29**.

Komerčně se využívá olej z *Cryptocodinium cohnii* a *Schizocytrium* a to především pro fortifikaci kojenecké výživy.

V současné době je zaznamenán nárůst zájmu pěstování řas v heterogenních podmínkách s využitím biofermentačních systémů pro růst hub (Byreddy,2016)

**Mikrořasy** jsou jedním z dalších potenciálních zdrojů omega-3 mastných kyselin. Obsahují vysoké množství rostlinných omega-3 mastných kyselin, zejména kyselinu alfa-linolenovou (ALA). Jsou to malé jednobuněčné organismy, které se vyskytují ve vodním prostředí. Mohou být kultivovány v nádržích nebo oceánech za účelem získávání omega-3 mastných kyselin.

Některé mikrořasy, jako například rody *Nannochloropsis*, *Isochrysis*, nebo *Phaeodactylum*, jsou známé svým vysokým obsahem omega-3 druhy mastných kyselin.

Mikrořasy mohou být zpracovány na potravinové doplňky ve formě oleje, prášku nebo kapslí, které poskytují koncentrovaný zdroj omega-3 mastných kyselin.

V porovnání s tradičními zdroji omega-3 mastných kyselin, jako jsou ryby a mořské plody, mají mikrořasy několik výhod. Patří mezi ně absence kontaminantů a těžkých kovů, udržitelnost a možnost pěstování v kontrolovaném prostředí. Navíc jsou mikrořasy vhodnou volbou pro vegetariány a vegany, kteří se snaží získat omega-3 mastné kyseliny z rostlinných zdrojů. V současnosti poptávka po řase coby atraktivní potravině stále roste (Alfonso,2019).



Je ale na místě si připomenout, že dostupnost a použitelnost mikrořas jako zdroje omega-3 mastných kyselin se stále rozvíjí a jejich komerční využití není tak rozšířené jako u tradičních zdrojů.

#### **5.1.4.2 Mikroorganismy**

Alternativu k mikrořasám představují upravené kvasinky obsahující EPA (Xie, 2015). Kvasinky bohaté na eikosapentaenovou kyselinu (EPA) jsou mikroorganismy, které byly geneticky upraveny pro zvýšení produkce této omega-3 mastné kyseliny. Tato genetická modifikace umožňuje kvasinkám syntetizovat a hromadit EPA ve vysokých sběrech.

Takto upravené kvasinky poskytují alternativní zdroj EPA, který není závislý na tradičním mořském rybolovu. To je důležité z hlediska ochrany životního prostředí, protože nadměrný rybolov se vyčerpává a může mít negativní dopady na mořské ekosystémy.

#### **5.1.4.3 Rostliny bohaté na $\omega$ -3**

Goyal, Upadhyal&Gill (2014) ve své práci uvádí, že lněná semena mají vysokou koncentraci ALA s celkovým procentem mastných kyselin 39-60 %. Další rostlinou bohatou na ALA jsou chia semínka. Ta mohou obsahovat až 64 % ALA z celkových mastných kyselin. Dle americké společnosti FDA získala chia semínka status bezpečné potravině označené jako GRAS (Generally Recognized as Safe).

Další rostliny se zvýšenou hladinou ALA jsou konopná semena, rakytník, lnička setá, řeřicha zahradní, bazalka, či Sacha inchi.

**Tabulka 2:** Koncentrace  $\omega$ -3 MK v rostlinných zdrojích

Food	18:2 n-6 (LA)	18:3 n-3 (ALA)	18:3 n-6 GLA	18:4 n-3 SDA	20:4 n-6 AA	20:5 n-3 EPA	22:6 n-3 DHA
Almond	12.3	0.003	0	0	0	0	0
Brazil nut	23.9	0.018	0.018	0	0	0	0
Canola oil	18.6	9.14	0	0	0	0	0
Cashew nut	7.78	0.062	NA	0	0	0	0
Chestnut	0.78	0.093	NA	0	0	0	0
Chia seed	5.84	17.8	NA	0	NA	0	0
Coconut oil	1.68	0.019	0	0	0	0	0
Extra virgin Olive oil	8.4	0.65	NA	NA	0	NA	NA
Flaxseed	5.26	19.4	NA	0	NA	0	0
Flaxseed oil	14.2	53.4	0	0	0.015	0	0
hemp seed	27.4	8.68	1.34	0.617	NA	NA	NA
Irish moss	NA	NA	NA	0	NA	0.046	0
Kelp	NA	NA	NA	0.004	NA	0.004	0
Macadamia nut	1.3	0.21	NA	0	0	0	0
Mustard	0.43	0.444	NA	0	0	0	0
Peanut	9.72	0.026	NA	0	0	0	0
Peanut oil	19.7	0.318	NA	0	0.003	0.001	0
Pecan nut	20.6	0.99	NA	0	0	0	0
Pine nut	33.2	0.112	0.052	0	0	0	0
Pistachio	14.1	0.29	NA	0	0	0	0
Pumpkin seed	20.7	0.12	0	0	0	0	0
Sea lettuce	NA	NA	NA	0	NA	0.08	0
Soy nut	NA	NA	NA	0	NA	0	0
Soybean oil	50.9	6.62	0	0	0	0	0
Spirulina	NA	NA	NA	0	NA	0	0
Wakame	NA	NA	NA	0	NA	0.186	0
Walnut	33.8	2.68	0	0	NA	0	0

Zdroj: Goyal, Upadhyal&Gill (2014)

#### 5.1.4.4 Geneticky modifikované potraviny (GM)

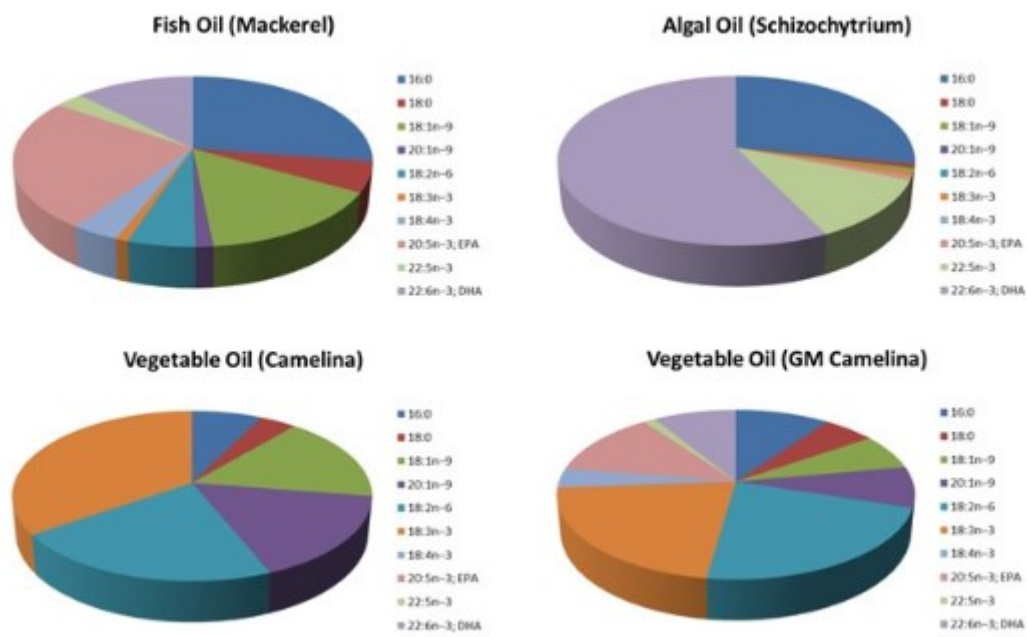
Geneticky modifikované potraviny bohaté na omega-3 mastné kyseliny jsou výsledkem výzkumu a inovací v oblasti genetického inženýrství.

Cílem je vytvořit rostliny nebo živočichy s větším obsahem omega-3 mastných kyselin, než je běžné. Jedním z příkladů jsou geneticky modifikované rostliny, jako například **řepka** nebo **sója**, které byly upraveny tak, aby produkovaly vyšší množství omega-3 mastných kyselin. Tyto rostliny mohou být doplněny jako zdroj omega-3 mastných kyselin ve stravě lidí nebo zvířat.

S ohledem na vyčerpané dodavatelské řetězce potravních zdrojů se pokrok genového inženýrství jeví jako nadějný. Napier, Usher, Haslam, Ruiz-Lopez&Sayan se podrobně věnují této problematice ve své práci z roku 2015. Z GM rostlin lze získávat široké spektrum olejnatých semen obsahujících pouze EPA, DHA nebo obojí. Zatím se ale neví, zda samotné prekurzory  $\omega$ -3 MK mohou nahradit účinek PUFA.

V grafu 14 nalezneme srovnání složení mastných kyselin v různých zdrojích omega-3 LC-PUFA. Jsou uvedeny hlavní mastné kyseliny přítomné buď v rybím oleji, rostlinném oleji, GM rostlinném oleji nebo v oleji z řas.

**Graf 14:** Srovnání zdrojů  $\omega$ -3 MK v různých zdrojích s důrazem na GM.



Zdroj: Napier, et al. (2015)

## 6 Výživa pacientů s nádorovým onemocněním

Výživa pacientů s nádorovým onemocněním je důležitou součástí jejich léčby a celkového zdraví. Správná výživa může pomoci zlepšit stav pacienta, zlepšit imunitní systém, minimalizovat vedlejší účinky léčby a podpořit rychlejší zotavení.

Nádorové onemocnění může mít různé dopady na stravování pacienta. Mohou se vyskytnout problémy jako ztráta chuti k jídlu, nevolnost, zažívací potíže, únava a úbytek hmotnosti. Proto je důležité, aby strava byla bohatá na živiny, které pomáhají posilovat organismus.

Některé zásady pro výživu s nádorovým onemocněním zahrnují tato doporučení: (Linkos,2010, dostupné na <https://www.linkos.cz/pacient-a-rodina/pece-o-pacienta/vyziva/vyziva-onkologicky-nemocneho>):

- **Vyváženou stravu:** Zajištění dostatečného příjmu živin z různých zdrojů, včetně ovoce, zeleniny, celozrnných produktů, bílkovin zdravých tuků a mléčných výrobků.
- **Zajištění dostatečného příjmu bílkovin:** Bílkoviny jsou důležité pro růst, opravu tkání a podporu imunitního systému. U pacientů s nádorovým onemocněním může být zvýšená potřeba bílkovin kvůli stavbě a regeneraci buněk. Je důležité zahrnout do stravy potraviny bohaté na bílkoviny, jako jsou maso, ryby, vejce, luštěniny a mléčné výrobky
- **Zvýšený příjem zdravých tuků:** Některé typy nádorů mohou vyžadovat vyšší příjem tuků pro energetickou podporu a vstřebávání vitamínů rozpustných v tucích. Je doporučeno zahrnout do stravy zdravé tuky, jako jsou omega-3 mastné kyseliny z ryb, avokáda, ořechů a olivového oleje.
- **Zajištění dostatečného příjmu vlákniny:** Vláknina je esenciální pro správné fungování trávicího systému a regulace stolice. Některé léčby nádorových onemocnění mohou mít vedlejší účinky, jako je zácpa nebo průjem. Zahrnutí potravin bohatých na vlákninu, jako jsou celozrnné obiloviny, ovoce, zelenina a luštěniny, mohou pomoci udržet trávicí systém zdravý.
- **Dostatečný příjem antioxidantů:** Antioxidanty jsou důležité pro boj proti volným radikálům a ochranu buněk před poškozením. Pacienti s nádorovým onemocněním mohou mít zvýšenou potřebu antioxidantů kvůli oxidačnímu stresu spojenému s onemocněním a léčbou. Potraviny bohaté na antioxidanty zahrnují ovoce, zeleninu, bobule, ořechy a semena.
- **Kontrola nechutenství:** Někteří pacienti mohou trpět nevolnostmi způsobenou léčbou nádorového onemocnění. V takových případech je důležité hledat potraviny a jídla, která jsou snáze stravitelná a méně pravděpodobná, že způsobí nevolnost. Někdy může být také užitečné jíst studená jídla nebo jídla s menším zápachem.
- **Kontrola hmotnosti:** Někteří pacienti s nádorovým onemocněním zažívají úbytek hmotnosti kvůli ztrátě chuti k jídlu nebo metabolickým změnám. V takových případech je důležité zvýšit energetický příjem bohaté na kalorie a zároveň se zaměřit na vyvážený příjem živin.
- **Individuální přístup:** Každý pacient je jedinečný a může mít specifické potřeby vzhledem ke svému zdravotnímu stavu a léčbě. Je důležité pracovat s odborníkem na

výživu, kteří mohou poskytnout individuální doporučení a přizpůsobit stravovací plán konkrétním potřebám pacienta.

## 6.1 Metabolismus nádorové buňky

Metabolismus nádorové buňky se výrazně liší od metabolismu normálních buněk. Nádorové buňky mají zvýšenou potřebu energie a nutričních látek, aby mohly rychle růst a množit se.

Dle ESPEN guidelines z roku 2017 dochází v rakovinném prostředí ke zvýšenému obratu bílkovin, depleci svalové hmoty, glukózové intoleranci, inzulinorezistenci a narůstající oxidaci lipidů.

Metabolismus nádorových buněk je vystupňovaný. Přítomný systémový zánět významně ovlivňuje metabolismus živin, kde mediátory zánětu-zejména IL-6 a TNF- $\alpha$ -podporují degradaci bílkovin a mobilizaci mastných kyselin

Mezi klíčové charakteristiky metabolismu nádorových buněk patří:

- **Aerobní glykolýza:** Nádorové buňky mají tendenci upřednostňovat glykolýzu, i když je přítomný dostatek kyslíku. To znamená, že glukóza je přeměňována na laktát, aniž by prošla klasickým aerobním dýcháním v mitochondriích. Tento proces jim umožňuje získávat rychlou energii pro svůj růst. Touto glykolýzou vyrábějí až 60 % ATP. Glukóza se však mění jen po purpyát/laktát dokonce i v prostředí s dostatkem kyslíku. Tomuto jevu se říká **Warburgův efekt** (Ferreira,2010)
- **Rychlejší vstřebávání glukózy:** Nádorové buňky mají vyšší počet glukózových transportérů na svém povrchu, což jim umožňuje efektivněji vstřebávat glukózu z okolního prostředí. Vystupňovaná glykolýza je významným faktem, kdy rakovinné buňky absorbují mnohonásobně více glukózy nežli buňky zdravé.
- **Metabolismus aminokyselin:** Nádorové buňky mají zvýšenou potřebu aminokyselin. Mohou také využívat aminokyseliny jako zdroj energie prostřednictvím jejich oxidace.
- **Zvýšená angiogeneze:** Nádorové buňky produkují faktory růstu, které podporují tvorbu nových cév (angiogenezi) v okolních tkáních. Tím zajišťuje přívod živin a kyslíku pro růst a růsty nádoru.
- **Metabolismu lipidů:** Nádorové buňky mohou upravit svůj metabolismus lipidů, což zahrnuje zvýšení a změny ukládání mastných kyselin. Tyto lipidy mohou být dále využity jako zdroj energie. Samotný nádor produkuje *lipid mobilizing factor* (LMF), který indukuje lipolýzu, dále *proteolysis inducting factor* (PIF, který indukuje bílkoviny a mediátory zánětu jako TNF- $\alpha$ , IL-6, IL-10 a TGF- $\beta$ .

Tyto změny v metabolismu nádorových buněk mají důležitý vliv na jejich růst a schopnost přežití. Porozumění procesům může pomoci ve vývoji nových terapeutických strategií zaměřených na narušení metabolických drah v nádorových buňkách a potlačení jejich růstu.

Samotný **Warburgův efekt** je předmětem mnohaletých diskuzí. Hypotéza původně vznikla v roce 1923, nicméně od 60. let však byla interpretace údajů sporná až zhruba do poloviny 90.let. Zde přibýly důkazy o tom, že k Warburgově efektu přispívají mitochondriální dysfunkce. Dle meta studie z roku 2020 (Vaupel et al., 2021) dochází v současnosti k částečnému oživení původní Warburgovy teorie, kdy tento efekt může být u **některých nádorů** způsoben právě mitochondriální dysfunkcí.

Současně s tímto jevem dochází v organismu k útlumu oxidativní fosforylace a snižuje se i užití tuků pro získávání energie. Onkogenní mutace tak podporují především rychlé dělení buněk na úkor efektivní produkce ATP. Samotný nádor tvoří prozáněťové cytokiny měnící metabolismus lipidů. Vzniká hyperlipidémie, zvyšuje se lipolýza a exprese genu pro hormon senzitivní lipázu. Postupně dochází ke změně spektra mastných kyselin v plazmě, kdy převládá kyselina olejová.

Glykolýza pak poskytuje rychlý zdroj energie pro růst a proliferaci rakovinné buňky. Glykolýzou se rovněž prostředí stává kyselé, což následně podporuje invazi a progresi nádoru.

Samotná nádorová buňka má vysoké požadavky na syntézu biomasy nutnou pro rychle se množící buňky. Živiny může získávat vychytáváním z okolí buňky, aktivně z cévního prostředí, pohlcením makromolekul z okolí buňky do jejího nitra (makropinocytózou), syntézou glutaminu nebo aktivací buněčné recyklace-autofágie.

Nádorová buňka je rovněž zcela autonomní-je tedy jen málo závislá na přívodu živin zvenčí.

## 6.2 Syndrom nádorové kachexie

Termín kachexie je kombinace řeckých slov *kakos* (špatný) a *hexis* (zvyk). Kachexie je chápána jako podvýživa spojená s chronickým onemocněním jako je rakovina či chronická selhání srdce nebo ledvin.

Nádorová kachexie vzniká jako sekundární onemocnění u pacientů s nádorem a znamená progresivní ztrátu tělesné hmotnosti, kdy způsobuje vyšší morbiditu a mortalitu onkologických pacientů. Dochází při ní k metabolickým změnám způsobených aktivitou pro-záněťových cytokinů, vedoucích k vyčerpání svalové i tukové hmoty pacienta a k negativní bilanci bílkovin.

Nádorová kachexie má vážné dopady na zdraví a kvalitu života pacientů. Může vést k oslabení imunitního systému, zhoršení léčebných odpovědí, delší rekonvalescenci a nižší šanci přežití. Je důležité přistupovat k léčbě nádorové kachexie komplexně a zahrnout různé terapeutické přístupy, jako je léčba zánětu, podpora stravování, farmakologická intervence a rehabilitace.

Cílem léčby syndromu nádorové kachexie je zlepšit příjem potravy, optimalizovat metabolické funkce a zvýšit sílu a životní kvalitu pacientů. To může zahrnovat podávání léků stimulujících chuť k jídlu, parenterální nebo enterální výživu, fyzioterapii a psychosociální podporu.

Klinické projevy syndromu nádorové kachexie se mohou lišit v závislosti na jednotlivých pacientech a pokročilosti jejich nádorového onemocnění, nicméně vždy se projevuje výrazným

snížením tělesné hmotnosti dospělých, u dětí pak současně i zpomalením růstu. V obou případech dochází ke změnám v tělesném složení a k poruchám rovnováhy organismu svalové slabosti, ztráty chuti k jídlu a dalším.

Nutriční terapie je s ohledem na přítomnost reakce akutní fáze-zejména u pokročilé malnutrice-jen málo účinná.

Nádorová kachexie se od prostého hladovění liší tím, že se narušuje rovnováhu mezi syntézou a odbouráváním kosterního svalstva. Rovněž se zvyšuje klidový energetický výdej (REE). Na rozdíl od prostého hladovění dochází k neúmyslnému úbytku hmotnosti i při dostatečném příjmu. Rovněž dochází k úbytku svalové hmoty, kdy je narušena svalová proteosyntéza. (Obrázek 6)

**Obrázek 6:** Hlavní rozdíly mezi nádorovou kachexií a prostým hladověním

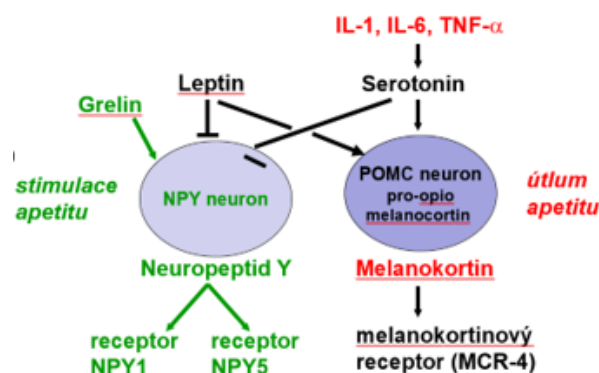


Zdroj: Tomiška (2018)

Přesná patogeneze nádorové kachexie není zcela objasněna a na jejím vzniku se podílí více etiologií.

Pro nádorovou kachexii je charakteristický tzv. **aberantní systémový zánět**. Zánět je přetrvávající, mírný a organismus jej nedokáže ukončit. Ve svalu dochází ke vzniku inzulínové rezistence, kdy místo svalových bílkovin se tvoří bílkoviny akutní fáze, což vede k anabolické rezistenci a postupnému vyčerpání organismu. (Obrázek 7)

**Obrázek 7:** Patofyziologie nádorové kachexie



Zdroj: Tomiška (2018)

Z nutričního hlediska se za faktory spojené se stavem kachexie považují anorexie a vysoký energetický výdej (Tisdale,2003). S ohledem na fakt, že samotná nutriční intervence nádorovou kachexii výrazně nezlepšuje se předpokládá, že důležitou roli zde mohou hrát právě prozáněťové cytokiny a látky pocházející z nádorů.

Úbytek hmotnosti je významným znakem kachexie a je pokládán za nezávislý prediktor mortality onkologických pacientů. Na úbytku hmotnosti se podílí ale více mechanismů – většinou dochází ke snížení příjmu živin, systémové metabolické dysfunkce a zvýšení energetického výdeje. Cytokiny pocházející jak z organismu samotného, tak z nádoru následně spolupracují s nádorovým prostředím na růstu nádoru a kachexii (Cohen et al.,2015).

### 6.2.1 Definice nádorové kachexie

Dle studie Evanse et al. z roku 2008 je nádorová kachexie definovaná jako metabolický syndrom spojený s úbytkem svalové a tukové hmoty. S ohledem na fakt, že nádorovou kachexii nelze snadno rozeznat od anorexie či sarkopénie, doplnili Fearon et al. v roce 2012 definici o tvrzení, že se jedná o multifaktoriální syndrom definovaný pokračujícím úbytkem svalové hmoty, na který nutriční podpora ne zcela zabírá.

Cederholm et al. ve své studii v roce 2015 následně poukazují na to, aby osoby ohrožené podvýživou byly identifikovány pomocí validovaných screeningových nástrojů a pravidelně vyhodnocovány. Rovněž zdůrazňuje, že riziko malnutrice by mělo mít vlastní ICD (International diseases code).

**Obrázek 13:** Přehled definice nádorové kachexie dle jednotlivých autorů



*Zdroj: vlastní zpracování*



Nádorovou kachexie můžeme rozdělit na tři po sobě jdoucí klinická stadia a to:

- **Prekachexie:** ztráta hmotnosti  $\geq 5\%$ , časné metabolické změny jako vyšší hodnoty IL-6, či CRP, snížený Alb.
- **Kachexie:** ztráta hmotnosti  $\geq 5-10\%$ , systémový zánět, anorexie
- **Refrakterní kachexie:** ztráta hmotnosti  $\geq 20-30\%$

Obrázek 14: Schéma stádií nádorové kachexie



Zdroj: vlastní zpracování

Výskyt a závažnost kachexie jsou velmi různorodé a závisí na typu, umístění a stadiu nádoru.

V pro diagnózu kachexie jsou v dnešní době tyto možnosti:

- Elevace CRP nad 10 mg/l
- Progresivní ztráta tělesné hmoty
- Hubnutí i při zachovaném příjmu
- Zhoršující se výkonnostní stav

Diagnóza nádorové kachexie je nicméně pro klinickou praxi stále nevyhovující. Na tomto faktu se odráží faktory jako:

- Nepřesné nebo zkreslující faktory vážení = **nedostatečná spolehlivost zjištěné ztráty hmotnosti**
- Nádorová kachexie se v praxi zřetelně neodlišuje od prostého hladovění
- Poruchy hladovění či úbytek svalové hmoty není v praxi patřičně vyšetřován

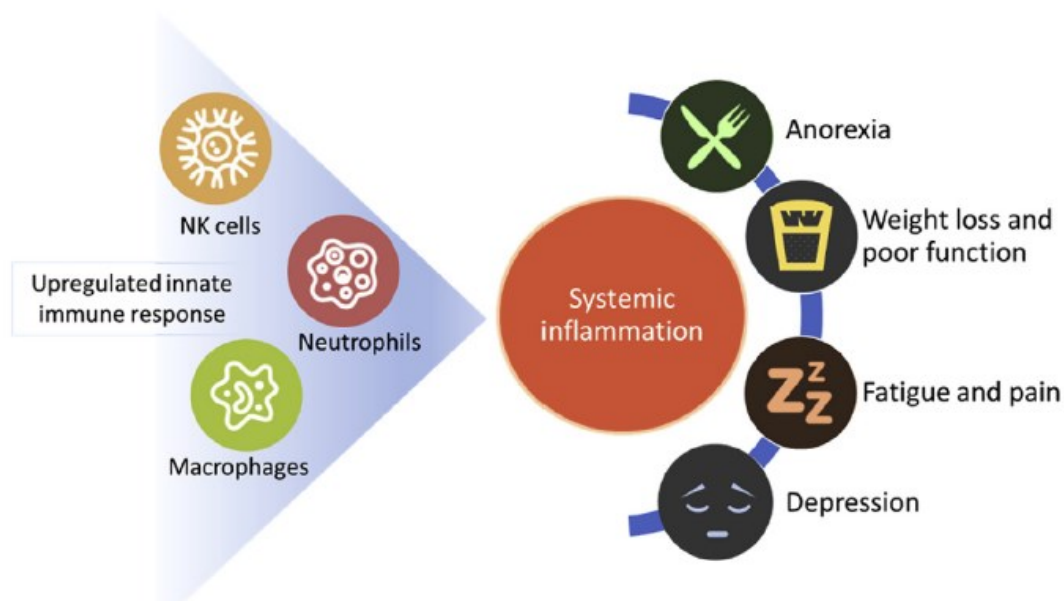
## 6.2.2 Příčiny malnutrice u nádorového onemocnění

Příčiny malnutrice u nádorového onemocnění jsou multifaktoriální a zahrnují několik faktorů, mezi které patří:

- **Snížený příjem potravy:** Nádorové onemocnění může vést k poruchám chuti k jídlu a ztrátě chuti k jídlu (anorexie). Pacienti mohou trpět nauzeou, zvracením, bolestí či dysfagií, často i v návaznosti naproti nádorovou léčbu, což omezuje jejich schopnost přijímat stravu.
- **Mechanické překážky:** Některé nádory mohou mechanicky blokovat normální průchod potravy trávicím traktem. Například nádor v jícnu, žaludku nebo střevech může způsobit obstrukci a ztížit příjem potravy.
- **Metabolické změny:** Nádorové onemocnění může ovlivnit metabolické procesy v těle. Růst nádoru může vyžadovat vysoké množství energie a živin, což může vyvolat energetickou nerovnováhu a depleci živin.
- **Zvýšená spotřeba živin:** Některé typy nádorů, zejména agresivní nebo rychle rostoucí nádory, mohou způsobit zvýšení spotřeby v těle. To může vést k vyčerpání živin a výživovým nedostatkům.
- **Zánětlivé reakce:** Nádorové onemocnění může spustit zánětlivé reakce v těle. Chronický zánět může ovlivnit metabolismus, snížit chuť k jídlu a omezit schopnost těla správně žít.
- **Deprese:** Nádorové onemocnění je spojeno s vysokou mírou psychického stresu. Diagnostika, léčba, obavy z budoucnosti a změny životního stylu vyvolávají silné emocionální reakce, které mohou vést k rozvoji

**Obrázek 8:** Asociace imunologických, metabolických a klinických jevů u nádorového onemocnění.

J. Arends et al. / *Clinical Nutrition* 36 (2017) 1187–1196



Zdroj: *Clinical Nutrition* 36 (2017)

### 6.2.3 Role omega 3 PUFA v rámci nádorové kachexie

Omega-3 polynenasycené mastné kyseliny (PUFA) mají potenciální roli v prevenci a léčbě nádorové kachexie.

Kyselina eikosapentaenová (EPA) a kyselina dokosaheptaenová (DHA) a zvláště jejich vyšší metabolity působí pozitivně, a to hned několika mechanismy. Zejména se jedná o útlum produkce prozáněťových cytokinů, čímž dochází k inhibici zánětu (Tsolí, &Robertson,2013).

Konkrétně EPA se přirozeně vyskytuje ve zdrojích jako ryby nebo řasy a byly u ní prokázány antigenotoxické, antioxidační a protizánětlivé vlastnosti zejména díky potlačení produkce IL-6, snížení sérových koncentrací C-reaktivního proteinu (CRP) a tím i snížení reakce akutní fáze (Shirai et al.,2017) a zároveň i pozitivní vliv na potlačení kachexie. Současně tlumí účinek a produkci lipolytického faktoru zinc- $\alpha$ 2-glykoprotein (ZAG), který hraje roli při úbytku tukové hmoty. V neposlední řadě pak se podílí na útlumu degradace proteinů, kde potlačuje expresi a aktivitu proteolýzy a zpomaluje apoptické procesy buněk kosterního svalstva.

The European Palliative Care Research Collaborative (EPCRC) vytvořil systematický přehled užívání  $\omega$ -3 PUFA u pacientů v pokročilejších fázích nemoci. Tento přehled zahrnuje 38 publikací na dané téma. Výsledkem tohoto přehledu zůstává, že chybí dostatek důkazů o přínosu zvýšené podpory omega 3 MK u pacientů s nádorovou kachexií. Na druhou stranu byly nežádoucí účinky jen zřídka.

### 6.3 Prevence onemocnění

Prevence onemocnění je důležitá strategie pro snížení výskytu a dopadu různých zdravotních stavů. Zahrnuje opatření zaměřená na minimalizaci rizikových faktorů a podporu zdravého životního stylu

**Primární prevence** je účinným nástrojem pro snížení výskytu nemoci jako jsou nádorová onemocnění a klade si za cíl snížení výskytu zhoubných nádorů. Účinná primární prevence rakoviny se snaží snížit výskyt ZN tím, že ovlivňuje rizikové faktory spojené s vznikem rakoviny. To může zahrnovat zdravý životní styl, nekouření, omezení konzumace alkoholu, vyvážená strava, pravidelná fyzická aktivita a ochrana před slunečním zářením.

Primární prevence také zahrnuje preventivní očkování proti některým typům rakoviny, například očkování proti viru lidského papilomu (HPV) pro prevenci některých typů rakoviny děložního čípku.

V primární prevenci hrají svou roli jak praktičtí lékaři, tak pediatři a významným dílem přispívají média, školy či neziskové organizace. Zde je důležité zmínit kampaně za zdravý životní styl, kdy s ohledem na narůstající výskyt obezity jak u dětí, tak dospělých je změna návyků zásadní. Jídlo, pohyb ale i bezpečný sex, to vše má budoucí efekt.

Dne 4.února roku 2002 byla v Paříži podepsaná tzv. **Charta proti rakovině**, jejichž cílem je zainteresovat jak vládní, tak nevládní instituce k úsilí za snížení výskytu onkologických

onemocnění, podporu práv pacientů a podporu výzkumu. Charta byla vyhlášena Evropskou komisí (EK) a Evropskou organizací pro výzkum a léčbu rakoviny (EORTC).

Charta se zavázala podporovat:

- Boj proti kouření
- Boj s alkoholismem
- Ochrana kůže před slunečním zářením
- Eradikace infekce *Helicobacter pylori*
- Vakcinace proti hepatitidám
- Vakcinace proti papilomavirům
- Výchova ke zdravému životnímu stylu

Indikátorem úrovně primární prevence je vývoj incidence ZN.

V **sekundární prevenci** je důležité odhalit ZN v časném, plně vyléčitelném stadiu nemoci a nejnvýznamnější roli zde hrají preventivní a screeningová vyšetření. Onkologická onemocnění jsou ale svou etiologií velice různorodá, což použití klasických screeningových metod limituje.

**Terciální prevence** je součástí prevence rakoviny, která se zaměřuje na zlepšení kvality života a snížení negativních dopadů u jedinců, kteří již byli diagnostikováni rakovinou. Cílem terciální prevence je minimalizovat komplikace a následky onemocnění, podporovat rehabilitaci a péči o pacienty po léčbě rakoviny a přispívat k jejich celkovému zdraví a blahu.

Hlavní strategie terciální prevence zahrnuje léčbu, rehabilitace, následnou péči, podporu a edukaci.

V **kvartérní prevenci** se snaží předcházet důsledkům progradujícího a nevléčitelného nádorového onemocnění. Jde zejména o zajištění odborné konzultace onkologa či odborníka na paliativní medicínu.

### 6.3.1 Onkoprevence

Onkoprevence je zaměřena na snižování rizika vzniku rakoviny a předcházení jejímu vzniku. Cílem onkoprevence je identifikovat a omezit faktory, které mohou zvyšovat pravděpodobnost vzniku rakoviny, a podporovat zdravý životní styl a chování, které snižují riziko vzniku tohoto onemocnění.

Ohroženou populací, kde včasná diagnostika nádorového onemocnění má smysl je populace ve věku 45-74 let (VZP 2001). Dle statistiky zdravotní pojišťovny je v této populaci ohroženo 1,7 mil mužů a 1,9 mil žen.

V rámci onkoprevence se doporučuje absolvovat pravidelné vyšetření jako:

- RTG plic
- krevní obraz a diferenciální rozpočet
- ORL vyšetření

- Ultrazvukové vyšetření břicha-játra, játra, slinivka, ledviny
- Urologické vyšetření
- Endoskopické vyšetření horního GIT
- Gynekologické vyšetření
- Stomatologické vyšetření
- Kožní vyšetření

### 6.3.2 Screening a diagnostika onkologických pacientů

Screening a diagnostika onkologických pacientů jsou důležité fáze v procesu identifikace a diagnostiky nádorových onemocnění. Zahrnují různé metody a testy, které slouží k detekci rakoviny a určení jejího rozsahu a charakteru.

Screening je proces, při kterém se provádějí testy a vyšetření u zdravých jedinců s cílem identifikovat příznaky rakoviny v rané fázi, kdy je léčba obvykle účinnější. Screening se často zaměřuje na specifické populace nebo orgány, například mamografie pro detekci rakoviny prsu nebo kolonoskopie pro detekci rakoviny tlustého střeva. Cílem je snížit úmrtnost na rakovinu identifikací potenciálně maligních nádorů v rané fázi.

Diagnostika onkologických pacientů zahrnuje další testy a vyšetření, které se provádějí po pozitivním výsledku screeningu nebo při podezření na přítomnost nádoru. Tyto diagnostické metody slouží k potvrzení diagnózy rakoviny, určení jejího typu, rozsahu a stádia. Patří sem například biopsie, laboratorní testy, zobrazovací metody (např. CT, MRI, PET), endoskopie a genetické testy.

### 6.3.3 Screening nádorových onemocnění

Screening nádorových onemocnění je klíčovou součástí onkoprevence a zdravotní péče. Cílem screeningu je identifikovat rakovinu nebo před-nádorové změny v raných stádiích, kdy je léčba nejefektivnější a šance na úplné vyléčení nejvyšší. Proces screeningu zahrnuje pravidelné vyšetřování populace, která nemá žádné příznaky nebo známky nádorového onemocnění.

Screening se provádí:

- **Pozorováním**-zrakem, případně optickými pomůckami (kůže, retina, rty, dutina ústní, externí genitál apod.)
- **Palpací**-uzliny, tumory prsní žlázy, anu, rekta
- **RTG, NMR, endoskopie, laboratorní testy**

Screeningové vyšetření musí být takové, které vykáže minimum falešně negativních výsledků. Základním ukazatelem je **senzitivita**-skutečnost, že test je skutečně pozitivní, a **specifita**-že osoba bez onemocnění má test skutečně negativní.

**Screeningové vyšetření** jako nedílná součást prevence má být:

- Levné

- Dostatečně citlivé
- Vypovídající
- Nezatěžující (pacienta ani personál)
- Dostupné

#### 6.3.4 Národní screeningové programy

Národní screeningové programy jsou organizované programy, které jsou vytvořeny na úrovni státu či národní zdravotnické organizace s cílem určit systematický screening pro určité typy nádorových onemocnění ve specifické populaci. Tyto programy mají za úkol identifikovat nádorová onemocnění v raných stádiích, kdy je léčba nejefektivnější.

Národní screeningové programy se zaměřují na specifické druhy rakoviny, které mají vysokou prevalenci nebo jsou spojeny s významným zdravotním a sociálním dopadem. Mezi nejčastější typy nádorových onemocnění, pro které jsou zpracovány národní screeningové programy, patří rakovina prsu, rakovina děložního čípku, rakovina tlustého střeva a konečníku, a rakovina prostaty.

Pod záštitou Ministerstva zdravotnictví ČR vznikly následující národní screeningové programy:

- 1) **Screening karcinomu prsu**-podstupují pravidelně ženy nad 45 let
- 2) **Screening karcinomu děložního hrdla**-u dospělých žen prováděn 1x ročně v rámci preventivní prohlídky. Zdravotní pojišťovny rovněž hradí ženám od 35-45 let vyšetření na přítomnost HPV v cervikálním stěru.
- 3) **Screening karcinomu tlustého střeva a konečníku**-ve věku od 50 let se pravidelně provádí test na okultní krvácení.

#### 6.3.5 Vyšetření nutričního stavu a nutriční péče onkologických pacientů

Správná nutriční podpora hraje klíčovou roli při zlepšování výsledků léčby, snižování léčby a zlepšování celkové kvality života pacientů.

Vyšetření nutričního stavu se obvykle provádí prostřednictvím důkladného posouzení stravovacích návyků, příjmu potravy, tělesného složení a dalších parametrů spojených s výživou. To pomáhá identifikovat možné nedostatky výživy, nedostatečný příjem živin nebo případné rizikové faktory, které mohou ovlivnit nutriční stav pacienta.

Nutriční diagnostika informuje o prognóze onkologického pacienta. Zvláště důležitý je vztah současného BMI a vývoje hmotnosti za poslední dobu, zpravidla pak 3 měsíce.

**Tabulka 3:** Kritéria pro klasifikaci váhového úbytku v důsledku nádorové kachexie

GRADING ZTRÁTY HMOTNOSTI všechny nádory, n = 8160						
Grade 1-4 postupně zhoršuje prognózu v onkologii						
BMI (kg/m <sup>2</sup> )						
28    25    22    20						
Ztráta hmotnosti (%)	20,5	0	0	1	1	3
	6	1	2	2	2	3
	11	2	3	3	3	4
	15	3	3	3	4	4
	15	3	4	4	4	4

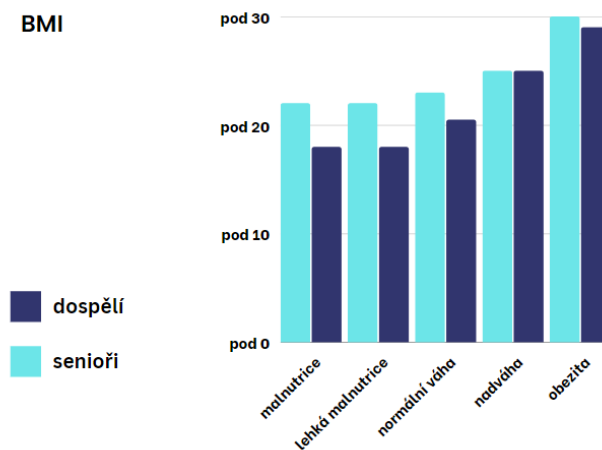
Systém třídění (stupně 0 až 4).  
 Medián doby přežití podle stupňů:  
 stupeň 0 – 20,9 měsíců  
 stupeň 1 – 14,6 měsíců  
 stupeň 2 – 10,8 měsíců  
 stupeň 3 – 7,6 měsíců  
 stupeň 4 – 4,3 měsíců

Zdroj: Martin et al (2015).

Pro včasné rozpoznání rizika malnutrice používáme antropometrické a anamnestické údaje.

1. **Ztráta hmotnosti:** obecně se udává jako riziková neúmyslná ztráta hmotnosti o 5 % za poslední měsíc nebo 10 % za poslední 3 měsíc
2. **BMI-body mass index** vyjadřuje vztah mezi hmotností a tělesnou výškou.  
 Pro stanovení BMI je třeba znát spolehlivě změřenou výšku a hmotnost zjištěnou ve spodním prádle bez obuvi.

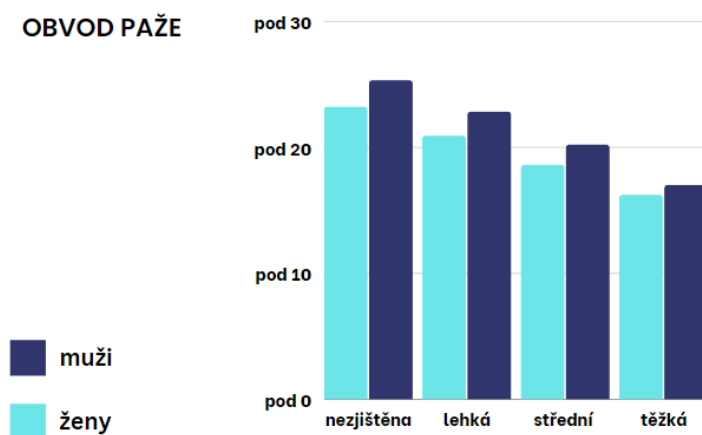
**Graf 15:** Porovnání BMI u dospělých a seniorů



Zdroj: Vlastní zpracování

3. **Obvod nedominantní paže v cm:** Při malnutrici mohou docházet ke ztrátě svalové hmoty, což se může projevit jako úbytek obvodu. Měření obvodu paže je rychlou a jednoduchou metodou pro odhadnutí svalové hmoty u pacientů. Normální hodnoty obvodu paže mohou nabízet v závislosti na věku, pohlaví a etnické skupině.

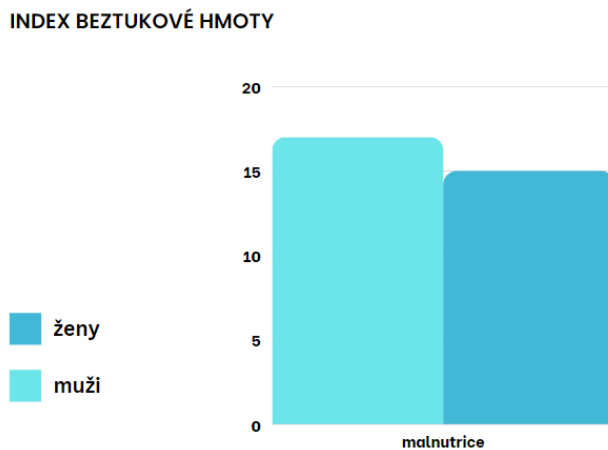
**Graf 16:** Obvod nedominantní paže pro zjištění rizika malnutrice



4. **Index beztukové hmoty (IBH):** se používá k posouzení míry ztráty svalové hmoty u osob s malnutricí. Tento index je definován jako poměr beztukové hmoty (svalové hmoty) k výšce v druhé mocnině.

$$\text{IBH} = (\text{Beztuková hmotnost v kg}) / (\text{Tělesná výška v metrech})^2$$

**Graf 17:** Index beztukové hmoty





5. **Měření stisku ruky:** Měření ruky je jednoduchou a rychlou metodou pro posouzení svalové síly a funkčního stavu horních končetin. Při malnutrici dochází často ke ztrátě svalové hmoty a úbytku svalové síly, což ovlivňuje i stisk ruky.

Pro měření stisku ruky se používá dynamometr a hodnoty mají být: HGS  $\geq$ 85 % normy

6. **Nutriční screening NRS 2002** pro ambulantní onkologické pacienty. Je to nástroj pro screening a hodnocení rizika malnutrice v ambulancích onkologických pacientů. Byl vyvinut s cílem určit pacienty s vysokým rizikem malnutrice a umožnit potřebnou nutriční intervenci.

7. **Stanovení nutriční potřeby pacienta:** stanovení nutričních potřeb pacienta je důležitým krokem při poskytování správné nutriční péče.

Nutriční potřeba jednotlivých pacientů se může lišit od závislosti na jejich věku, pohlaví, fyzické aktivitě, zdravotním stavu a dalších faktorech.

Pro stanovení nutričních potřeb se využívá několik metod, z nichž některé zahrnují:

- a. **Výpočet bazálního metabolického výdeje (BMR):** BMR představuje energetickou potřebu těla v klidu. Existuje několik vzorců, které nabízejí výpočet BMV na základě věku, pohlaví, váhy a výšky pacienta.
  - b. **Korigovaný metabolický výdej:** zahrnuje korekci bazálního metabolického výdeje o faktory, jako je fyzická aktivita, horečka nebo traumata. Existují různé vzorce pro výpočet v závislosti na konkrétní situaci pacienta.
  - c. **Specifické potřeby živin:** V závislosti na zdravotním stavu pacienta se mohou upravit potřeby konkrétních živin, jako jsou bílkoviny, tuky nebo vitamíny a minerály.
  - d. **Nepřímá kalorimetrie:** Nepřímá kalorimetrie je metoda používaná k odhadu energetického výdeje u pacientů. Tato metoda se zakládá na měření fyziologických parametrů, jako je dýchání, srdeční frekvence, teplota těla nebo produkce masa. Na základě těchto parametrů je možné odhadnout energetickou výdej a tím stanovit nutriční potřebu pacienta.
  - e. **Empiricky stanovit denní potřebu příjmu energie**
    - i. potřeba energie/kg/den 25-45 kcal/kg/den
    - ii. potřeba bílkovin 1-2 g/kg/den
8. **Bilance stravy:** Bilance stravy u onkologicky nemocných zahrnuje sledování a hodnocení příjmu a výdeje energie u pacientů s nádorovým onemocněním. Cílem je zajistit optimální nutriční podporu a minimalizovat negativní dopady onemocnění na stav výživy.
9. **Nutriční anamnéza:** Nutriční anamnéza je důležitou součástí hodnocení výživy jednotlivce a zahrnuje podrobné informace o:
- a. stravovací zvyky
  - b. potíže při stravování
  - c. chuť k jídlu
10. **Nutriční plán:** Nutriční plán je individuálně vytvořený plán stravování, který je navržen s ohledem na potřeby a cíle konkrétního jednotlivce. Jeho hlavním cílem je zajistit dostatečný příjem živin, energie a tekutin, aby byly splněny potřeby těla a podpořeno optimální zdraví.

11. **Edukace:** Cílem nutriční edukace je poskytnout pacientům dostatečné znalosti a dovednosti, aby se mohli rozhodovat o své stravě a životním stylu ve prospěch optimálního výživového stavu. Edukace zahrnuje informace o významu vyvážené stravy, vhodných potravinách, nutričních potřebách během léčby, správných stravovacích návycích a možných vedlejších účincích léčby, které se týkají stravování.

## 6.4 Omega 3 PUFA a prevence nádorových onemocnění

Omega-3 polynenasycené mastné kyseliny (PUFA) jsou skupinou tuků, které mají důležitou roli v prevenci nádorových onemocnění. Jejich příjem je spojován s řadou pozitivních účinků na zdraví a ochranu před vznikem nádorů.

Má se za to, že existuje souvislost mezi zánětem a nádorovým onemocněním a samotný vznik některých nádorů přímo souvisí s lokální zánětlivou odpovědí.

Přítomnost chronického zánětu zvyšuje nebezpečí vzniku nádoru, jelikož vede k poškození DNA, zvýšení oxidativního stresu, poškození signálních drah zodpovědných za homeostázu, produkuje mediátory zánětu a růstové faktory zodpovědné za zánik buněk.

V samotné buňce probíhají procesy, které dokážou potlačit proliferaci, angiogenezi a invazivní růst nádoru a PUFA a jejich metabolity se aktivně do tohoto procesu zapojují. Maligní buňky se vyznačují rovněž tím, že u nich nefunguje apoptóza, tedy řízená buněčná smrt. Dochází zde k poškození receptorů a vzniká dysbalance mezi apoptickými signálními proteiny.

Studie poukazují na to, že  $\omega$ -3 PUFA inhibují progresi karcinogeneze. Bylo navrženo několik možných mechanismů, jakým mohou PUFA karcinogenezi ovlivňovat (Larsson et al., 2004):

- 1) Potlačení biosyntézy eikosanoidů odvozených od kyseliny arachidonové (AA)-má vliv na změnu imunitní odpovědi na nádorové buňky, modulaci zánětu, buněčné proliferace, apoptózy a angiogeneze
- 2) Ovlivnění aktivity transkripčních faktorů, genové exprese a přenosu signálu-vede ke změnám metabolismu a růstu buněk
- 3) Zvýšená produkce volných radikálů a reaktivních forem kyslíku
- 4) Mechanismy ovlivňující citlivost na inzulin

## 6.5 Nutriční intervence u onkologických pacientů

Nutriční terapie hraje významnou roli v péči o onkologické pacienty. Správná výživa je důležitá pro udržení síly, zlepšení kvality života, snížení rizika komplikací a podpory léčby.

Hlavní aspekty nutriční terapie u onkologických pacientů můžeme rozdělit do následujících bodů:

1. **Prevence podvýživy pacientů:** Rakovina může vést k nedostatečnému příjmu živin z důvodu vedlejších účinků léčby, snížené chuti k jídlu nebo metabolických změn spojených s nádorem. Nutriční terapeut může pomoci pacientům sestavit plán stravování, který zajistí dostatečný příjem živin a energie.

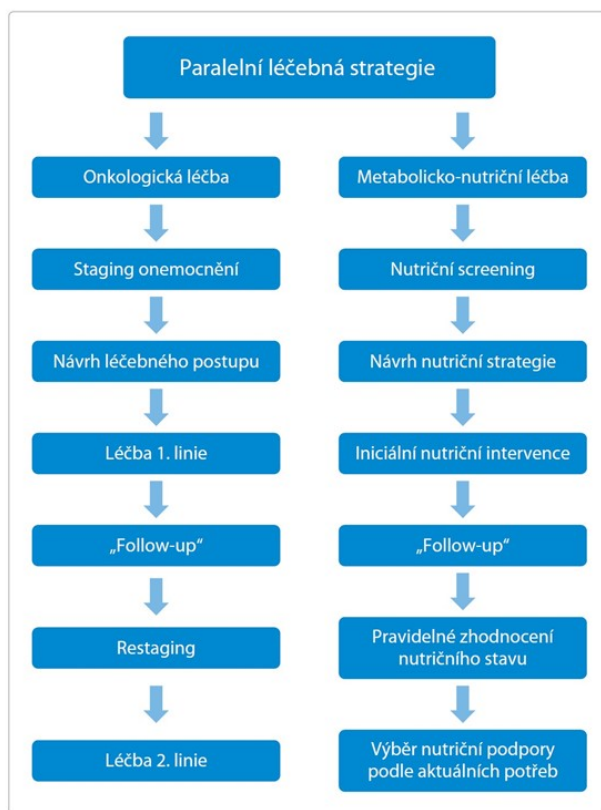
2. **Podpora imunitního systému:** Správná výživa může podpořit imunitní systém a pomoci tělu bojovat proti rakovinným buňkám. Například konzumace potravin bohatých na vitamíny, minerály a antioxidanty může přispět k ochraně buněk před poškozením.
3. **Snížení vedlejších účinků léčby:** Některé léčebné postupy, jako je chemoterapie a radioterapie, mohou způsobit nežádoucí vedlejší účinky, jako nevolnost, zvracení, průjem, úbytek hmotnosti nebo chuti k jídlu. Nutriční terapeut může pomoci pacientům vybrat vhodné potraviny a stravovací návyky, které minimalizují tyto vedlejší účinky.
4. **Udržení hmotnosti a svalové hmoty:** Někteří pacienti s rakovinou mohou ztratit hmotnost a svalovou hmotu kvůli metabolickým změnám nebo sníženému příjmu potravy. Nutriční pomoc může udržet hmotnost a podporu regenerace udržet vyváženou stravu a případně doplněnou stravou o potravní doplňky.
5. **Podpora při rekonvalescenci:** Po léčbě rakoviny mohou pacienti potřebovat podporu při obnově a rekonvalescenci. Nutriční terapie může pomoci při regeneraci těla, podpoře vitality a snížení rizika recidivy.

Nutriční terapie u onkologických pacientů by měla být individualizovaná a přizpůsobená potřebám pacienta a stavu každého jednotlivce.

Intervence ve výživě se má provádět paralelně s onkologickou léčbou (obrázek 9), individuálně a systematicky s častým monitorováním nutričního stavu.

Nutriční údaje by měly být i součástí onkologické dokumentace. Dílčím cílem intervence by měla být snaha o ovlivnění všech příznaků, které příjem stravy omezují jako je zácpa, průjem, zvracení, nauzea, bolest ale i deprese.

**Obrázek 9:** Znárodnění paralelní protinádorové a nutriční strategie



Zdroj: *Nutriční revue* 06/2017

Při odhadu živin u onkologického pacienta je důležité zohlednit jeho individuální potřeby, stav nemoci, nutriční cíle a léčebný režim. Odhad živin u onkologického pacienta je individuální proces, který zohledňuje specifické potřeby a zdravotní stav každého pacienta.

Pro potřeby nutriční intervence je nutné stanovit odhad živin na ideální hmotnost pacienta:

- Potřeba energie 25-45 kcal/kg/den
- Potřeba bílkovin 1-2 g/kg/den
- Podíl kvalitních tuků na celkové energii může být i přes 50 % s preferencí pro tuky se středně dlouhým řetězcem (MCT) a výhodou omega3 MK
- Omezit příjem jednoduchých cukrů s ohledem na možné poruchy glykémie
- Substituce minerálů a vitamínů při zjištěné depleci

Při odhadu živin je třeba zvážit i další faktory jako energetické potřeby, suplementaci mikronutrientů či hydrataci.

Při pokročilé nádorové kachexii nicméně bývá nutriční podpora málo účinná či dokonce neúčinná, a proto se doporučuje zahájit nutriční intervenci co nejdříve. U vysokého vstupního rizika podvýživy jsou indikovány profylaktické nutriční vstupy (PEG, JPEG, jejunostomie) už při zahájení léčby. Jedná se zejména o nádory hlavy a krku, horních cest dýchacích nebo trávicího traktu.

Aby byla případná nutriční intervence úspěšná, je třeba před zahájením či v průběhu protinádorové léčby vyloučit specifické situace, které mohou příjem stravy ovlivňovat.

Základem nutriční intervence je **dietní rada**. Motivace nemocného k udržení hmotnosti, úprava stravování, doporučení pestré stravy bohaté na vitamíny a minerály. Významnou roli zde hrají i doporučení týkající se změn ve složení stravy.

Společné zásady dietní rady:

- Zaměřuje se na příznaky chorob snižující příjem stravy – nauzea, zvracení, průjem, zácpa
- Ruší dietní opatření, která nejsou nezbytná
- Zvyšuje pestrost stravy
- Jíst, kdykoliv má nemocný chuť
- Respektovat nutriční a chuťové preference nemocného
- Zdůrazňovat důležitost péče o ústní dutinu
- Omezit jídla s nepříjemnými pachy
- Nepodávat oblíbená jídla v době léčby cytostatiky či radioterapie
- Nabízet lákavá jídla
- Jíst v příjemném prostředí
- Alkohol v omezeném množství a pokud není kontraindikován zvyšuje chuť k jídlu

**Dietní rady** by měly směřovat k zajištění biologicky hodnotné stravy. Biologicky hodnotná strava je charakteristická svou pestrostí, což znamená jíst více druhů potravin z každé z hlavních skupin (maso, drůbež, ryby/mléko a mléčné výrobky/obiloviny/vejce/luštěniny/zelenina/ovoce) a musí obsahovat i dostatek minerálů, vitamínů a stopových prvků.

### 6.5.1 Enterální výživa u onkologických pacientů

Enterální výživa je forma podpůrné výživy, která se využívá u onkologických pacientů s omezenou schopností přijímat potravu ústy nebo vstřebávat živiny z potravy.

Nutriční terapie za podpory enterální výživy má být zahájena je-li pacient v riziku podvýživy nebo se v pásmu malnutrice již nachází. Rovněž se aplikuje, pokud se předpokládá, že pacient nebude moci přijímat stravu *per os* déle než 7 dní, nebo pokud byl v posledních 10 dnech nedostatečný příjem (méně než 60 % energetického výdeje).

Další situací, kdy se nabízí podpora nutriční péče ve formě enterální výživy je jako podpůrná strategie u terapie. Některé léčebné režimy, jako je chemoterapie nebo radioterapie, mohou mít vedlejší účinky, které ovlivňují chuť k jídlu, trávení a vstřebávání živin. Enterální výživa může být využita k podpoře těchto pacientů a udržení adekvátního příjmu živin.

Enterální výživa bývá nasazena i u pacientů, kteří prodělali chirurgický zákrok na trávicím traktu (a nejenom tam), kdy může být důležitá pro podporu hojení a regenerace tkání.

A v neposlední řadě může správně vyvážená enterální výživa pomoci snížit riziko infekcí, zvýšit imunitní odpověď a minimalizovat ztrátu svalové hmoty u onkologických pacientů.

Enterální výživa může udržet nebo dokonce i zlepšit nutriční stav pacientů s nádorovým onemocněním. Je však velmi obtížné dosáhnout pozitivní proteinové bilance u pacientů s nádorovým onemocněním, kdy je přítomný systémový zánět. Pro tyto situace jsou pro modulaci zánětlivé odpovědi používány i farmakologické zásahy.

Podmínkou podávání EV je zejména správná funkce tenkého střeva. Kontraindikací je ileus, krvácení do GIT a ischmenie ve splachnické oblasti.

### **6.5.1.1 Orální enterální výživa**

Orální enterální výživa je forma podpůrné výživy, která se využívá u onkologických pacientů v riziku malnutrice, s malnutricí nebo s omezenou schopností přijímat potravu ústy, kteří ale stále mají funkční trávicí trakt.

#### **6.5.1.1.1 Sipping**

Pokud nelze nutriční potřebu nahradit dietními radami, je na místě, a první volba enterální výživy, použití **sippingu**. Perorální nutriční suplementy pro léčbu podvýživy jsou směsi definovaných makro a mikro nutrientů.

Většinou jsou dostupné v tekuté formě a slouží k popíjení po malých dávkách. Proto jsou označovány anglickým výrazem *sipping* (upíjení). Výhodou je komplexní složení a možnost okamžitého využití.

Pro perorální léčbu jsou dostupné polymerní přípravky, většinou kompletní formule živin. Liší se jen energetickou hodnotou, obsahem a zdrojem bílkovin, přítomností vlákniny či nepřítomností laktózy.

Při sippingu je důležité zvolit vhodnou konzistenci výživového nápoje nebo potravy, která odpovídá schopnostem pacienta polykat a předchází nebezpečí aspirace. Dietolog nebo zdravotníci se specializací na výživu mohou pomoci přizpůsobit konzistenci a složení výživy individuálním potřebám pacienta.

Sipping je jedním z přístupů, který může být součástí komplexního plánu nutriční péče u pacientů s potížemi při příjmu potravy. Je důležité pravidelně sledovat nutriční stav pacienta a případně upravovat strategii sippingu podle potřeb a odpovědi pacienta na terapii.

Energetický obsah je u standardních přípravků 1kcal/ml. K dispozici jsou i hyperkalorické přípravky s energetickým obsahem až 2kcal/ml obsahu.

Přípravky obsahují celé spektrum vitamínů a stopových prvků. Jedno balení o objemu 200 ml pak obsahuje přibližně šestinu klidové potřeby pacienta.

Výhody sippingu:

- Snadná dostupnost
- Široký výběr příchutí
- Vysoký obsah bílkovin v malém objemu
- Definovaný obsah živin
- Dobrá vstřebatelnost

### Zásady užívání sippingu:

- 1) Podrobná edukace nemocného o významu sippingu
- 2) Edukace užívání – popíjení po malých porcích
- 3) Vhodnost složení přípravku
- 4) Nepít balení naráz
- 5) Střídat přípravky podle chuti
- 6) Kontrolovat skutečné využití

**Tabulka 4:** Složení standardních sippingových přípravků

Tabulka 2a. Složení standardních tekutých přípravků pro sipping (200 ml)						
Obsah ve 200 ml	Jednotka	Fresubin Original	Nutridrink	Nutridrink Multifibre	Nutridrink Fat Free	Diasip
Charakteristika		standardní	vysokoenergetický	s vlákninou	bez tuku	diabetický
Energetická hustota	kcal/ml	1,0	1,5	1,5	1,5	1,0
Obsah energie	kJ/200ml	840	1260	1260	1260	840
Bílkoviny	g	7,5	12	12	8	8
Sacharidy	g	28	37	37	67	17,5
Tuky	g	6,8	11,6	11,6	0	10,8
Na	mmol	6,5	9	9	1	9
Vitamin C	mg	9	30	30	40	30
Zn	mg	3	3,6	3,6	5	2,4
Vláknina	g	0	0	4,6	0	5
Osmolarita	mosm/l	350	455	445	700	340

Tabulka 2b. Složení vysokoproteinových tekutých přípravků pro sipping (200 ml)						
Obsah ve 200 ml	Jednotka	Fortimel	Resource Protein Drink	Resource 2,0 s vlákninou	Fresubin Prot. En. Drink	Cubitan
Charakteristika		vysokoproteinový	vysokoproteinový	vysokoproteinový en.	vysokoproteinový	vysokoproteinový
Energetická hustota	kcal/ml	1,0	1,25	2,0	1,5	1,25
Obsah energie	kJ/200ml	840	1050	1680	1260	1260
Bílkoviny	g	20	18,8	18	20	20
Sacharidy	g	20,6	28	42	25	28
Tuky	g	4,2	7	17	13,4	7
Na	mmol	4	5	5	4	4
Vitamin C	mg	38	18	12	38	250
Zn	mg	4,5	3	3	4	9
Vláknina	g	0	0	5	0,5	0
Osmolarita	mosm/l	415	410	585	380	500

Zdroj: Internimedicina.cz

### 6.5.1.1.2 Přípravky v práškové formě

Práškové přípravky enterální výživy jsou výživové produkty ve formě prášku, které slouží k přípravě tekutých výživových nápojů pro pacienty. Tyto přípravky obsahují všechny nezbytné živiny, vitamíny, minerály a další látky potřebné pro udržení správného nutričního stavu.

Příprava práškových přípravků enterální výživy je obvykle jednoduchá. Prášek se smíchá s vodou nebo jiným vhodným tekutým médiem podle pokynů výrobce. Výsledný nápoj se pak podává pacientovi klasicky ústy, výjimečně do sondy zavedené přímo do trávicího traktu, čímž se zajišťuje adekvátní výživa a hydratace.

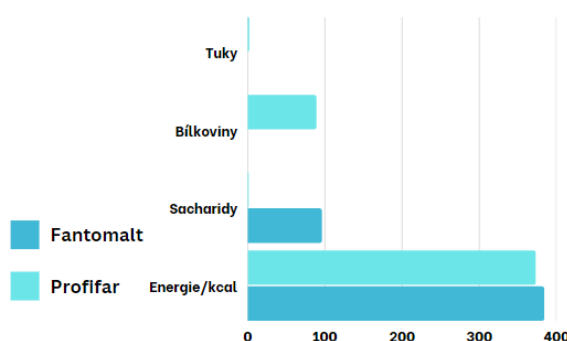
Práškové přípravky enterální výživy jsou dostupné v různých variantách a s různými složeními, aby vyhovovaly individuálním potřebám pacientů. Existují přípravky určené pro různá onemocnění, alergie, intolerance či specifické výživové potřeby. Lékař nebo dietolog může na základě klinického stavu pacienta a jeho nutričních potřeb předepsat vhodný přípravek a určit doporučenou dávku.

Práškové přípravky enterální výživy mají výhodu dlouhé trvanlivosti, snadné skladování a přípravu. Jsou navrženy tak, aby poskytovaly kompletní a vyváženou výživu pro pacienty.

V okamžiku, kdy nemocný nemůže nebo nechce tolerovat přípravky v tekuté formě, mohou být použity přípravky ve formě práškové. Konzistence se volí dle potřeb pacienta, kdy se přípravek rozpouští ve vodě nebo tekutých potravinách – polévky, omáčky ale i kaše nebo přesnídávka.

Práškové přípravky obsahují jednotlivé druhy hlavních živin, pomocí kterých se složení stravy individualizuje. Dostupná je prášková forma bílkovin **Profifar** nebo sacharidová **Fantomalt**. Existuje i nutričně kompletní výživa v prášku s velmi vysokým obsahem tuků a minimem sacharidů (pro poruchy vyžadující ketogenní dietu).

**Graf 33:** Srovnání složení dostupných práškových přípravků



### 6.5.1.2 Sondová enterální výživa

Sondová enterální výživa je metoda podpory výživy, při které se výživové roztoky podávají pacientům prostřednictvím sondy, která je zavedena přímo do trávicího traktu. Tato metoda se



používá u pacientů, kteří mají omezenou schopnost přijímat potravu ústy, a potřebují dostatečnou a vyváženou výživu k udržení správného nutričního stavu.

Přípravky sondové enterální výživy jsou pacientovi podávány formou sond – nazogastrické či nazojejunální, případně do umělých vyústění trávicího traktu (gastrostomie, jejunostomie).

Obecně lze říci, že pokud plánujeme podávat EV dobu kratší 6 týdnů, pak volíme typ nazoenterální nebo nazogastrické sondy.

Pokud al je EV indikovaná na dobu delší 6 týdnů, pak se doporučuje zavedení gastrostomie.

Tento typ výživy je preferován před parenterální cestou, nicméně je třeba, aby měl pacient funkční trávicí trakt.

Enterální výživu podávanou sondou můžeme rozdělit na:

- Připravenou kuchyňskou cestou-dnes již téměř nepoužívané
- Polymerní
- Oligomerní
- Speciální – orgánově specifické

## 6.5.2 Parenterální výživa

Parenterální výživa je metoda podpory výživy, při které se živiny a další potřebné látky podávají přímo do krevního oběhu pomocí intravenózní infuze. Tato metoda se používá u pacientů, kteří nemohou dostatečně přijímat potravu ústy nebo kteří mají vážné problémy s trávicím traktem, bránící v přijímání a využívání živin z potravy.

Parenterální výživa u onkologických pacientů se využívá i tehdy, když je pacient neschopný přijímat potravu ústy v důsledku vedlejších účinků léčby rakoviny, chirurgického zákroku nebo jiných komplikací spojených s onemocněním. Jejím cílem je zajistit dostatečný příjem živin, vitamínů, minerálů a dalších důležitých látek, aby se minimalizovalo riziko podvýživy a udrželo se optimální fungování organismu.

Parenterální výživa se podává prostřednictvím speciálních katétrů, které jsou zavedeny-obvykle-do velké žíly. Přes tento katétr se podávají výživové roztoky, které jsou složeny podle potřeb pacienta. Tyto roztoky obsahují všechny nezbytné živiny, včetně bílkovin, sacharidů, tuků, vitamínů, minerálů a stopových prvků.

Při parenterální výživě je důležitá pečlivá kontrola a monitorování pacienta ze strany zdravotnického týmu. Je nezbytné sledovat příjem živin, tekutin a elektrolytů, stejně jako sledovat možné komplikace spojené s tímto způsobem výživy, jako jsou infekce, metabolické poruchy nebo problémy s katétrem.

S ohledem na fakt, že se nejedná o fyziologický transport živin, je tento typ výživy spojen s vyšším výskytem komplikací.

### 6.5.3 Přehled dostupných léčebných přípravků obohacených o $\omega$ -3 PUFA

I když má být nutriční podpora součástí komplexní onkologické léčby, je často opomíjena.

Zvláště přípravky tekuté enterální výživy prokázaly funkční přínos pro onkologické pacienty a jejich pozitivní vliv je evidentní.

Rovněž náklady na nutriční péči onkologických pacientů jsou ve srovnání s následnou farmakoterapií výrazně nižší. Do ambulance nutričních terapeutů se ale často pacienti dostanou v prodlení a už s postupující nádorovou kachexií.

Možnosti nutriční intervence s důrazem na omega 3 PUFA mohou být ve formě:

- **Kapsle o obsahem rybího tuku**-v jedné kapsli bývá průměrně 400 mg EPA+DHA což znamená 1/8 léčebné dávky (Tomáška, 2018)
- **Suplementy s tekutým rybím olejem**
- **Enterální výživa obohacená o rybí olej**
- **Parenterální výživa s tukovou emulzí**

Pro dosažení účinné dávky je ideální využít kombinace široké palety různých přípravků a proměnlivou strategii. Spolupráce a motivace pacienta je stále zásadní.

#### 6.5.3.1 Enterální výživa obohacená o $\omega$ -3 MK

Dle Asociace výrobců klinické výživy (AVKV) tři ze čtyř onkologických pacientů ohrožuje během terapie malnutrice.

Zdravotní pojišťovny vyhověly požadavkům pracovní skupiny nutriční péče v onkologii (PSNPO) a došlo k uvolnění preskripce sippingu.

Od roku 2013 má onkolog možnost předepsat pacientům i specifický sipping s plnou či částečnou úhradou zdravotní pojišťovnou za následujících podmínek:

- určeno pouze pro klinickou a dětskou onkologii, hematologii, radiační onkologii a onkogynekologii
- omezení se týká jen skupiny 108/9 PZLÚ – se zvýšeným obsahem omega-3 MK
- úhrada je poskytována max do 600kcal/den jako doplněk stravy u anatomické či funkční poruchy vedoucí k nedostatečnému příjmu potravy, pokud trvá déle než 10 dní a pokud se předpokládá, že příjem bude omezen o min 25%
- současně se musí jednat o pacienta v riziku malnutrice (BMI pod 18,8 nebo váhový úbytek víc jak 5 % za měsíc nebo 10 % a poslední 3 měsíce)
- předepisuje vždy nositel licence F016 (za výjimečných podmínek onkolog na základě nutričního screeningu PSNP s výsledným skóre 2,3 nebo 4) (Obrázek 10).

Enterální výživu obohacenou o  $\omega$ -3 MK můžeme rozdělit na:

- imunomodulační (3 g/500ml) například Nutricomp® Energy (BBRAUN)
- standardní s rybím olejem (3 g/1500ml)

Farmaceutické společnosti dnes nabízí celou řadu orálních nutričních doplňků s imunomodulačními účinky a vysokou hladinou  $\omega$ -3 MK (graf X).

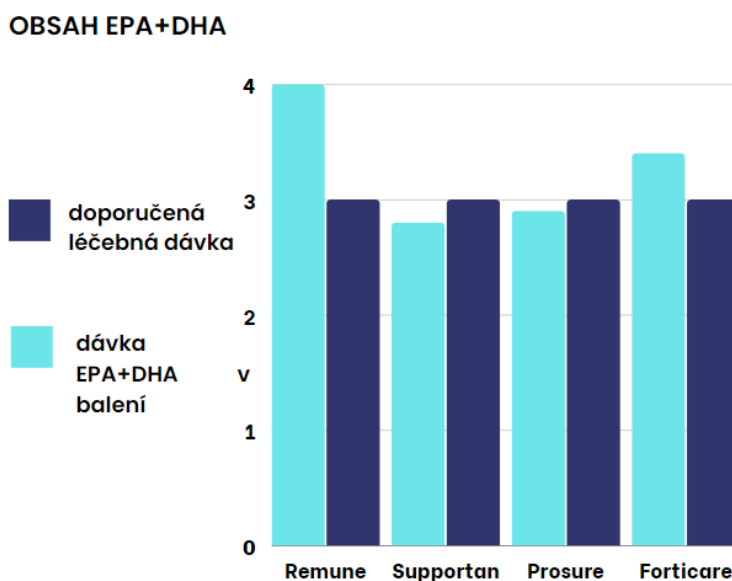
Společnost **Abbot Nutrition** uvedla ve svém portfoliu výrobek *Prosure*. Přípravek nabízí 1,1 g  $\omega$ -3 v jedné dávce. Denně jsou doporučeny 2 balení. Výrobek je vyráběn v příchutích čokoláda, vanilka, banán, káva a lesní ovoce. Velikost jednoho balení je 220 ml. Produkt je za specifických podmínek hrazen ze zdravotního pojištění. V případě plné úhrady ze strany pacienta je cena za produkt 65-70 Kč.

Společnost **Nutricia** nabízí pro onkologické pacienty speciální výživu nazvanou *FortiCare*. Ve svém průzkumu si nechali přímo onkologickými pacienty zvolit příchutě, které jsou dlouhodobě snesitelné. Nabízí proto tento produkt v příchutích cappuccino, pomeranč a citron, broskve a zázvor. Balení má malý objem – jen 125 ml což může být v obdobích nechutenství výhodou. Obsah  $\omega$ -3 MK je 1,1 g v balení. Denně se doporučují 3 balení přípravku FortiCare. Cena bez doplatku bývá mezi 60-80 Kč.

Vysokokalorická nutričně kompletní perorální tekutá výživa s názvem *Supportan* obsahuje v jednom balení 200 ml až 1,4 g EPA+DHA. Výrobcem doplňku je společnost Fresenius. Supplement je nabízen v široké škále chutí. Denně se doporučují 2 balení a doplatková cena v případě plné úhrady za jeden kus je 62 Kč.

Domácí portfolio imunostimulace doplnil v posledních letech přípravek REMUNE výrobce B.Braun. Jeho složení vzniklo na základě dialogu výrobce, odborníků na výživu onkologických pacientů a samotných pacientů. Základem je ovocný koncentrát a ostatní makronutrienty jsou obsaženy jen v takové míře, aby se udržela dobrá konzistence jak při pokojové teplotě, tak u chlazeného nápoje. Remune obsahuje 2 g EPA+DHA v jednom balení. V případě plné úhrady je cena stanovena na 69-80 Kč.

**Graf 18:** Obsah EPA+DHA v nutričních doplňcích se zvýšeným obsahem omega 3 MK



Tabulka 5: Srovnání perorálních nutričních suplementů obohacených o omega 3

SROVNÁNÍ SUPLEMENTŮ S VYŠŠÍM OBSAHEM OMEGA 3

	PROSURE	FORTICARE	SUPPORTAN	REMUNE
Objem 1 ks (ml)	220	125	200	200
Doporučených dávek/den	2	3	2	2
Energie (kcal/den)	560	600	600	444
EPA+DHA	2,9	3,4	2,8	4
Výrobce	Abbot Nutrition	Nutricia	Fresenius	B.Braun
Hrozeno ze ZP	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Zdroj: Vlastní zpracování

Obrázek 10: Dotazník hodnocení nutričního rizika

**DOTAZNÍK HODNOCENÍ NUTRIČNÍHO RIZIKA**

**VYPLNÍ PACIENT**

DNEŠNÍ DATUM

JMÉNO A PŘÍJMENÍ  VĚK  roků

1. Před 1/2 rokem jsem vážil/a (odhadem)  kg  
Nyní vážím  kg

2. Má výška je  cm

3. Jím podobně jako dříve   
Jím teď o hodně méně

**VYPLNÍ LÉKAŘ**

**NUTRIČNÍ RIZIKO**

1. Hubnutí  0  1 Významný je úbytek o 10% za 6 měsíců

2. Hubenost  0  1 Významně je BMI < 20 (strana 2 dotazníku)

3. Malý příjem stravy  0  1 Významný je pokles pod 1/2 porce

4. Nutričně riziková diagnóza/léčba  0  1 Viz stranu 2 dotazníku, věk > 60 let a závažné komorbidity

Součet rizik

**SOUČET RIZIK A DALŠÍ POSTUP**

**OZNAČTE**

**1** Obecné dietní rady, edukační materiál

**2 – 4** Doporučen sipping

Doporučena konzultace nutričního terapeuta

Doporučeno vyšetření v nutriční ambulanci

Jméno a podpis lékaře

**PSNPO**  
Pracovní skupina nutriční péče v onkologii

**POKYNY K VYPLNĚNÍ**

- Dejte prosím pacientovi k vyplnění v čekárně
- Formulář v ordinaci převezměte a vyplňte dle uvedených údajů lékařskou část dotazníku
- Sečtěte počet rizik
- Zvolte adekvátní řešení, v případě skóre > 1 je to nezbytné
- Založte do dokumentace pacienta

**Body Mass Index (BMI)**

100	46	41	37	33	30	27	25	23	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	
90	41	37	33	30	27	25	23	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	0	
80	37	33	30	27	25	23	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	0	0	
70	33	30	27	25	23	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	0	0	0	
60	29	27	25	23	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	0	0	0	0	
50	25	23	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	
40	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	5	4	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**Nutričně rizikové diagnózy**

Nádory ORL	C00 – 14, C31 – 32
Nádory jícnu	C15
Nádory žaludku	C16
Nádory pankreatu	C25
Nádory plic	C33 – 34

**Nutričně riziková léčba**

Emetogenní chemoterapie
Některé typy radioterapie

**PSNPO**  
Pracovní skupina nutriční péče v onkologii

## 6.6 Úloha omega 3 mastných kyselin ve výživě onkologického pacienta

Příjem  $\omega$ -3 PUFA ve stravě je ve světové dospělé populaci nízký u více než 90 % obyvatel (Vermunt, & Zock, 2007). Nepříznivý bývá i poměr  $\omega$ -6 a  $\omega$ -3 PUFA ve stravě (16:1 až 20:1 – žádoucí je 5:1 až 2:1.).

V systematické analýze zahrnující 266 zemí shrnuli autoři (Micha et al., 2021) doporučenou denní potřebu  $\omega$ -3 MK pro běžnou dospělou populaci následovně (tabulka 6)

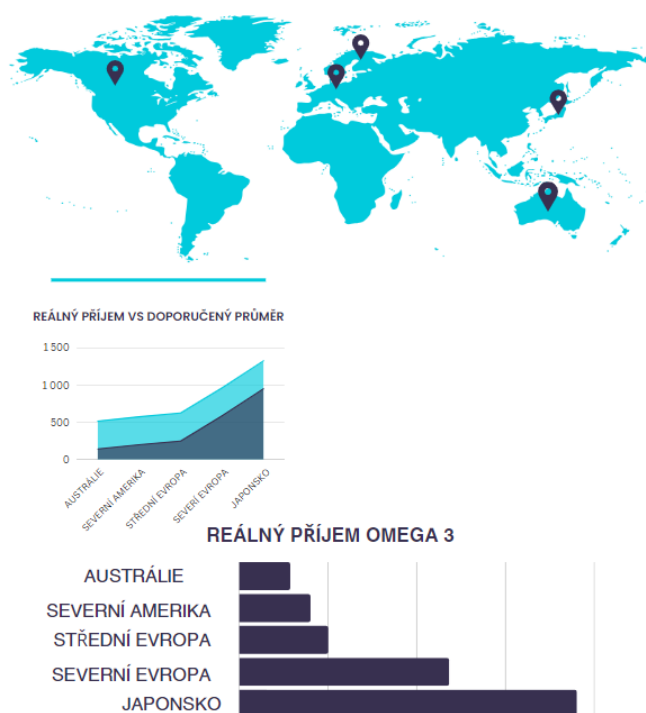
**Tabulka 6:** Doporučené dávky PUFA dospělé zdravé dle jednotlivých institucí

**DOPORUČENÉ DÁVKY OMEGA 3 PRO ZDRAVOU POPULACI**

	ROK	MG/D	DOPORUČENÉ SLOŽENÍ
D-A-CH	2021	250	EPA+DHA
FAO	2010/2	250-500	EPA+DHA
AFFSA	2010	500	EPA+DHA
SACN	2004	450	PUFA
WHO	2003	200-500	EPA+DHA

Vermunt&Zock ve své studii zpracovali průměrný reálný příjem EPA+DHA (mg/d) v běžné dospělé populaci dle jednotlivých regionů.

**Graf 19:** Srovnání doporučené denní dávky  $\omega$ -3 MK a skutečného příjmu dle regionů



Samotná suplementace  $\omega$ -3 MK proto předpokládá pravděpodobnost vysokého účinku.

Je známo, že polynenasycené mastné kyseliny s dlouhým řetězcem  $\omega$ -3 PUFA, konkrétně kyselina dokosahexaenová (DHA) a eikosapentaenová (EPA) snižují zánět, což se pozitivně odráží v mnoha zdravotních odvětvích.

Jsou známy i důkazy o prospěšnosti v oblasti kognitivního zdraví, úbytku svalové hmoty související s věkem i léčbou rakoviny. Důležité je ovšem zmínit, že údaje o účincích  $\omega$ -3 PUFA jsou v mnoha ohledech nekonzistentní, a to kvůli několika faktorům, které se v provedených studiích liší. Patří zde například dávkování, načasování, doba užívání, další příjem živin nebo výchozí hodnoty PUFA (Troesch et al., 2020).

V onkologii však chybí velká klinická studie, která by efekt  $\omega$ -3 PUFA jednoznačně prokázala. Existuje však řada menších nezaslepených studií, kde ale ne všechny efekt prokázaly.

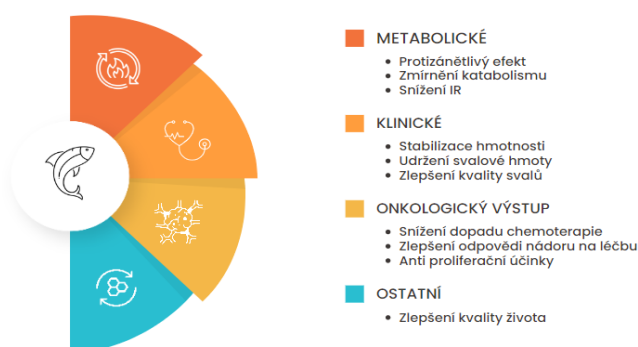
V dostupných studiích pak narážíme na problémy jako jsou:

- compliance  $\omega$ -3 PUFA ve formě sippingu je v onkologii nízká
- hladiny DHA a EPA nejsou vždy měřeny (EPA  $\geq$ 1,6 % fosfolipidů plazmy)
- optimální dávka je závislá na obvyklém příjmu
- roli hraje i genetická determinace
- průměrný příjem je nižší než předepsaná dávka

**Zdůvodnění příznivých účinku tedy vychází spíše z teoretických a experimentálních studií.**

**Obrázek 112:** Potenciální příznivé účinky  $\omega$ -3 PUFA při nádorovém onemocnění

Potencionální pozitivní účinky  $\omega$ -3 PUFA při protinádorové léčbě



Zdroj: Miroslav Tomiška (2018)

European Society for Clinical Nutrition and Metabolism (ESPEN) ve svých pokynech pro onkologii vydali v roce 2021 následující doporučení:

- **suplementace  $\omega$ -3 PUFA nebo rybího oleje je doporučena u pacientů s nutričním rizikem při chemoterapii**

ESPEN ve svém doporučení vycházel právě ze silných teoretických zdůvodnění a podložených dokladů z experimentálních studií. Má se za to, že suplementace rybího oleje je bezpečná.

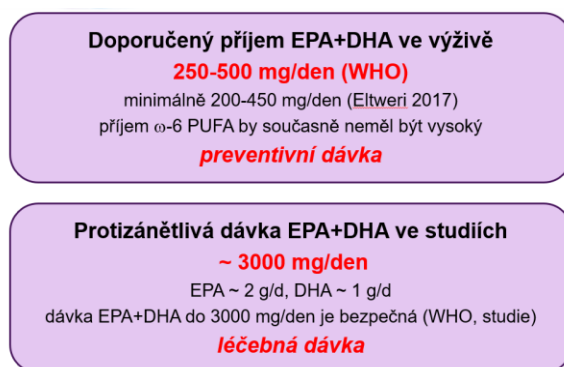
**Efekt  $\omega$ -3 PUFA se dále zvyšuje s anabolickou intervencí-jako je posilování nebo suplementace aminokyselin-a s protinádorovou léčbou.**

Pro metabolický účinek je jednoznačně rozhodující dávkování a celkový obsah EPA a DHA. Obě tyto PUFA mají ale odlišné metabolické funkce při regulaci zánětu.

Zatímco EPA spíše snižuje účinek prozánětlivých cytokinů, DHA se spíše podílí na ukončení zánětu a působení v nervové tkáni.

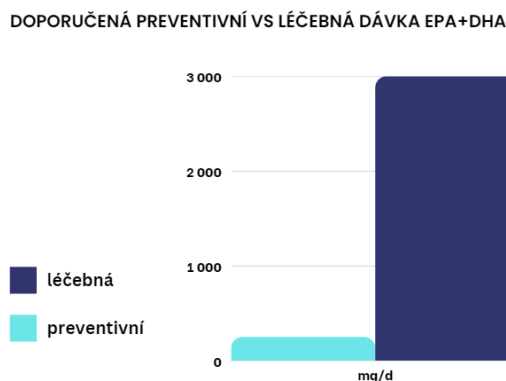
Pro samotné dávkování je tak důležitý součet obsahu EPA a DHA. Obsah EPA a DHA v suplementech z rybího oleje ale rovněž závisí na druhu ryby a oblasti a sezóně rybolovu.

**Obrázek 12:** Doporučená dávka  $\omega$ -3 PUFA preventivní vs léčebná dávka



*Zdroj: Tomiška (2018)*

**Graf 20:** Grafické srovnání doporučené preventivní vs léčebné dávky EPA+DHA



S ohledem na patofyziologické důvody, kdy se efekt zvýšené suplementace plně rozvine až po začlenění omega 3 MK do buněčných membrán je doporučeno užívat omega 3 MK v doporučené dávce minimálně 4 týdny.

## **Praktická část**



## 7 Cíle práce a hypotézy

Cílem diplomové práce bylo prostřednictvím dotazníků a jídelních plánů zjistit příjem omega 3 mastných kyselin u onkologických pacientů a následně jej porovnat s hodnotami v běžné populaci a doporučenými standardy. Důraz bude také kladen na zhodnocení výstupů z profesionálních nutričních programů a jejich porovnání s validovanými databázemi. Součástí práce je také zkoumání znalosti hlavních potravinových zdrojů omega 3 mastných kyselin mezi onkologickými pacienty.

### 7.1 Pracovní hypotézy

**Primární hypotéza: Pacienti s onkologickým onemocněním mají v porovnání s doporučenou léčebnou dávkou nižší příjem omega-3 mastných kyselin.**

Potřeba příjmu omega 3 MK u onkologických pacientů je popsána výše. Jejich význam je jednoznačný a mnoho studií poukazuje na fakt, že jejich role v léčbě rakoviny je významná. I přesto ale většinou těmto pacientům chybí nutriční podpora či edukace. Obecně je výživa v nemoci v ČR málo řešena a jen velmi zanedbatelná část pacientů si dohledává více informací.

**Sekundární hypotéza 1: Povědomí o hlavních potravinových zdrojích omega 3 MK je u onkologických pacientů nízké.**

Povědomí o hlavních potravinových zdrojích omega 3 mastných kyselin u onkologických pacientů je důležité pro správnou stravu a výživu během jejich léčby. Je klíčové, aby pacienti byli informováni o těchto potravinových zdrojích omega 3 mastných kyselin a zahrnovali je do své stravy, pokud je to možné.

**Sekundární hypotéza 2: Srovnání výstupů omega 3 nutrientů z některých profesionálních nutričních systémů dostupných v ČR a validovaných databází bude odlišné.**

Srovnání výstupů omega 3 nutrientů z některých profesionálních nutričních systémů dostupných v ČR a validovaných databází je důležité pro ověření přesnosti a spolehlivosti těchto systémů při poskytování informací o obsahu omega 3 mastných kyselin v potravinách.

Profesionální nutriční systémy jsou softwarové nástroje, které umožňují výpočet nutričních hodnot potravin, včetně obsahu omega 3 mastných kyselin, na základě jejich složení. Tyto systémy jsou používány odborníky v oblasti výživy pro plánování stravy a poskytování doporučení pacientům.

Validované databáze jsou soubory dat, které obsahují přesné a ověřené informace o složení potravin a jejich nutričních hodnotách, včetně obsahu omega 3 mastných kyselin. Tyto databáze jsou vytvořeny na základě vědeckého výzkumu a jsou považovány za spolehlivé zdroje informací o výživě.

Pro srovnání výstupů omega 3 nutrientů z profesionálních nutričních systémů a validovaných databází je potřeba získat data z obou zdrojů a porovnat je. Tímto porovnáním lze zjistit,

zda se výstupy těchto systémů shodují a jaká je jejich přesnost. Pokud existují rozdíly, je důležité analyzovat příčiny těchto rozdílů a zvážit, který zdroj informací je spolehlivější a vhodnější pro použití při plánování stravy pacientů.

Je zásadní, aby odborníci v oblasti výživy používali spolehlivé a ověřené zdroje informací při poskytování doporučení týkajících se obsahu omega 3 mastných kyselin v potravinách.

## 7.2 Metodologie

Design praktické části práce je koncipován jako observační průřezová studie.

Metodou práce sběru dat bylo dotazníkové šetření. Pro potřeby studie byl vypracován dotazník uveden v příloze č.1. Dotazník by zaměřený na sběr informací o stravovacích návycích, potřebě potravin a analýze hlavních potravních zdrojích omega 3 mastných kyselin. Rovněž zahrnoval otázky týkající se četnosti konzumace potravin, jakož i dotazy na fyzickou aktivitu či potravinové doplňky.

Respondenti vyplnili tento dotazník prostřednictvím online formuláře a vyjádřili tím svůj souhlas s účastí ve studii. Jako součást svého vyplněného dotazníku přiložili týdenní jídelníček ve formátu xls nebo jpg. Tyto jídelníčky byly podrobeny analýze pomocí nutričního softwaru NUTRISERVIS (výrobce, země, město).

Následně byla provedena analýza zdrojů omega 3 mastných kyselin, která byla porovnána s validovanými databázemi, jako jsou NUTRIDATABAZE, USDA a FRIDA. Opět doplnit provenience

Sběr dat probíhal od 25.5.2023 do 10.6.2023. Výsledky této studie jsou zpracovány anonymně, takže identita respondentů zůstává utajena.

Výstupy byly statisticky zpracovány, vyhodnoceny a interpretovány. Prezentace proběhla ve formě komentovaných výstupů, grafů a tabulek. Statistický software? Excel?

Studie byla provedena v souladu s Helsinskou deklarací a dobrou klinickou praxí. Provedení bylo schváleno stanoviskem Etické komise VFN, které je přílohou č.3 této diplomové práce.

### 7.2.1 Validované nutriční databáze a profesionální nutriční software

Pro srovnání výstupů nevalidovaných a validovaných databází jsme porovnali hodnoty příjmu omega 3 MK v nutričním software Nutriservis, NutriPro s validovanými databázemi NUTRIDATABAZE, FRIDA a USDA.

Software **Nutriservis** je specializovaný program, který slouží pro správu výživových informací a sledování stravování. Tento software je často využíván profesionály v oblasti výživy, jako jsou dietologové, nutriční poradci nebo trenéři.

Nutriservis umožňuje uživatelům zaznamenávat a analyzovat stravovací návyky a příjem živin. Pomocí tohoto programu lze vytvářet a sledovat stravovací plány, sledovat příjem kalorií a dalších živin, a vytvářet statistiky a reporty o stravování.

Software **Nutriservis** obsahuje rozsáhlou databázi potravin a jejich nutričních hodnot, což usnadňuje uživatelům sledování a plánování stravy. Nutriservis uvádí, že využívá zdroje z české validované databáze nazývané NUTRIDATABAZE.

Dalším nutričním software, který byl zařazen do srovnání byl program **NUTRIPRO** hojně používaný i v nemocnicích (FN MOTOL, FN U Sv. Anny v Brně, TFN).

Nevalidované databáze byly následně porovnány s výstupy z databází validovaných:

**NUTRIDATABAZE** je česká online databáze potravin, která poskytuje informace o nutričních hodnotách a složení potravin. Je vytvořena a udržována Centrem pro databáze složení potravin ČR a podporována Ministerstvem zemědělství.

**FRIDA** (Food Research Integrated Database) je rozsáhlá databáze potravin, která obsahuje informace o nutričních hodnotách a složení potravin z různých zdrojů. Je vyvíjena a spravována výzkumnými institucemi a organizacemi v různých zemích.

Je spravována Výzkumnou skupinou pro výživou Technické univerzity v Dánsku.

**USDA** (National Nutrient Database for Standard Reference) obsahuje detailní informace o tisících potravin, včetně surovin, hotových jídel, nápojů a dalších výrobků. Každá položka obsahuje údaje o obsahu bílkovin, sacharidů, tuků, vlákniny, vitamínů, minerálů a dalších živin.

Databáze USDA je pravidelně aktualizována a rozšiřována o nové potraviny a jejich nutriční informace. Obsahuje také různé varianty potravin, například různé způsoby přípravy, různé porce a další specifikace. Je spravována Ministerstvem zemědělství Spojených států.

## 7.2.2 Vstupní kritéria pro účastníky studie

### Inclusion kritéria:

- Respondenti museli být identifikováni s onkologickým onemocněním. Tímto kritériem se zajistilo, že výzkum byl zaměřen specificky na tuto skupinu pacientů.
- Pro účast ve studii byl vyžadován věk osmnáct let a více. Toto kritérium zajišťovalo, že respondent byl dospělý a schopen poskytnout informace a souhlasit s účastí ve studii.
- Respondenti byli vybíráni na základě nejvyšší četnosti výskytu konkrétního nádorového onemocnění v dané populaci. Tím se zajistilo, že výzkum bude zaměřen na nejčastější typy nádorů.
- Respondenti museli být ve stavu remise, což znamená, že jejich onemocnění bylo dočasně neaktivní a nenacházeli se v aktivní léčbě. Tím bylo zajištěno, že studie se soustředí na pacienty, jejichž stav je stabilizovaný.

## Exclusion kritéria:

- Respondenti byli vyloučeni z výzkumu, pokud měli aktivní onkologické onemocnění, které se nacházelo ve fázi progresu nebo bylo nekontrolovatelné. To znamená, že jejich onemocnění nebylo ve stavu remise a vyžadovalo aktivní léčbu.
- Respondenti s přítomností syndromu nádorové kachexie byli vyloučeni z výzkumu. Pokud některý z respondentů zaznamenal váhový úbytek vyšší než 5 % za poslední 3 měsíce, nebo 10 % za posledních 12 měsíců, byl by ze studie vyloučen. Nikdo z respondentů pokles hmotnosti neuvedl.
- Respondenti, kteří byli v péči na paliativní úrovni, byli vyloučeni z výzkumu. Paliativní péče je zaměřena na zajištění kvality života pacientů s pokročilým nevléčitelným onemocněním a nemusela by odpovídat výzkumným cílům této studie.

Obrázek 15: Schéma vstupních kritérií respondentů



### 7.2.3 Výběr a charakteristika souboru

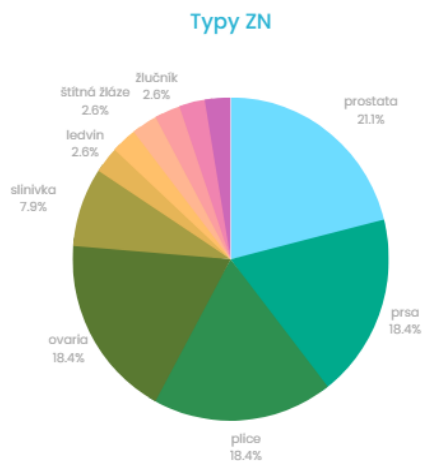
Výběr respondentů výzkumné skupiny probíhal jejich oslovení během přednášek onkologickým pacientům o výživě prováděným v Benešově. Respondenti se sami mohli rozhodnout, zda se chtějí zúčastnit šetření, které bylo anonymní. Respondenti kontrolní skupiny byli osloveni s žádostí o účast ve studii v rámci vlastních kontaktů.

#### 7.2.3.1 Typy ZN

Dotazník vyplnilo celkem 38 respondentů v rámci výzkumné skupiny, z toho 20 žen a 18 mužů. V kontrolní skupině byl dotazník vyplněn 10 respondenty (5 mužů, 5 žen). Nejprve došlo ke sdružení všech účastníků výzkumné skupiny podle typu ZN.

Respondenti uvedli tyto typy ZN:

**Graf 21:** typy ZN dle četnosti

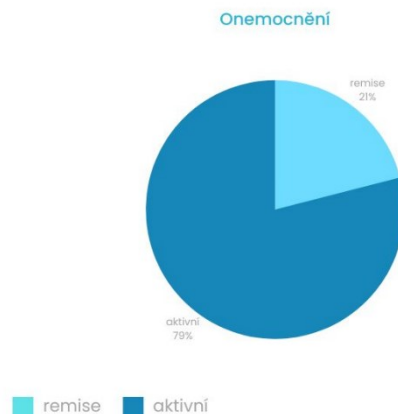


- 8x ZN prostaty
- 7x ZN plic
- 7x ZN prsu
- 7x ZN ovaria
- 3x ZN slinivky
- 1x ZN ledvin
- 1x ZN kořene jazyka
- 1x ZN štítné žlázy
- 1x ZN žlučníku
- 1x ZN zhoubný melanom kůže
- 1x Non-Hodgkin lymfoma

### 7.2.3.2 Projev onemocnění

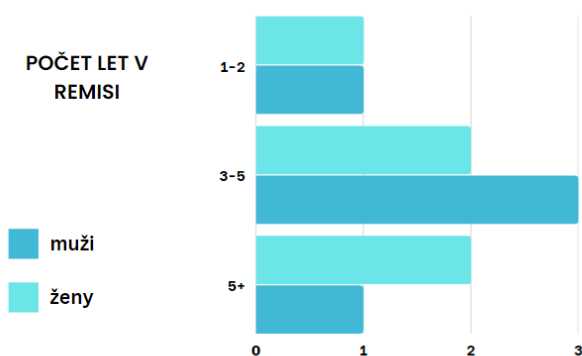
Dalším kritériem bylo rozdělení výzkumníků dle toho, zda se nacházejí v remisi, nebo mají aktivní onemocnění. Z celkového počtu respondentů pak 8 (21 %) z nich aktuálně podstupovalo chemoterapeutickou léčbu a jejich onemocnění bylo aktivní. Zbýlých 30 respondentů se nacházeli v remisi onemocnění.

**Graf č.22:** Rozdělení souboru dle formy onemocnění



V následujícím grafu se můžeme podívat také na strukturu respondentů z výzkumné skupiny dle počtu let strávených v remisi. Nejpočetnější skupina strávila v remisi 3-5 let (50 %). Druhou nejpočetnější skupinou byli respondenti v období pět let a více (30 %).

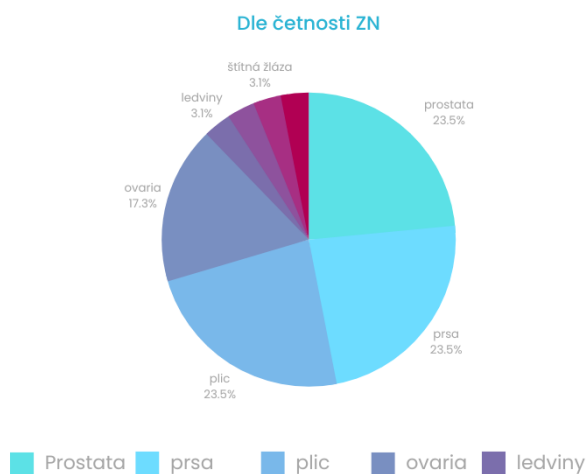
**Graf č.23:** Rozdělení respondentů dle doby v remisi



### 7.2.3.3 Četnost ZN

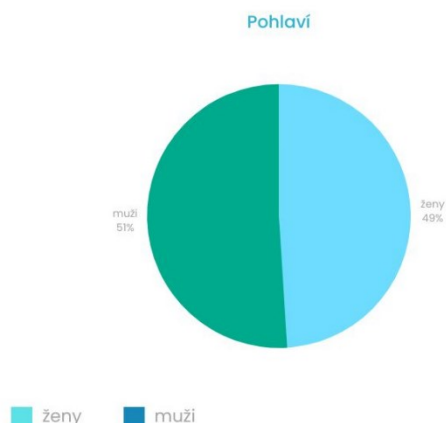
Respondenti výzkumu byli následně seřazeni dle četnosti jednotlivých ZN. Nejčastěji byly u výzkumné skupiny v remisi zastoupeny ZN prostaty 7x (23 %), ZN prsu 7x (23 %), ZN plic 6x (20 %) a ZN ovaria 5x (17 %). ZN ledvin, kořene jazyka, štítné žlázy, žlučníku a melanomu kůže-každý ze ZN 1x (po 3 %).

**Graf č.24:** Rozdělení souboru dle četnosti ZN



Pro výzkum byly vybrány čtyři nejčetnější ZN– prostaty, prsu, ovaria a plic. S těmito typy ZN se registrovalo 12 žen (49 %) a 13 mužů (51 %).

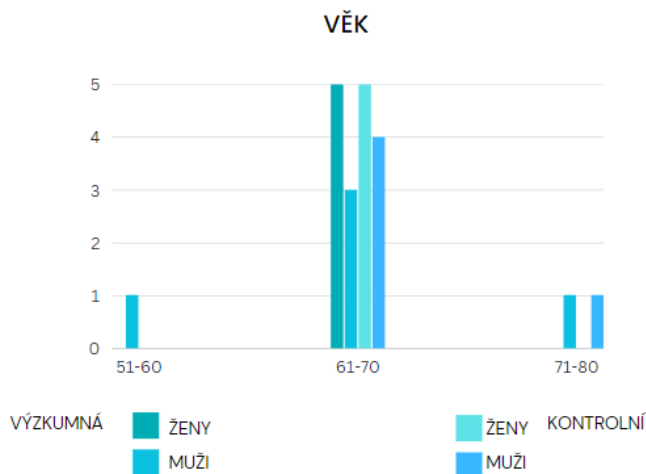
**Graf č.25:** Rozdělení souboru dle pohlaví



#### 7.2.3.4 Věk

Věková struktura těchto respondentů byla od 41 let do 88. Ze středových hodnot bylo vybráno 5 mužů ve věku od 55 do 73 let (medián 70, průměr 65,17 let) a 5 žen ve věku od 61 do 68 let (medián 58, průměr 60,2). Průměrný věk všech respondentů vybraných k výzkumu byl 65,3 let. Věková struktura kontrolní skupiny byla v rozpětí od 61 do 74 let.

**Graf 26:** Rozdělení souboru dle věku respondentů



Podrobnější informace o věkovém složení lze nalézt v grafu č. 26. Největší zastoupení ve vybrané skupině mají ženy i muži od 61-70 let, kteří tvoří 80 % (8) z celkového počtu respondentů výzkumné skupiny resp. 90 % (9) kontrolní skupiny.

**Tabulka 7:** Statistická data věku souboru (v letech)

#### VĚK - OBĚ POHLAVÍ

	PRŮMĚR	MODUS	MEDIÁN	MINIMUM	MAXIMUM	SD
Výzkumná	64,7	55	66	48	77	7,81
Kontrolní	65,9	70	64	61	74	4,25

## 7.2.4 Získání a hodnocení informací

Pomocí vyplněných dotazníků byly od respondentů získány informace týkající se jejich antropometrických vlastností, stravovacích návyků a úrovně fyzické aktivity.

### 7.2.4.1 Antropometrické výstupy

Antropometrické výstupy se týkají měření a hodnocení tělesného složení a rysů pomocí antropometrie, což je studium fyzických rozměrů a tvarů lidského těla.

#### 7.2.4.1.1 Váha

Průměrná váha výzkumné skupiny byla **78,6 kg** U mužů byl průměrný váhový ukazatel 86,8 kg a u žen 70,4 kg. V kontrolní skupině byla průměrná váha **83 kg**, přičemž muži měli průměrnou váhu 91,8 kg a ženy 74,2 kg.

**Tabulka 13:** Váha – obě pohlaví

#### VÁHA - OBĚ POHLAVÍ

	PRŮMĚR	MODUS	MEDIÁN	MINIMUM	MAXIMUM	SD
Výzkumná	78,6	70	79,9	53	101	13,03
Kontrolní	83	71	78,5	61	78,5	16,09

Srovnáme-li tyto výsledky s údaji ze statistiky z roku 2018, které uvádí průměrnou váhu dospělého muže 83,6 kg a ženy 69,2 kg podle Českého statistického úřadu (ČSÚ), vidíme, že průměrná váha respondentů výzkumné skupiny se mírně liší od těchto statistických údajů.



### 7.2.4.1.2 Výška

Průměrná výška výzkumné skupiny byla **173,4 cm**. U mužů byl průměrný výškový ukazatel 182,2 cm a u žen 164,6 cm. V kontrolní skupině byla průměrná výška **172,2 cm**, přičemž muži měli průměrnou výšku 180 cm a ženy 164,4 cm.

**Tabulka 14:** *Výška –obě pohlaví*

#### VÝŠKA - OBĚ POHLAVÍ

	PRŮMÉR	MODUS	MEDIÁN	MINIMUM	MAXIMUM	SD
Výzkumná	173,4	182	174	159	184	9,64
Kontrolní	172,2	186	170,5	159	186	10,43

Porovnáme-li tyto výsledky s údaji z statistického zkoumání faktorů výšky obyvatel České republiky provedeného v roce 2013 ČVUT v Praze, kde je uvedena průměrná výška mužů 180 cm a žen 168 cm, vidíme, že průměrná výška respondentů výzkumné skupiny se liší od těchto statistických údajů.

### 7.2.4.1.3 Index tělesné hmotnosti

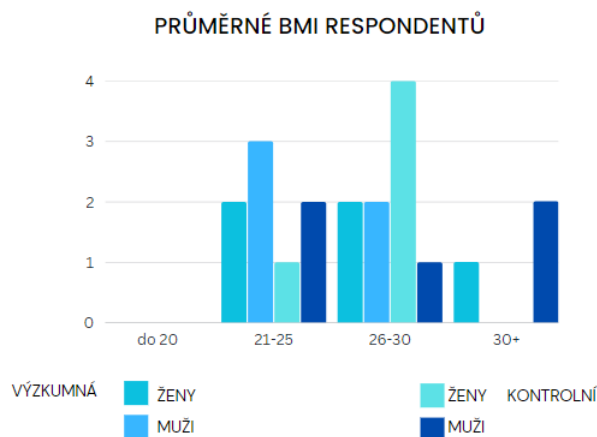
Průměrný index tělesné hmotnosti (BMI) pro obě pohlaví respondentů s onkologickým onemocněním byl **26,02**. U mužů byl průměrný index BMI 26,06 a u žen 25,9. Nejpočetnější skupina respondentů se nacházela v rozmezí BMI 21-25 kg/m<sup>2</sup>, což představovalo 50 % účastníků.

Kontrolní skupina měla průměrnou hodnotu **BMI 27,76**. Muži v průměru 28,12 a ženy 27,4.

Podle statistiky Českého statistického úřadu (ČSÚ) se index tělesné hmotnosti od roku 2017 do roku 2022 zvýšil na celostátní průměr 26,2.

S přibývajícím věkem dochází k proměně struktury těla a BMI se s věkem zvyšuje. Pro věkovou skupinu od 65 let je optimální rozmezí BMI 24-29. Většina účastníků výzkumu se nacházela v této kategorii

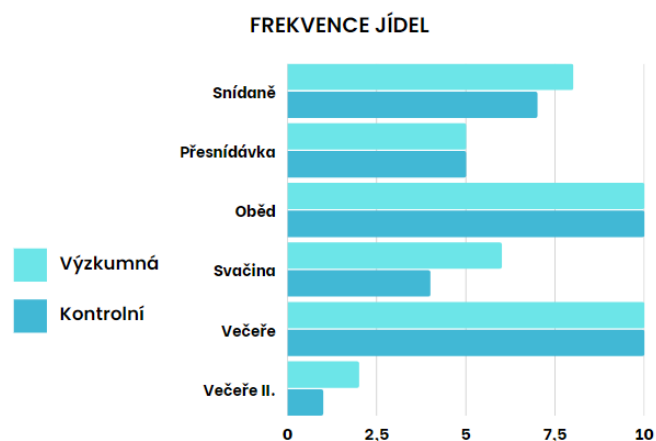
**Graf 29:** *Rozdělení respondentů dle BMI*



### 7.2.4.2 Jídelní zvyklosti

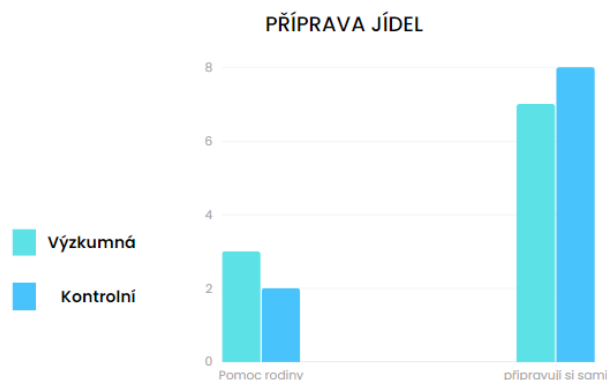
40 % (4) výzkumníků v dotazníku uvádělo, že pravidelně konzumuje 5 jídel denně. U zbytku skupiny byla frekvence stravování méně pravidelná. Kontrolní skupina měla podobnou frekvenci jídel, kdy pouze 50 % (5) respondentů uvádělo, že pravidelně jí v 5 porcích denně. 80 % (8) výzkumníků a 70 % (7) účastníků kontrolní skupiny snídá denně, zatímco 20 % (2) účastníků výzkumného týmu a 10 % z kontrolní skupiny často jí ve nočních hodinách jako druhou večeři.

**Graf 30:** Přehled frekvence jídel respondentů



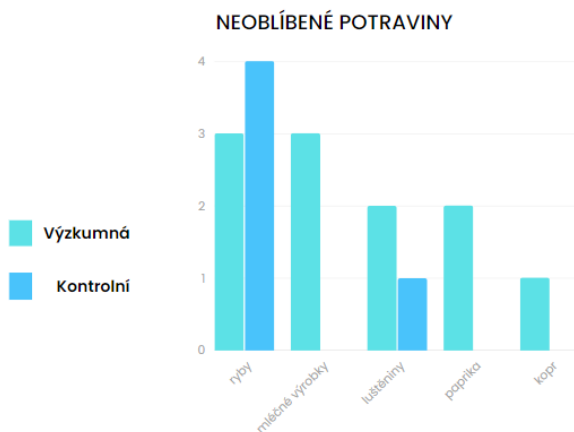
70 % (7) dotázaných z výzkumné skupiny si většinu pokrmů připravují sami, 30 % (3) zbylých je závislé na zajištění jídla rodinnými příslušníky (Graf 31).

**Graf č. 31: Příprava pokrmů**



30 % (3) účastníků výzkumu a 40 % respondentů z kontrolní skupiny uvádělo, že nemají rádi ryby. Mléčné výrobky byly ve výzkumné skupině podobně nepopulární - 30 % (3) osob, zatímco v kontrolní skupině byly tolerovány dobře. Ohledně luštěnin se dva respondenti z výzkumného týmu (20 %) a jeden respondent z kontrolního týmu (10 %) vyjádřili k jejich neoblíbenosti. Dále, 20 % (2) respondentů výzkumu uvedlo, že nemá rádo papriku. Jeden výzkumník také zdůraznil neoblíbenost kopru (10 %) (Graf 32).

**Graf 32: Přehled neoblíbených potravin**



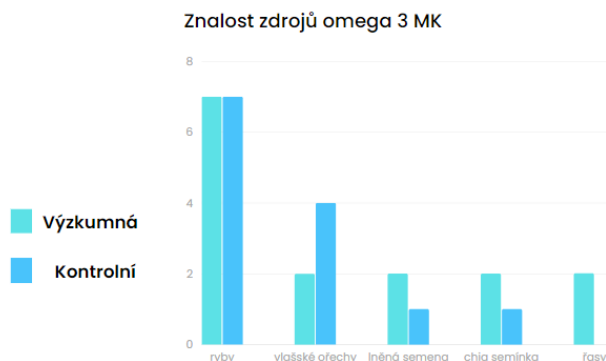
Žádný z dotazovaných nekouří. 60 % (6) účastníků výzkumu uvedlo, že alkohol pijí jen vyjímčně.

#### **7.2.4.3 Povědomí o zdrojích**

Pouze 20 % (2) dotazovaných výzkumníků projevilo povědomí o dalších potravinových zdrojích omega 3 mastných kyselin, mimo tučných ryb. V kontrolní skupině byla situace o něco

lepší, protože 40 % respondentů vykazovalo znalost o dalších zdrojích omega 3 mastných kyselin v potravinách (Graf 33).

**Graf 33:** *Povědomí o zdrojích omega 3 MK*



Nikdo z respondentů výzkumné skupiny nebyl o užívání omega 3 MK edukován v rámci terapie.

#### 7.2.4.4 Pohybová aktivita

40 % (4) respondentů z výzkumného týmu a 60 % (6) z týmu kontrolního sleduje denní spotřebu kroků pomocí chytrých hodinek nebo telefonu. 70 % (5) účastníků výzkumu uvedlo, že každý den ujde minimálně 4 000 kroků, zatímco v kontrolní skupině se tomu věnuje 50 % (5) účastníků a dosahují minimálně 6 000 kroků. V žádné z týmů se nikdo pravidelně nevěnuje odporovému cvičení. V kontrolní skupině se pravidelnému odporovému cvičení věnuje 20 % (2) respondentů. Zvýšená pohybová aktivita byla pozorována u všech 40 % (8) respondentů sezónně v souvislosti s fyzickou prací venku, například v zahradě.

### 7.3 Výsledky

#### 7.3.1 Statistický postup srovnávání

V první fázi analýzy bylo provedena normalitní testování dat pomocí **Shapiro-Wilkova** testu. Z výsledků tohoto testu vyplývá, že některá z našich datových souborů nemají normální rozdělení, jak naznačují p-hodnoty menší než 0,05. Tím se potvrzuje nesplnění předpokladu normálního rozdělení dat

**Tabulka 8:** Vyhodnocení dle Shapiro-Wilkova testu

#### SHAPIRO-WILKŮV TEST

	SKUPINA	TESTOVÉ KRITÉRIUM	STUPNĚ VOLNOSTI	P-HODNOTA
Nutriservis	kontrolní	0,668	9	0,001
	výzkumná	0,733	10	0,002
Nutripro	kontrolní	0,906	9	0,287
	výzkumná	0,692	10	0,001
NUTRIDATABAZE	kontrolní	0,668	9	0,001
	výzkumná	0,694	10	0,001
FRIDA	kontrolní	0,841	9	0,059
	výzkumná	0,843	10	0,049
USDA	kontrolní	0,865	9	0,110
	výzkumná	0,754	10	0,004

Vzhledem k absenci normálního rozdělení dat je vhodné použít neparametrické testování. K porovnání hodnot s normou budeme využívat **Wilcoxonův test**, který se zaměřuje na párová pozorování a porovnává mediány rozdílů mezi dvěma skupinami.

Pro porovnání kontrolní skupiny a výzkumné skupiny, které jsou nezávislé, použijeme **Mann-Whitneyho U test**. Tento test je také neparametrický a nevyžaduje předpoklad normálního rozdělení dat. Pomocí tohoto testu budeme schopni určit, zda existuje statisticky významný rozdíl mezi oběma skupinami.

Použití neparametrických testů, jako je Wilcoxonův test a Mann-Whitneyho U test, nám umožňuje provádět statistické analýzy, aniž bychom museli splňovat předpoklad normálního rozdělení dat. To je zvláště výhodné v případech, kdy máme neparametrická data nebo data ve formě pořadí.

### 7.3.2 Hlavní hypotéza - výsledky

Hlavní výzkumná otázka směřovala k **porovnání příjmu omega 3 MK** u onkologických pacientů a srovnání s doporučenou léčebnou dávkou. Domnívala jsem se, že příjem omega 3 MK kyselin bude u výzkumné skupiny výrazně nižší, než je doporučená léčebná dávka. Pro posouzení jsem vycházela z doporučení léčebné dávky 3.000 mg/d (Tomáška, 2018).

Průměrný denní příjem omega 3 MK ve výzkumné skupině byl pro obě pohlaví stanoven na hodnotě 1,59 g/den, což představuje 53 % doporučené léčebné dávky 3 g/den (DLD).

Podrobnější analýza ukázala, že průměrný denní příjem omega 3 MK u žen dosahoval hodnoty 1,7 g/den, což představuje 57 % DLD. Naopak, u mužů byl zjištěn průměrný denní příjem omega 3 MK ve výši 1,47 g/den, což odpovídá 49 % DLD.

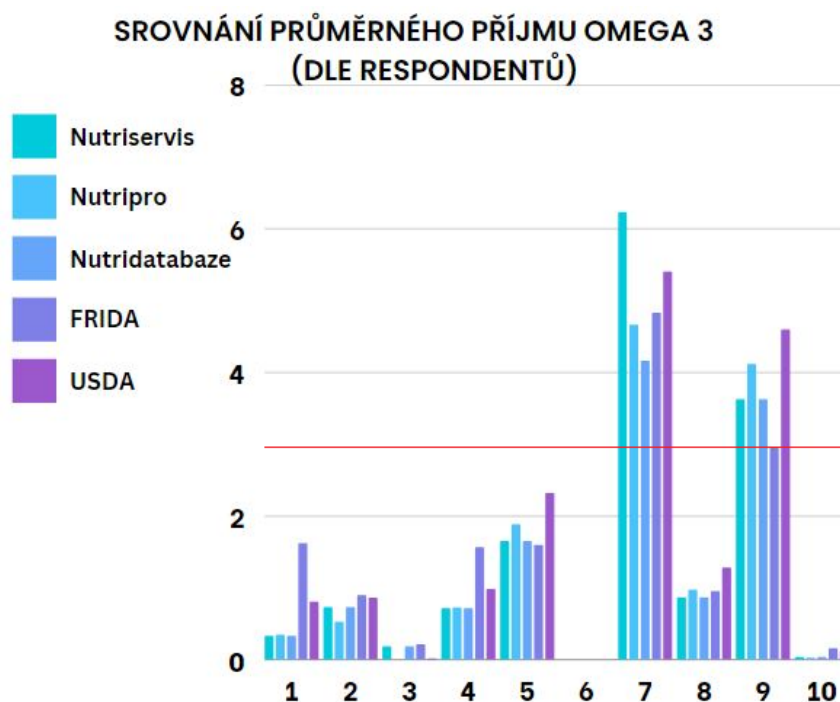
Tato data naznačují, že průměrný denní příjem omega 3 MK ve výzkumné skupině je významně nižší než doporučená léčebná dávka. U žen byl příjem omega 3 MK vyšší než u mužů, ale stále nedosahoval požadované hodnoty. Je tedy vhodné zvážit opatření, která by zvýšila příjem omega 3 MK u výzkumné skupiny a přiblížila se doporučeným hodnotám.

Výsledky ukázaly, že pouze 20 % (2) respondentů ve výzkumné skupině přijímalo průměrně více než je doporučená léčebná dávka pro onkologické pacienty. Většina, konkrétně 70 % (7) respondentů, měla v jídelníčku méně než polovinu doporučené léčebné dávky omega 3 MK. Dalších 10 % (1) respondentů přijímalo průměrně 1,65 g/den, což představuje 55 % doporučené léčebné dávky.

**Na základě těchto zjištění lze konstatovat, že výzkumná skupina obecně nedosahuje doporučené léčebné dávky omega 3 MK.**

Tyto výsledky poukazují na potřebu zlepšit příjem těchto důležitých mastných kyselin u onkologických pacientů a upravit stravovací návyky s ohledem na potravinovou dostupnost a preference jednotlivých respondentů.

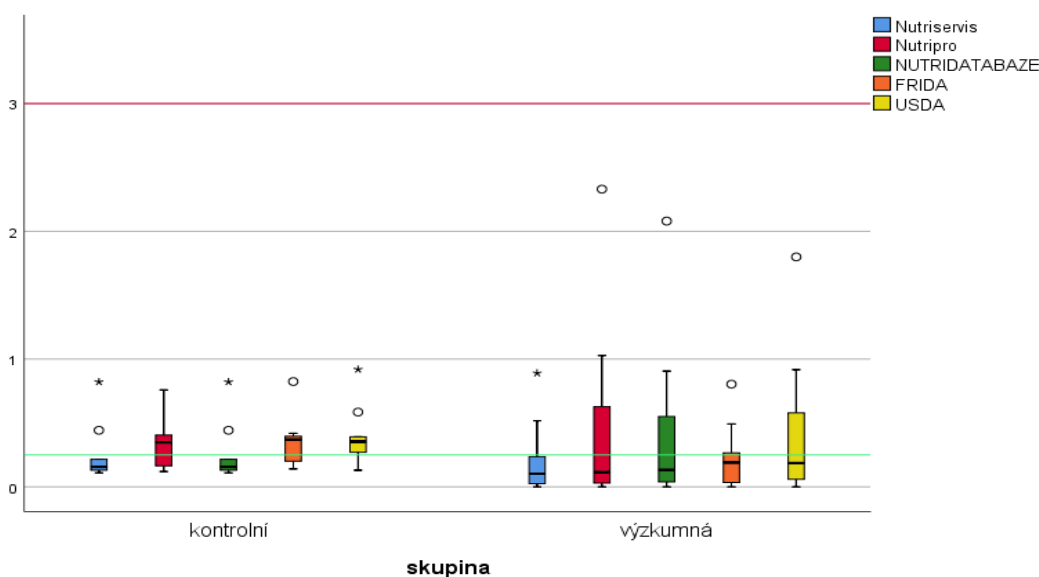
**Graf 37:** Srovnání průměrného denního příjmu



### 7.3.2.1 Statistické srovnání hlavní hypotézy

V grafickém znázornění pomocí krabičkových grafů jsou zobrazeny normy pro příjem látky ve dvou skupinách. Zelenou linií je zaznačena norma pro běžnou populaci, která činí 250 mg/den, zatímco červenou linií je zobrazena norma pro onkologické pacienty podle studie doc.Tomišky (2018), která je stanovena na 3 000 mg/den.

**Graf 34:** Srovnání skupin s doporučenými dávkami



Z grafu je patrné, že v kontrolní skupině, tedy skupině běžné populace, je příjem látky až na jednoho jedince nižší než stanovená norma, kterou znázorňuje zelená linie.

Ve výzkumné skupině se u všech jedinců projevil příjem omega-3 mastných kyselin, který je výrazně nižší než doporučená léčebná dávka. Tato norma je reprezentována červenou linií, která představuje doporučenou léčebnou dávku omega-3 mastných kyselin pro onkologické pacienty.

Kontrolní skupina byla testována pomocí Wilcoxonova znaménkového testu na shodu mediánu s normou, tedy hodnotou 250 mg/den. Z výsledků testu vyplývá, že nelze prokázat odlišnost mediánu od normy (p-hodnoty jsou větší než 0,05).

Wilcoxonův znaménkový test je statistická metoda používaná k porovnání rozdílů mezi dvěma páry párových pozorování. Jedná se o neparametrický test, který je vhodný pro situace, kdy není splněna předpoklad normálního rozdělení dat nebo kdy jsou data ve formě pořadí či kategorií.

Wilcoxonův znaménkový test se zaměřuje na hodnoty rozdílů mezi páry pozorování a testuje, zda je medián těchto rozdílů statisticky významně odlišný od nuly. Při provedení testu se bere v potaz pouze znaménka rozdílů, nikoli jejich absolutní hodnoty.

**Tabulka 9:** Wilcoxonův test pro kontrolní skupinu

### KONTROLNÍ SKUPINA

	NUTRISERVIS	NUTRIPRO	NUTRIDATABAZE	FRIDA	USDA
Medián	0,1643	0,3508	0,1643	0,3809	0,3536
p-hodnota Wilcoxova testu	0,959	0,114	0,959	0,059	0,086

Výzkumná skupina byla rovněž testována pomocí Wilcoxonova znaménkového testu na shodu mediánu s normou, tedy hodnotou 3000 mg/den. Z výsledků testu vyplývá, že existuje odlišnost mediánu od normy (p-hodnoty <0,001) a to u všech databází.

**Tabulka 10:** Wilcoxonův test pro výzkumnou skupinu

### VÝZKUMNÁ SKUPINA

	NUTRISERVIS	NUTRIPRO	NUTRIDATABAZE	FRIDA	USDA
Medián	0.1031	0.1137	0.1324	0.1909	0.1862
p-hodnota Wilcoxova testu	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

Tento výsledek naznačuje, že ve zkoumané populaci je obecně nedostatečný příjem této látky, a to jak v běžné populaci, tak i mezi onkologickými pacienty.



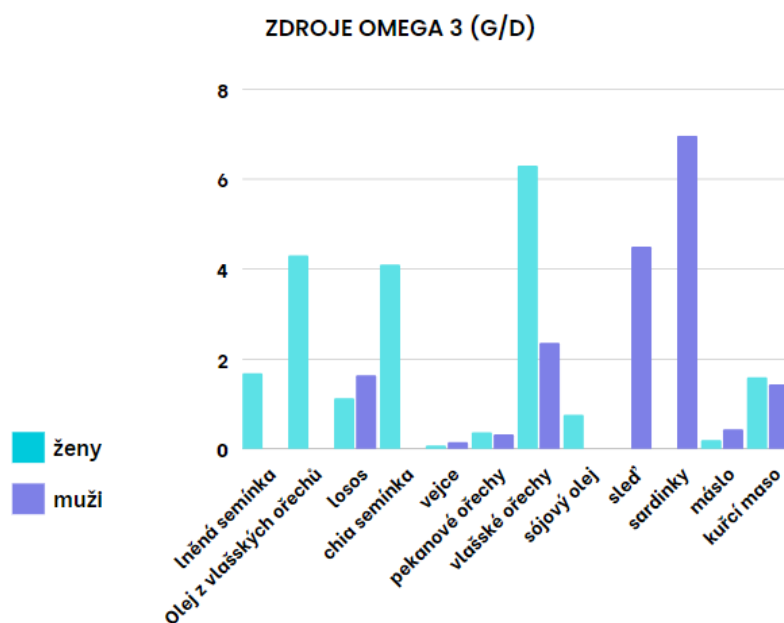
### 7.3.3 Dílčí hypotézy - výsledky

Jako dílčí hypotézu jsme vyhodnocovali povědomí výzkumné skupiny o potravinových zdrojích omega 3 MK. Hypotéza vycházela z předpokladu, že povědomí o zdrojích omega 3 MK je u onkologických pacientů nedostačující.

U žen bylo zjištěno, že v průměru přijímají 2,905 gramů omega 3 MK za den z rostlinných zdrojů, jako jsou vlašské ořechy, chia semínka nebo lněná semínka. Naopak ženy výzkumnice v průměru přijímaly pouze 0,496 g omega 3 MK za den z živočišných zdrojů.

Průměrný denní příjem omega 3 MK u mužů ve výzkumné skupině pocházel převážně z živočišných zdrojů byl zjištěn na hodnotě 2,512 g. Tento příjem byl nejčastěji získáván z ryb, jako jsou sledř, sardinky a losos, které jsou známé svým vysokým obsahem omega 3 MK. Na druhou stranu, příjem omega 3 MK z rostlinných zdrojů byl pouze omezený a dosahoval průměrně 0,446 g denně.

**Graf 38:** Zdroje omega 3 MK



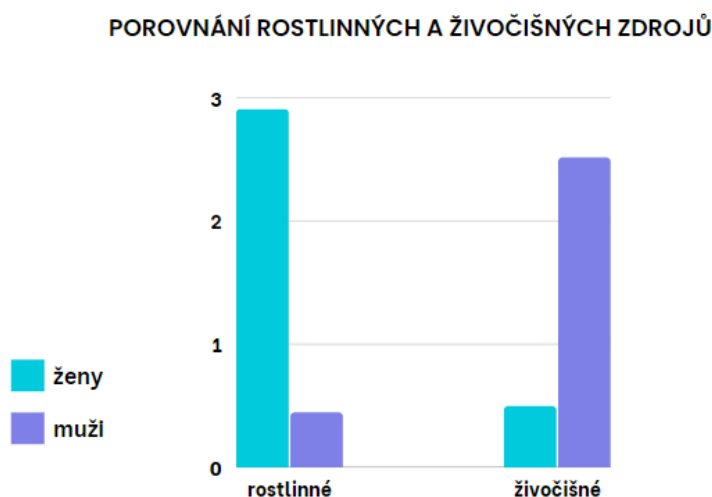
Získaná data naznačují, že muži ve výzkumné skupině preferují příjem omega 3 MK z živočišných zdrojů, především ryb. Ryby jsou bohatým zdrojem těchto důležitých mastných kyselin a konzumace ryb přispívá k vyššímu příjmu omega 3 MK u mužů. Naopak, příjem omega 3 MK z rostlinných zdrojů je u mužů omezený.

Na druhou stranu, výsledky ukazují, že ženy ve výzkumné skupině se zaměřují převážně na rostlinné zdroje omega 3 MK a jejich příjem z těchto zdrojů je relativně vysoký. Naopak, ženy výzkumnice vykazují nižší příjem omega 3 MK z živočišných zdrojů.

Tento rozdíl mezi muži a ženami ve výzkumné skupině naznačuje odlišné preference při výběru zdrojů omega 3 MK. Je důležité sledovat a zlepšovat celkový příjem omega 3 MK

u obou skupin, aby se zajistilo vyvážené a dostatečné zásobení těmito důležitými mastnými kyselinami.

**Graf 39:** Srovnání rostlinných a živočišných zdrojů



Z dotazníkové šetření vyplývá, že pouze 20 % výzkumných respondentů má povědomí o jiných zdrojích omega 3 MK, než jsou ryby (Graf 33).

Další pracovní hypotézou byl předpoklad, že existují významné rozdíly mezi výstupy z validovaných databází a záznamy z nutričních softwarů.

Pro porovnání databází jsme využili metody jako medián, průměr a směrodatnou odchylku. Srovnání databází jsme provedli pomocí párového testu, konkrétně jsme použili Friedmanův test pro statistické srovnání.

Z výsledků tohoto testu vyplývá, že p-hodnota dosáhla veličiny **0,317**. Na základě statistického zpracování dat lze konstatovat, že mezi sledovanými databázemi neexistuje prokazatelně statisticky významný rozdíl.

Je však třeba zdůraznit, že tento výsledek je ovlivněn velmi malým počtem vzorků, které jsme měli k dispozici.

Zvláště v software NutriPro jsou zaznamenány nedostatečné informace o omega 3 nutrientech, což může ovlivnit správnost a úplnost analýzy těchto živin. Tento nedostatek může být způsoben neaktuálností databáze, nedostatečnou specifikací omega 3 nutrienty v softwaru nebo nedostatečným množstvím zdrojů, které byly do databáze zahrnuty.

### 7.3.3.1

#### 7.3.3.1 Statistické srovnání validovaných a nevalidovaných databází

Srovnání databází pomocí mediánu, průměru a směrodatné odchylky je patrné z tabulky níže. Pro srovnání byl použit párový test.

Tabulka 12: Srovnání databází

#### SROVNÁNÍ DATABÁZÍ

	NUTRISERVIS	NUTRIPRO	NUTRIDATABAZE	FRIDA	USDA
Medián	3,19	1,90	2,78	2,10	1,73
Průměr	5,96	4,97	4,65	5,58	6,56
Směrodatná odchylka SD	6,89	6,39	5,43	6,55	7,84

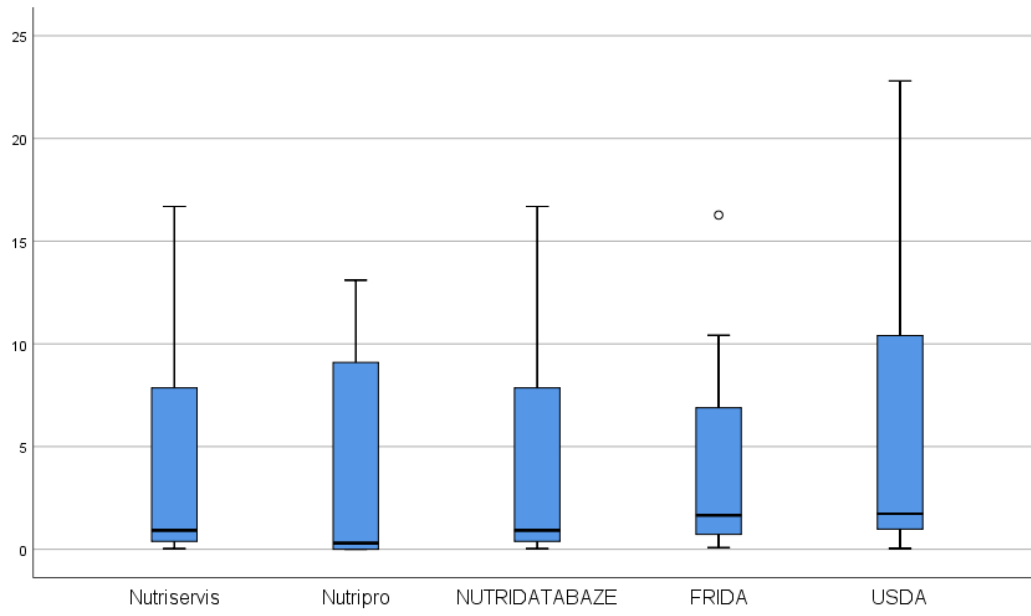
Ke statistickému srovnání byl použit *Friedmanův test* – neboť porovnáváme stejné produkty měřené různými metrikami, a protože vzorek není dostačující. Z Friedmanova testu vyplývá, že mezi databázemi není prokazatelný statisticky významný rozdíl (p-hodnota 0,317).

#### Friedmanův test

$\chi^2$	df	p
4.72	4	0.317

I z grafického srovnání, které nabízí následující krabíčkový graf je patrné, že se databáze příliš neliší.

Graf 36: Srovnání databází



## 8 Diskuze

Tato diplomová práce se zabývala výzkumem stravy a výživy onkologických pacientů a zaměřila se konkrétně na analýzu dietního příjmu omega-3 mastných kyselin, které jsou známé pro své potenciální zdravotní přínosy.

Hlavním cílem této diplomové práce bylo analyzovat a zhodnotit dietní příjem omega-3 mastných kyselin u pacientů s onkologickým onemocněním.

V rámci studie byly shromážděny a analyzovány dostupné důkazy z literatury a provedené statistické analýzy relevantních dat.

Nádorová onemocnění jsou jednou z hlavních příčin úmrtí ve světě. V roce 2020 bylo celosvětově diagnostikováno přes 19 milionů nových případů rakoviny. Nejčastějšími typy rakoviny byly rakovina prsu, rakovina plic a rakovina kolorekta. V České republice je ročně diagnostikováno přibližně 60 000 pacientů se zhoubným novotvarem. Prevalence nádorových onemocnění také stoupá, a to zejména kvůli nárůstu incidence. I když se mortalita spojená s rakovinou v ČR v posledních letech snižuje, bylo v roce 2019 téměř každé 4. úmrtí v ČR způsobeno onkologickým onemocněním.

Celosvětově bylo v roce 2020 odhadováno téměř 10 milionů úmrtí na rakovinu, přičemž nejvíce lidí zemřelo na rakovinu plic, rakovinu kolorekta a rakovinu jater. Rakovina prsu představuje jednu z nejčastějších příčin úmrtí u žen, zatímco u mužů jsou nejčastějšími příčinami úmrtí rakovina plic a rakovina prostaty.

Rakovina je významnou příčinou úmrtí ve světě, a je potřeba zlepšit prevenci, diagnostiku a léčbu tohoto onemocnění.

Polynenasycené mastné kyseliny (PUFA) jsou speciálním typem mastných kyselin obsahujících více než jednu dvojnou vazbu v jejich uhlovodíkovém řetězci. Tyto mastné kyseliny mají významný vliv na lidské zdraví a jsou nezbytné pro správné fungování organismu. PUFA mají různorodé biologické funkce, které zahrnují podporu zdravého srdečně-cévního systému, snižování zánětu, posilování imunitního systému a podporu správné funkce mozku. Jejich význam a dopad na lidské zdraví jsou stále předmětem výzkumu a studií.

PUFA se dělí na omega-3 mastné kyseliny a omega-6 mastné kyseliny. Omega-3 mastné kyseliny zahrnují kyselinu  $\alpha$ -linolenovou, eikosapentaenovou (EPA) a dokosahexaenovou (DHA). Omega-6 mastné kyseliny zahrnují kyselinu linolovou, která se dále přeměňuje na kyselinu arachidonovou.

Nejvýznamnější potravní zdroje  $\omega$ -3 mastných kyselin jsou zejména mořské plody. Konzumace ryb a mořských plodů je doporučena alespoň dvakrát týdně pro běžnou populaci a 1-2 ryby týdně jako prevence kardiovaskulárních onemocnění. Rostlinné zdroje  $\omega$ -3 mastných kyselin zahrnují sezamový olej, chia semínka, vlašské ořechy, konopná semínka a řepkový olej.

DHA je hojně zastoupena v tučných rybách jako losos, makrela nebo sled', ale také v krillu, vaječném žloutku a řasách. Je klíčová pro správný vývoj mozku, zraku a nervového systému, a doporučuje se zejména těhotným ženám a kojícím matkám.

EPA je obsažena v tučných rybách, jako je sled', losos, sardinka, tuňák a ančovičky. Má protizánětlivé vlastnosti a přispívá k udržování zdravého srdečně-cévního systému. Rostlinné zdroje  $\omega$ -3 mastných kyselin, zejména řasy a mikrořasy, jsou alternativou

Stav poznání v oblasti výzkumu příjmu omega-3 mastných kyselin a jejich účinků je založen na několika studiích, které zkoumají různé aspekty této problematiky. Zvířecí studie ukázaly, že doplnění stravy o EPA a DHA snižuje produkci eikosanoidů odvozených z kyseliny arachidonové, což podporuje protizánětlivé účinky omega-3 mastných kyselin.

Výzkumy prováděné s lidskými dobrovolníky popisují snížení produkce zánětlivých prostaglandinů po dlouhodobém užívání doplňků stravy obsahujících omega-3 mastné kyseliny, což naznačuje příznivý vliv těchto kyselin na zánětlivé procesy.

Studie prováděné u pacientů s revmatoidní artritidou a idiopatickými střevními záněty také ukazují na pozitivní účinky omega-3 mastných kyselin obsažených v rybím tuku, což se projevuje snížením zánětu a zlepšením příznaků u pacientů.

Dále je zmiňováno, že účinky omega-3 mastných kyselin jsou závislé na dávkách. Byly zdůrazněny protizánětlivé účinky u pacientů s astmatem, ale v některých studiích neprokázaly přínos. Dávka EPA mezi 1,35 a 2,7 g denně může ovlivnit produkci zánětlivých prostaglandinů.

Výzkumy zaměřené na makrofágy myši krmených rybím tukem a neutrofilů lidí užívajících omega-3 mastné kyseliny prokázaly zvýšenou tvorbu leukotrienů 5. řady, které jsou spojeny s patologickými stavy, jako je astma a zánětlivá onemocnění střev.

Je také známo, že mediátory odvozené z EPA jsou méně biologicky aktivní než mediátory odvozené z kyseliny arachidonové, což je způsobeno nižší afinitou eikosanoidových receptorů k mediátorům z EPA než k mediátorům z kyseliny arachidonové.

**I když existuje variabilita výsledků mezi jednotlivými studiemi, lze konstatovat, že existuje podpora pro účinky omega-3 mastných kyselin na snížení zánětu a produkci zánětlivých eikosanoidů. Optimální dávky a poměr EPA a DHA však stále vyžadují další výzkumy a stanovení specifických doporučení.**

### **8.1.1 Doporučení pro budoucí výzkum**

Pro budoucí výzkum by bylo vhodné provést studii s významným vzorkem pacientů, aby bylo možné získat reprezentativnější data a zvýšit statistickou významnost výsledků.

Dotazníkové šetření by mělo být vypracováno při osobním pohovoru, aby se eliminovalo nepochopení nebo špatná interpretace otázek a zároveň by mělo být doplněno objektivnějšími metodami, jako například měření koncentrace omega 3 mastných kyselin v plazmě.

Obsáhlejší a přesnější data by poskytla přesnější informace o skutečném dietním příjmu omega 3 a umožnila by lépe zhodnotit vztah mezi příjmem omega 3 a onkologickým onemocněním.

Za uvážení by stálo zařazení pacientů s různými typy nádorů a analýza případných rozdílů ve stravovacích návycích a příjmu omega 3.

Sledování pacientů by také bylo třeba provádět delší dobu, aby bylo možné získat informace o dlouhodobých účincích příjmu omega 3 na progresi onkologického onemocnění a přežití pacientů. To by umožnilo lépe pochopit, zda a jak omega 3 ovlivňuje průběh onemocnění.

Pro zjištění přesného účinku omega 3 na onkologické pacienty je vhodné studii designovat jako zaslepenou a randomizovanou. To umožní srovnání výsledků mezi pacienty užívajícími omega 3 a pacienty, kteří užívají placebo, nebo se nacházejí v kontrolní skupině. Tím se minimalizuje vliv faktorů jako jsou placebo efekt, předcházející léčba a přirozený průběh onemocnění.

Je důležité zohlednit a kontrolovat ostatní faktory, které by mohly ovlivnit průběh onemocnění a přežití pacientů. Toto zahrnuje faktory jako jsou věk, pohlaví, fáze onemocnění, předchozí léčba a další relevantní proměnné. Kontrola těchto faktorů umožňuje lépe izolovat účinky omega 3 a získat přesnější výsledky.

### **8.1.2 Význam pro praxi**

Nedostatek omega-3 mastných kyselin u pacientů s onkologickým onemocněním může mít negativní vliv na jejich zdravotní stav a průběh léčby. Je důležité si uvědomit, že omega-3 mastné kyseliny mají protizánětlivé vlastnosti a mohou pomoci snížit zánětlivé procesy spojené s onkologickým onemocněním. Tyto informace jsou také relevantní pro udržení zdravého stavu kardiovaskulárního systému, což je zejména důležité pro pacienty v průběhu onkologické léčby.

Na základě výsledků studie je evidentní, že je nutné provádět intervence zaměřené na zvýšení příjmu omega-3 mastných kyselin u pacientů s onkologickým onemocněním. Tato opatření by měla zahrnovat edukaci pacientů o výživě a potravinách bohatých na omega-3 mastné kyseliny, stejně jako podporu při vytváření stravovacích plánů, které tyto živiny zahrnují. Odborníci na výživu a zdravotničtí pracovníci by měli hrát klíčovou roli při poskytování informací a podpory pacientům s cílem dosáhnout optimálního příjmu omega-3 mastných kyselin.

Pro dosažení zvýšeného příjmu omega-3 mastných kyselin je možné zvážit různé intervenční strategie. Patří sem například doplňky stravy obsahující omega-3 mastné kyseliny, upravená strava bohatá na potraviny s vysokým obsahem těchto kyselin nebo kombinace obou přístupů. Důležité je však brát v úvahu individuální potřeby pacientů a jejich schopnost tolerovat a přijímat změny ve stravovacích návycích.

V rámci shrnutí lze také poukázat na potřebu dalšího rozvoje specializovaných nutričních ambulancí se zaměřením na onkologické pacienty. Onkologičtí pacienti mají specifické nutriční potřeby, které se odlišují od běžné populace, a vyžadují individuální přístup ke svému

stravování. Existence specializovaných nutričních ambulancí by mohla poskytnout těmto pacientům přístup k odbornému poradenství, vzdělávání a podpoře v oblasti výživy, což by mohlo významně přispět k optimalizaci jejich léčby a zlepšení jejich celkového zdravotního stavu.

Specializovaná nutriční pracoviště by mohla poskytovat komplexní péči onkologickým pacientům v oblasti výživy. Nabízela by odbornou podporu a poradenství týkající se vhodné stravy a doplňkové výživy, která by minimalizovala vedlejší účinky léčby, posilovala imunitní systém a zlepšovala celkovou kvalitu života pacientů. Pracoviště by také spolupracovala s týmem onkologů a dalšími zdravotnickými odborníky, aby zajistila koordinovaný přístup ke stravování a optimalizovala léčebný plán. Je nezbytné rozvíjet tyto specializované pracoviště, která by byla dostupná a integrovaná do komplexní péče o pacienty s onkologickým onemocněním, aby se zlepšila prognóza, kvalita života a výsledky léčby.

Spolu s tímto tématem se otevírá otázka ambulantní nutriční péče z pohledu zdravotních pojišťoven.

Problém nehrazené nutriční péče zdravotními pojišťovkami je vážným omezením pro pacienty, kteří vyžadují specializovanou nutriční podporu. Nutriční péče má významný vliv na výsledky léčby, zlepšuje snášenlivost terapie, minimalizuje vedlejší účinky a zvyšuje kvalitu života pacientů.

Zdravotní pojišťovny by mohly uznávat a hradit nutriční péči jako nedílnou součást komplexní léčby onkologických pacientů. Tím by se zajistila dostupnost specializovaných nutričních služeb, včetně poradenství, sledování výživového stavu, individuálního plánu stravování a případně doplňkové výživy.

Důležité je také zvýšit povědomí a porozumění zdravotních pojišťoven o významu nutriční péče u onkologických pacientů.

V neposlední řadě je nezbytné provádět další výzkum, který potvrdí výhody a účinnost nutriční péče u onkologických pacientů a poskytne silné důkazy pro pojišťovny a zdravotnický personál. Výsledky takového výzkumu by mohly sloužit jako základ pro revizi pojišťovací politiky a zařazení nutriční péče do standardního plánu léčby onkologických pacientů.

Je zde možnost i zřízení specializované instituce, která by se zaměřovala na výživu pacientů s onkologickým onemocněním. Vytvoření takové instituce by mohlo představovat klíčový krok směrem k poskytování komplexní a specializované péče v oblasti výživy v onkologii.

Tato instituce by mohla sloužit jako centrum excelence, které by se věnovalo výzkumu, vzdělávání, poradenství, edukaci a podpoře pacientů v oblasti výživy během onkologického léčení.

Specializovaná instituce by disponovala vyškoleným týmem nutričních odborníků se specializací na onkologické pacienty. Tito odborníci by měli znalosti o specifických výživových potřebách pacientů během různých fází onkologického léčení a byli by schopni poskytnout individuální přístup a plán stravování každému pacientovi na základě jeho specifických potřeb.



Instituce by mohla nabízet poradenství týkající se výběru a přípravy potravin, doporučení pro správné stravování během léčby, podporu při změnách chuti k jídlu a řešení vedlejších účinků léčby, které se týkají stravy. Rovněž by mohla pomoci pacientům s doplňkovou výživou, pokud je to vhodné.

Výzkum by byl dalším důležitým aspektem této instituce. Vědecké studie by se zaměřovaly na zkoumání vztahu mezi výživou a onkologickým onemocněním, hodnocení účinků specifických potravin a živin na průběh onemocnění a vyhodnocení strategií výživy, které by mohly zlepšit výsledky léčby a kvalitu života pacientů.

Kromě toho by tato instituce měla spolupracovat s ostatními zdravotnickými odborníky, onkology a patientskými organizacemi, aby se zajišťovala péče a celostní přístup ke zdravotnímu stavu pacientů. Výstupem by pak mohly být jednotné guidelines pro řešení specifických problémů ve výživě onkologických pacientů.

Založení specializované instituce se zaměřením na výživu onkologických pacientů by přineslo významný přínos v péči o tyto pacienty. Pomohlo by jim optimalizovat výživu, zlepšit snášenlivost léčby, minimalizovat vedlejší účinky a posílit jejich imunitní systém.

Tato instituce by mohla hrát roli klíčového centra pro výzkum, inovace a šíření osvědčených postupů v oblasti nutriční a onkologie.

Specializovaná instituce by také mohla zajišťovat vzdělávání a školení pro zdravotnický personál, aby byl lépe vybaven porozumět nutričním potřebám onkologických pacientů a poskytovat jim odpovídající podporu. Spolupráce s patientskými organizacemi by přispěla k vytvoření prostředí, ve kterém by se pacienti mohli aktivně zapojovat do své vlastní péče a sdílet své zkušenosti a potřeby.

Důležitým cílem této instituce by bylo také prosazovat osvětu o významu správné výživy pro onkologické pacienty veřejnosti a zdravotnického personálu. Informování pacientů a informovaný personál jsou klíčoví pro dosažení lepších výsledků léčby a zlepšení kvality života pacientů během jejich onkologického léčení.

Výsledky této práce potvrzují, že omega-3 mastné kyseliny mají potenciál přinést významné zdravotní přínosy pro onkologické pacienty. Je známo, že příjem omega-3 mastných kyselin je spojen s nižší úrovní zánětu, který je často spojován s řešeními onkologickými onemocněními.

Omega-3 mastné kyseliny také mohou podporovat imunitní systém a snižovat riziko vzniku komplikací spojených s onkologickou léčbou.

Studie rovněž naznačují, že dieta bohatá na omega-3 mastné kyseliny by mohla hrát preventivní roli v boji proti onkologickým onemocněním.

### **8.1.3 Limitace výzkumu**

Limitací výzkumu byl jednak nízký počet participantů, což ovlivňuje reprezentativnost výsledků a možnost zobecnění na celou onkologickou populaci. Další limitací byl omezený vzorek participantů závislý na samo vyplnění dotazníků, což může vést k chybám v interpretaci otázek nebo nepřesným odpovědím.

Rovněž získané jídelníčky mohou být zkresleny nebo nepřesné, a to zejména díky nesprávnému odhadování nebo měření porcí. Také mohlo docházet k nepřesnostem v zápisu jídelníčků s ohledem na zpětný zápis jednotlivých jídel na základě vzpomínek.

## 9 Závěr

Pro dosažení hlavního cíle jsme provedli detailní analýzu stravy a denního dietního příjmu 10 pacientů v remisi onemocnění s různými typy onkologických onemocnění. Výsledky studie ukázaly, že všichni z pacientů s onkologickým onemocněním mají nedostatečný příjem omega-3 mastných kyselin ve své stravě. To je značně znepokojující, protože omega-3 mastné kyseliny mají důležitou roli v prevenci a léčbě onkologických onemocnění.

Dále jsme identifikovali hlavní zdroje omega-3 mastných kyselin ve stravě pacientů. V našich výsledcích se objevily rybí produkty jako hlavní zdroj omega-3 mastných kyselin u mužů, resp. ořechy a semena u žen. Tato zjištění opět poukazují na to, jak je důležité zvýšit povědomí pacientů s onkologickým onemocněním o těchto potravinách a jejich přínosu v rámci nádorového onemocnění.

Pro další výzkum by bylo vhodné výrazně zvýšit počet respondentů výzkumné skupiny a zaměřit se na jejich edukaci, ideálně ve spolupráci s onkologickými ambulancemi. Tímto způsobem by bylo možné získat rozsáhlejší a reprezentativnější data, která by přispěla k lepšímu porozumění výživy a nutriční podpory u onkologických pacientů. Spolupráce s odborníky v onkologických ambulancích by umožnila přímou a cílenou edukaci pacientů, která by mohla pozitivně ovlivnit jejich výživové chování a celkový zdravotní stav.

**Lze konstatovat, že pacienti s onkologickým onemocněním mají obecně nedostatečný příjem omega-3 mastných kyselin ve své stravě a zároveň nízké povědomí o možných zdrojích.**

Závěr této práce naznačuje, že dlouhodobé sledování pacientů s onkologickým onemocněním a jejich příjem omega 3 by mohl poskytnout cenné informace o vlivu suplementace omega 3 MK na průběh onemocnění a přežití.

Porovnání s placebem nebo kontrolní skupinou je důležité pro přesnější pochopení účinku omega 3 na pacienty s onkologickými diagnózami.

Po ukončení sledování je provedení důkladné statistické analýzy dat nezbytné pro přesné pochopení účinků omega 3 na pacienty s onkologickým onemocněním. Tyto kroky přispívají k lepšímu poznání vlivu omega 3 na progresi onemocnění a přežití pacientů s onkologickými diagnózami a mohou přispět k rozvoji léčebných strategií pro tyto pacienty.

## Seznam použité literatury

- Lee, TH, Hoover, RL, Williams, JD, Sperling, RI, Ravalese, J., 3., Spur, BW, Robinson, DR, Corey, EJ, Lewis, RA, & Austen, KF (1985). Vliv obohacení stravy eikosa-pentaenovou a dokosahexaenovou kyselinou na in vitro tvorbu neutrofilů a monocytových leukotrienů a funkci neutrofilů. *The New England Journal of Medicine*, 312(19), 1217–1224. <https://doi.org/10.1056/NEJM198505093121903>
- Endres, S., Ghorbani, R., Kelley, VE, Georgilis, K., Lonnemann, G., van der Meer, JW, Cannon, JG, Rogers, TS, Klempner, MS, & Weber, PC (1989). Vliv doplňování stravy n-3 polynenasycenými mastnými kyselinami na syntézu interleukinu-1 a tumor nekrotizujícího faktoru mononukleárními buňkami. *The New England Journal of Medicine*, 320 (5), 265–271. <https://doi.org/10.1056/NEJM198902023200501>
- Sperling, R. I., Benincaso, A. I., Knoell, C. T., Larkin, J. K., Austen, K. F., & Robinson, D. R. (1993). Dietary omega-3 polyunsaturated fatty acids inhibit phosphoinositide formation and chemotaxis in neutrophils. *The Journal of Clinical Investigation*, 91(2), 651-660. <https://doi.org/10.1172/JCI116245>
- Schmidt, E. B., Pedersen, J. O., Ekelund, S., Grunnet, N., Jersild, C., & Dyerberg, J. (1989). Cod liver oil inhibits neutrophil and monocyte chemotaxis in healthy males. *Atherosclerosis*, 77(1), 53–57. [https://doi.org/10.1016/0021-9150\(89\)90009-9](https://doi.org/10.1016/0021-9150(89)90009-9)
- Schmidt, E. B., Varming, K., Pedersen, J. O., Lervang, H. H., Grunnet, N., Jersild, C., & Dyerberg, J. (1992). Long-term supplementation with n-3 fatty acids, II: Effect on neutrophil and monocyte chemotaxis. *Scandinavian journal of clinical and laboratory investigation*, 52(3), 229-236. <https://doi.org/10.3109/00365519209088790>
- Luostarinen, R., Siegbahn, A., & Saldeen, T. (1991). Effects of Dietary Supplementation with Vitamin E on Human Neutrophil Chemotaxis and Generation of LTB<sub>4</sub>. *Upsala Journal of Medical Sciences*, 96(2), 103-111. <https://doi.org/10.3109/03009739109179263>
- Schmidt, E. B., Pedersen, J. O., Varming, K., Ernst, E., Jersild, C., Grunnet, N., & Dyerberg, J. (1991). n-3 fatty acids and leukocyte chemotaxis. Effects in hyperlipidemia and dose-response studies in healthy men. *Arteriosclerosis and thrombosis: a journal of vascular biology*, 11(2), 429–435. <https://doi.org/10.1161/01.atv.11.2.429>
- De Caterina, R., Cybulsky, M. I., Clinton, S. K., Gimbrone, M. A., Jr, & Libby, P. (1994). The omega-3 fatty acid docosahexaenoate reduces cytokine-induced expression of proatherogenic and proinflammatory proteins in human endothelial cells. *Arteriosclerosis and thrombosis: a journal of vascular biology*, 14(11), 1829–1836. <https://doi.org/10.1161/01.atv.14.11.1829>
- Collie-Duguid, E. S., & Wahle, K. W. (1996). Inhibitory effect of fish oil N-3 polyunsaturated fatty acids on the expression of endothelial cell adhesion molecules. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 220(3), 969-974. <https://doi.org/10.1006/bbrc.1996.0516>

- Hughes, D. A., Southon, S., & Pinder, A. C. (1996). (n-3) Polyunsaturated fatty acids modulate the expression of functionally associated molecules on human monocytes in vitro. *The Journal of Nutrition*, 126(3), 603-610. doi: 10.1093/jn/126.3.603. PMID: 8598544.
- Yamada, H., Yoshida, M., Nakano, Y., Suganami, T., Satoh, N., Mita, T., Azuma, K., Itoh, M., Yamamoto, Y., Kamei, Y., Horie, M., Watada, H., & Ogawa, Y. (2008). In vivo and in vitro inhibition of monocyte adhesion to endothelial cells and endothelial adhesion molecules by eicosapentaenoic acid. *Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology*, 28(12), 2173-2179. doi: 10.1161/ATVBAHA.108.171736. PMID: 18948636.
- Tull, S. P., Yates, C. M., Maskrey, B. H., O'Donnell, V. B., Madden, J., Grimble, R. F., Calder, P. C., Nash, G. B., & Rainger, G. E. (2009). Omega-3 Fatty acids and inflammation: novel interactions reveal a new step in neutrophil recruitment. *PLoS Biology*, 7(8), e1000177. doi: 10.1371/journal.pbio.1000177. PMID: 19707265; PMCID: PMC2718617.
- Yates, C. M., Tull, S. P., Madden, J., Calder, P. C., Grimble, R. F., Nash, G. B., & Rainger, G. E. (2011). Docosahexaenoic acid inhibits the adhesion of flowing neutrophils to cytokine-stimulated human umbilical vein endothelial cells. *Journal of Nutrition*, 141(7), 1331-1334. doi: 10.3945/jn.111.139287. PMID: 21613456.
- Hughes, D. A., Pinder, A. C., Piper, Z., Johnson, I. T., & Lund, E. K. (1996). Fish oil supplementation inhibits the expression of major histocompatibility complex class II molecules and adhesion molecules on human monocytes. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 63(2), 267-272. doi: 10.1093/ajcn/63.2.267
- Luu, N. T., Madden, J., Calder, P. C., Grimble, R. F., Shearman, C. P., Chan, T., Tull, S. P., Dastur, N., Rainger, G. E., & Nash, G. B. (2007). Comparison of the pro-inflammatory potential of monocytes from healthy adults and those with peripheral arterial disease using an in vitro culture model. *Atherosclerosis*, 193(2), 259-268. <https://doi.org/10.1016/j.atherosclerosis.2006.08.050>
- Lewis, R. A., Austen, K. F., & Soberman, R. J. (1990). Leukotrienes and other products of the 5-lipoxygenase pathway. Biochemistry and relation to pathobiology in human diseases. *New England Journal of Medicine*, 323(10), 645-655. <https://doi.org/10.1056/NEJM199009063231006>
- Tilley, S. L., Coffman, T. M., & Koller, B. H. (2001). Mixed messages: modulation of inflammation and immune responses by prostaglandins and thromboxanes. *Journal of Clinical Investigation*, 108(1), 15-23. <https://doi.org/10.1172/JCI13416>
- Kroetz, D. L., & Zeldin, D. C. (2002). Cytochrome P450 pathways of arachidonic acid metabolism. *Current Opinion in Lipidology*, 13(3), 273-283. <https://doi.org/10.1097/00041433-200206000-00007>

- Chapkin, R. S., Akoh, C. C., & Miller, C. C. (1991). Influence of dietary n-3 fatty acids on macrophage glycerophospholipid molecular species and peptidoleukotriene synthesis. *Journal of Lipid Research*, 32(7), 1205-1213. PMID: 1940643.
- Yaqoob, P., & Calder, P. (1995). Effects of dietary lipid manipulation upon inflammatory mediator production by murine macrophages. *Cellular Immunology*, 163(1), 120-128. doi: 10.1006/cimm.1995.1106. PMID: 7758122.
- Peterson, L. D., Jeffery, N. M., Thies, F., Sanderson, P., Newsholme, E. A., & Calder, P. C. (1998). Eicosapentaenoic and docosahexaenoic acids alter rat spleen leukocyte fatty acid composition and prostaglandin E2 production but have different effects on lymphocyte functions and cell-mediated immunity. *Lipids*, 33(2), 171-180. doi: 10.1007/s11745-998-0193-y. PMID: 9507239.
- Lee, T. H., Hoover, R. L., Williams, J. D., Sperling, R. I., Ravalese, J. 3rd, Spur, B. W., ... Austen, K. F. (1985). Effect of dietary enrichment with eicosapentaenoic and docosahexaenoic acids on in vitro neutrophil and monocyte leukotriene generation and neutrophil function. *N Engl J Med*, 312(19), 1217-1224. doi: 10.1056/NEJM198505093121903. PMID: 2985986.
- Endres, S., Ghorbani, R., Kelley, V. E., Georgilis, K., Lonnemann, G., van der Meer, J. W., ... Weber, P. C. (1989). The effect of dietary supplementation with n-3 polyunsaturated fatty acids on the synthesis of interleukin-1 and tumor necrosis factor by mononuclear cells. *N Engl J Med*, 320(5), 265-271. doi: 10.1056/NEJM198902023200501. PMID: 2783477.
- Sperling, R. I., Benincaso, A. I., Knoell, C. T., Larkin, J. K., Austen, K. F., & Robinson, D. R. (1993). Dietary omega-3 polyunsaturated fatty acids inhibit phosphoinositide formation and chemotaxis in neutrophils. *J Clin Invest*, 91(2), 651-660. doi: 10.1172/JCI116245. PMID: 8381824; PMCID: PMC288002.
- Meydani, S. N., Endres, S., Woods, M. M., Goldin, B. R., Soo, C., Morrill-Labrode, A., Dinarello, C. A., & Gorbach, S. L. (1991). Oral (n-3) fatty acid supplementation suppresses cytokine production and lymphocyte proliferation: comparison between young and older women. *J Nutr*, 121(4), 547-555. doi: 10.1093/jn/121.4.547. PMID: 2007907.
- von Schacky, C., Kiefl, R., Jendraschak, E., & Kaminski, W. E. (1993). n-3 fatty acids and cysteinyl-leukotriene formation in humans in vitro, ex vivo, and in vivo. *J Lab Clin Med*, 121(2), 302-309. PMID: 8381847.
- Caughey, G. E., Mantzioris, E., Gibson, R. A., Cleland, L. G., & James, M. J. (1996). The effect on human tumor necrosis factor alpha and interleukin 1 beta production of diets enriched in n-3 fatty acids from vegetable oil or fish oil. *Am J Clin Nutr*, 63(1), 116-122. PMID: 8604658.

- Trebble, T. M., Wootton, S. A., Miles, E. A., Mullee, M., Arden, N. K., Ballinger, A. B., Stroud, M. A., Burdge, G. C., & Calder, P. C. (2003). Prostaglandin E2 production and T cell function after fish-oil supplementation: response to antioxidant cosupplementation. *Am J Clin Nutr*, 78(3), 376-382. PMID: 12936918.
- Kremer, J. M., Bigaouette, J., Michalek, A. V., Timchalk, M. A., Lininger, L., Rynes, R. I., Huyck, C., Zieminski, J., & Bartholomew, L. E. (1985). Effects of manipulation of dietary fatty acids on clinical manifestations of rheumatoid arthritis. *Lancet*, 1(8422), 184-187. PMID: 2857265.
- Kremer, J. M., Jubiz, W., Michalek, A., Rynes, R. I., Bartholomew, L. E., Bigaouette, J., Timchalk, M., Beeler, D., & Lininger, L. (1987). Fish-oil fatty acid supplementation in active rheumatoid arthritis. A double-blinded, controlled, crossover study. *Annals of Internal Medicine*, 106(4), 497-503. PMID: 3030173
- Cleland, L. G., French, J. K., Betts, W. H., Murphy, G. A., & Elliott, M. J. (1988). Clinical and biochemical effects of dietary fish oil supplements in rheumatoid arthritis. *The Journal of Rheumatology*, 15(10), 1471-1475. PMID: 2849682.
- Cleland, L. G., Caughey, G. E., James, M. J., & Proudman, S. M. (2006). Reduction of cardiovascular risk factors with long-term fish oil treatment in early rheumatoid arthritis. *The Journal of Rheumatology*, 33(10), 1973-1979. PMID: 16881100.
- Tulleken, J. E., Limburg, P. C., Muskiet, F. A., & van Rijswijk, M. H. (1990). Vitamin E status during dietary fish oil supplementation in rheumatoid arthritis. *Arthritis & Rheumatism*, 33(9), 1416-1419. PMID: 2206140.
- McCall, T. B., O'Leary, D., Bloomfield, J., & O'Moráin, C. A. (1989). Therapeutic potential of fish oil in the treatment of ulcerative colitis. *Alimentary Pharmacology & Therapeutics*, 3(5), 415-424. PMID: 2562385.
- Hawthorne, A. B., Daneshmend, T. K., Hawkey, C. J., Belluzzi, A., Everitt, S. J., Holmes, G. K., ... Willars, J. E. (1992). Treatment of ulcerative colitis with fish oil supplementation: A prospective 12-month randomized controlled trial. *Gut*, 33(7), 922-928. PMID: 1353742; PMCID: PMC1379405.
- Stenson, W. F., Cort, D., Rodgers, J., Burakoff, R., DeSchryver-Kecskemeti, K., Gramlich, T. L., & Beeken, W. (1992). Dietary supplementation with fish oil in ulcerative colitis. *Annals of Internal Medicine*, 116(8), 609-614. PMID: 1312317.
- Shimizu, T., Fujii, T., Suzuki, R., Igarashi, J., Ohtsuka, Y., Nagata, S., & Yamashiro, Y. (2003). Effects of highly purified eicosapentaenoic acid on erythrocyte fatty acid composition and leukocyte and colonic mucosa leukotriene B4 production in children with ulcerative colitis. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*, 37(5), 581-585. PMID: 14581801.
- Trebble, T. M., Arden, N. K., Wootton, S. A., Calder, P. C., Mullee, M. A., Fine, D. R., & Stroud, M. A. (2004). Fish oil and antioxidants alter the composition and function of circulating mononuclear cells in Crohn disease. *American Journal of Clinical Nutrition*, 80(5), 1137-1144. PMID: 15531659.

- Rees, D., Miles, E. A., Banerjee, T., Wells, S. J., Roynette, C. E., Wahle, K. W., & Calder, P. C. (2006). Dose-related effects of eicosapentaenoic acid on innate immune function in healthy humans: a comparison of young and older men. *American Journal of Clinical Nutrition*, 83(2), 331-342. PMID: 16469992
- Lee, T. H., Menica-Huerta, J. M., Shih, C., Corey, E. J., Lewis, R. A., & Austen, K. F. (1984). Characterization and biologic properties of 5,12-dihydroxy derivatives of eicosapentaenoic acid, including leukotriene B<sub>5</sub> and the double lipoxygenase product. *Journal of Biological Chemistry*, 259(4), 2383-2389. PMID: 6321468.
- Goldman, D. W., Pickett, W. C., & Goetzl, E. J. (1983). Human neutrophil chemotactic and degranulating activities of leukotriene B<sub>5</sub> (LTB<sub>5</sub>) derived from eicosapentaenoic acid. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 117(1), 282-288. PMID: 6318749.
- Bagga, D., Wang, L., Farias-Eisner, R., Glaspy, J. A., & Reddy, S. T. (2003). Differential effects of prostaglandin derived from omega-6 and omega-3 polyunsaturated fatty acids on COX-2 expression and IL-6 secretion. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 100(4), 1751-1756. PMID: 12578976; PMCID: PMC149905..
- Khalfoun, B., Thibault, F., Watier, H., Bardos, P., & Lebranchu, Y. (1997). Docosahexaenoic and eicosapentaenoic acids inhibit in vitro human endothelial cell production of interleukin-6. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 400B, 589-597. PMID: 9547608.
- Lo, C. J., Chiu, K. C., Fu, M., Lo, R., & Helton, S. (1999). Fish oil decreases macrophage tumor necrosis factor gene transcription by altering the NF kappa B activity. *Journal of Surgical Research*, 82(2), 216-221. doi: 10.1006/jsre.1998.5524. PMID: 10090832.
- Babcock, T. A., Novak, T., Ong, E., Jho, D. H., Helton, W. S., & Espat, N. J. (2002). Modulation of lipopolysaccharide-stimulated macrophage tumor necrosis factor-alpha production by omega-3 fatty acid is associated with differential cyclooxygenase-2 protein expression and is independent of interleukin-10. *Journal of Surgical Research*, 107(1), 135-139. doi: 10.1006/jsre.2002.6498. PMID: 12384076.
- Novak, T. E., Babcock, T. A., Jho, D. H., Helton, W. S., & Espat, N. J. (2003). NF-kappa B inhibition by omega-3 fatty acids modulates LPS-stimulated macrophage TNF-alpha transcription. *American Journal of Physiology-Lung Cellular and Molecular Physiology*, 284(1), L84-L89. doi: 10.1152/ajplung.00077.2002. PMID: 12388359.
- Zhao, Y., Joshi-Barve, S., Barve, S., & Chen, L. H. (2004). Eicosapentaenoic acid prevents LPS-induced TNF-alpha expression by preventing NF-kappaB activation. *Journal of the American College of Nutrition*, 23(1), 71-78. doi: 10.1080/07315724.2004.10719345. PMID: 14963056.



- Calder, P. C. (2006). n-3 polyunsaturated fatty acids, inflammation, and inflammatory diseases. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 83(6 Suppl), 1505S-1519S. doi: 10.1093/ajcn/83.6.1505S. PMID: 16841861.
- Kremer, J. M., Lawrence, D. A., Jubiz, W., DiGiacomo, R., Rynes, R., Bartholomew, L. E., & Sherman, M. (1990). Dietary fish oil and olive oil supplementation in patients with rheumatoid arthritis: Clinical and immunologic effects. *Arthritis & Rheumatism*, 33(6), 810-820. doi: 10.1002/art.1780330607. PMID: 2363736.
- Espersen, G. T., Grunnet, N., Lervang, H. H., Nielsen, G. L., Thomsen, B. S., Faarvang, K. L., Dyerberg, J., & Ernst, E. (1992). Decreased interleukin-1 beta levels in plasma from rheumatoid arthritis patients after dietary supplementation with n-3 polyunsaturated fatty acids. *Clinical Rheumatology*, 11(3), 393-395. doi: 10.1007/BF02207200. PMID: 1458789.
- Kolahi, S., Ghorbanhaghjo, A., Alizadeh, S., Rashtchizadeh, N., Argani, H., Khabazzi, A. R., Hajialilo, M., & Bahreini, E. (2010). Fish oil supplementation decreases serum soluble receptor activator of nuclear factor-kappa B ligand/osteoprotegerin ratio in female patients with rheumatoid arthritis. *Clinical Biochemistry*, 43(6), 576-580. doi: 10.1016/j.clinbiochem.2009.12.011. PMID: 20034487.
- Thies, F., Nebe-von-Caron, G., Powell, J. R., Yaqoob, P., Newsholme, E. A., & Calder, P. C. (2001). Dietary supplementation with gamma-linolenic acid or fish oil decreases T lymphocyte proliferation in healthy older humans. *Journal of Nutrition*, 131(7), 1918-1927. doi: 10.1093/jn/131.7.1918. PMID: 11435508.
- Healy, D. A., Wallace, F. A., Miles, E. A., Calder, P. C., & Newsholme, P. (2000). Effect of low-to-moderate amounts of dietary fish oil on neutrophil lipid composition and function. *Lipids*, 35(7), 763-768. doi: 10.1007/s11745-000-0583-1. PMID: 10941877.
- Black, P. N., & Sharpe, S. (1997). Dietary fat and asthma: Is there a connection? *European Respiratory Journal*, 10(1), 6-12. doi: 10.1183/09031936.97.10010006. PMID: 9032484.
- Tisdale, M. J. (2003). Pathogenesis of cancer cachexia. *Journal of Supportive Oncology*, 1(3), 159-168. PMID: 15334872.
- Harwood, J. L. (2019). Algae: Critical Sources of Very Long-Chain Polyunsaturated Fatty Acids. *Biomolecules*, 9(11), 708.
- Cohen, S., Nathan, J. A., & Goldberg, A. L. (2015). Muscle wasting in disease: molecular mechanisms and promising therapies. *Nature Reviews Drug Discovery*, 14(1), 58-74.
- Evans, W. J., Morley, J. E., Argilés, J., Bales, C., Baracos, V., Guttridge, D., Jatoi, A., Kalantar-Zadeh, K., Lochs, H., Mantovani, G., Marks, D., Mitch, W. E., Muscaritoli, M., Najand, A., Ponikowski, P., Rossi Fanelli, F., Schambelan, M., Schols, A., Schuster, M., Thomas, D., Wolfe, R., & Anker, S. D. (2008). Cachexia: a new definition. *Clinical Nutrition*, 27(6), 793-799.

- Fearon, K., Strasser, F., Anker, S. D., Bosaeus, I., Bruera, E., Fainsinger, R. L., Jatoi, A., Loprinzi, C., MacDonald, N., Mantovani, G., Davis, M., Muscaritoli, M., Ottery, F., Radbruch, L., Ravasco, P., Walsh, D., Wilcock, A., Kaasa, S., & Baracos, V. E. (2011). Definition and classification of cancer cachexia: an international consensus. *The Lancet Oncology*, 12(5), 489-495.
- Cederholm, T., Bosaeus, I., Barazzoni, R., Bauer, J., Van Gossum, A., Klek, S., Muscaritoli, M., Nyulasi, I., Ockenga, J., Schneider, S. M., de van der Schueren, M. A., & Singer, P. (2015). Diagnostic criteria for malnutrition - An ESPEN Consensus Statement. *Clinical Nutrition*, 34(3), 335-340.
- Senesse, P., Assenat, E., Schneider, S., Chargari, C., Magné, N., Azria, D., & Hébuterne, X. (2008). Nutritional support during oncologic treatment of patients with gastrointestinal cancer: who could benefit? *Cancer Treatment Reviews*, 34(6), 568-575.
- Ferreira, L. M. (2010). Cancer metabolism: The Warburg effect today. *Experimental and Molecular Pathology*, 89(3), 372-380.
- Vaupel, P., & Multhoff, G. (2021). Revisiting the Warburg effect: Historical dogma versus current understanding. *The Journal of Physiology*, 599(6), 1745-1757.
- Arends, J., Baracos, V., Bertz, H., Bozzetti, F., Calder, P. C., Deutz, N. E. P., Erickson, N., Laviano, A., Lisanti, M. P., Lobo, D. N., McMillan, D. C., Muscaritoli, M., Ockenga, J., Pirlich, M., Strasser, F., de van der Schueren, M., Van Gossum, A., Vaupel, P., & Weimann, A. (2017). ESPEN expert group recommendations for action against cancer-related malnutrition. *Clinical Nutrition*, 36(5), 1187-1196.
- Troesch, B., Eggersdorfer, M., Laviano, A., Rolland, Y., Smith, A. D., Warnke, I., Weimann, A., & Calder, P. C. (2020). Expert opinion on benefits of long-chain omega-3 fatty acids (DHA and EPA) in aging and clinical nutrition. *Nutrients*, 12(9), 2555.
- Tomiška, Miroslav. *Výživa onkologických pacientů*. Praha: Mladá fronta, 2018. Print. Edice postgraduální medicíny
- Tsoli, M., & Robertson, G. (2013). Cancer cachexia: malignant inflammation, tumorkines, and metabolic mayhem. *Trends in endocrinology and metabolism: TEM*, 24(4), 174-183.
- Nishikawa, R., Yokoe, T., Tanaka, K., Urata, H., Toiyama, Y., Inoue, Y., Tanaka, M., Mohri, Y., Goel, A., Kusunoki, M., McMillan, D. C., & Miki, C. (2017). Fish oil-enriched nutrition combined with systemic chemotherapy for gastrointestinal cancer patients with cancer cachexia. *Scientific reports*, 7(1), 4826. doi: 10.1038/s41598-017-05180-1.

- Ryan, A. M., Reynolds, J. V., Healy, L., Byrne, M., Moore, J., Brannelly, N., McHugh, A., McCormack, D., & Flood, P. (2009). Enteral nutrition enriched with eicosapentaenoic acid (EPA) preserves lean body mass following esophageal cancer surgery: results of a double-blinded randomized controlled trial. *Annals of surgery*, 249(3), 355–363. <https://doi.org/10.1097/SLA.0b013e31819a4789>
- Larsson, S. C., Kumlin, M., Ingelman-Sundberg, M., & Wolk, A. (2004). Dietary long-chain n-3 fatty acids for the prevention of cancer: a review of potential mechanisms. *The American journal of clinical nutrition*, 79(6), 935–945. <https://doi.org/10.1093/ajcn/79.6.935>
- Larsson, S. C., Kumlin, M., Ingelman-Sundberg, M., & Wolk, A. (2004). Dietary long-chain n-3 fatty acids for the prevention of cancer: a review of potential mechanisms. *The American journal of clinical nutrition*, 79(6), 935–945. <https://doi.org/10.1093/ajcn/79.6.935>
- Kasper, H. (2015). *Výživa v medicíně a dietetika: Překlad 11. vydání*. Grada. <https://www.bookport.cz/kniha/vyziva-v-medicine-a-dietetika-975/>
- Ian Givens, D., & Gibbs, R. A. (2008). Current intakes of EPA and DHA in European populations and the potential of animal-derived foods to increase them. *The Proceedings of the Nutrition Society*, 67(3), 273–280.
- Salem, N., Jr, & Eggersdorfer, M. (2015). Is the world supply of omega-3 fatty acids adequate for optimal human nutrition?. *Current opinion in clinical nutrition and metabolic care*, 18(2), 147–154.
- Bocanegra, A., Macho-González, A., Garcimartín, A., Benedí, J., & Sánchez-Muniz, F. J. (2021). Whole Alga, Algal Extracts, and Compounds as Ingredients of Functional Foods: Composition and Action Mechanism Relationships in the Prevention and Treatment of Type-2 Diabetes Mellitus. *International journal of molecular sciences*, 22(8), 3816.
- Byreddy A.R. Thraustochytrids as an Alternative Source of Omega-3 Fatty Acids, Carotenoids and Enzymes. *Lipid Technol.* 2016;**28**:68–70
- Xie, D., Jackson, E. N., & Zhu, Q. (2015). Sustainable source of omega-3 eicosapentaenoic acid from metabolically engineered *Yarrowia lipolytica*: from fundamental research to commercial production. *Applied microbiology and biotechnology*, 99(4), 1599–1610.
- Goyal, A., Sharma, V., Upadhyay, N., Gill, S., & Sihag, M. (2014). Flax and flaxseed oil: an ancient medicine & modern functional food. *Journal of food science and technology*, 51(9), 1633–1653.
- Napier JA, Usher S, Haslam RP, Ruiz-Lopez N, Sayanova O. Transgenic plants as a sustainable, terrestrial source of fish oils. *Eur J Lipid Sci Technol.* 2015 Sep;117(9):1317-1324.

- Rizzo G, Baroni L, Lombardo M. Promising Sources of Plant-Derived Polyunsaturated Fatty Acids: A Narrative Review. *Int J Environ Res Public Health*. 2023 Jan 17;20(3):1683.
- Vermunt, S. H., & Zock, P. (2007, January). Intake and recommendations of omega 3 fatty acids across the globe. In *Annals of Nutrition and Metabolism* (Vol. 51, pp. 133-133). ALLSCHWILERSTRASSE 10, CH-4009 BASEL, SWITZERLAND: KARGER.
- Bang, H. O., Dyerberg, J., & Sinclair, H. M. (1980). The composition of the Eskimo food in north western Greenland. *The American journal of clinical nutrition*, 33(12), 2657–2661.
- BROWN, J. R., & THORNTON, J. L. (1957). Percivall Pott (1714-1788) and chimney sweepers' cancer of the scrotum. *British journal of industrial medicine*, 14(1), 68–70. <https://doi.org/10.1136/oem.14.1.68>
- Fraumeni, J. F., Jr, Lloyd, J. W., Smith, E. M., & Wagoner, J. K. (1969). Cancer mortality among nuns: role of marital status in etiology of neoplastic disease in women. *Journal of the National Cancer Institute*, 42(3), 455–468.
- Mitchell, P. D., Dittmar, J. M., Mulder, B., Inskip, S., Littlewood, A., Cessford, C., & Robb, J. E. (2021). The prevalence of cancer in Britain before industrialization. *Cancer*, 127(17), 3054–3059. <https://doi.org/10.1002/cncr.33615>
- Hajdu, S.I. (2004), Greco-Roman thought about cancer. *Cancer*, 100: 2048-2051. <https://doi.org/10.1002/cncr.20198>
- *Epidemiologie zhoubných útvarů v České republice* [website]. (n.d.). Dostupné z <http://svod.cz/>
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD): Health at a Glance: Europe 2022. State of Health in the EU Cycle. doi: [10.1787/507433b0-en](https://doi.org/10.1787/507433b0-en), dostupné na : [https://www.oecd-ilibrary.org/social-issues-migration-health/health-at-a-glance-europe-2022\\_507433b0-en](https://www.oecd-ilibrary.org/social-issues-migration-health/health-at-a-glance-europe-2022_507433b0-en)
- Ústav zdravotnických informací a statistiky ČR: Národní onkologický registr (NOR) [9. 9. 2014]. <http://www.uzis.cz/registry-nzis/nor>
- GCO,n.d., [www.gco.iarc.fr](http://www.gco.iarc.fr)
- : Mattiuzzi C, Lippi G. Current Cancer Epidemiology. *J Epidemiol Glob Health*. 2019 Dec;9(4):217-222. doi: 10.2991/jegh.k.191008.001. PMID: 31854162; PMCID: PMC7310786
- Bray, F., Laversanne, M., Weiderpass, E., & Soerjomataram, I. (2021). The ever-increasing importance of cancer as a leading cause of premature death worldwide. *Cancer*, 127(16), 3029-3030..
- *Mezinárodní klasifikace nemocí pro onkologii: česká verze*. (1994). Ústav zdravotnických informací a statistiky České republiky.
- (International List of Causes of Death, nazývaný též Bertillon Classification of Causes of Death)

- Simopoulos, A. P. (2002). The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. *Biomedicine & pharmacotherapy*, 56(8), 365-379.
- Molendi-Coste, O., Legry, V., & Leclercq, I. A. (2011). Why and How Meet n-3 PUFA Dietary Recommendations?. *Gastroenterology research and practice*, 2011, 364040. <https://doi.org/10.1155/2011/364040>
- AHA journal, Vol.23,2003, dostupné na : [www.ahajournal.org](http://www.ahajournal.org), <https://doi.org/10.1161/01.ATV.0000057393.97337.AE>
- Afonso, N. C., Catarino, M. D., Silva, A. M. S., & Cardoso, S. M. (2019). Brown Macroalgae as Valuable Food Ingredients. *Antioxidants (Basel, Switzerland)*, 8(9), 365. <https://doi.org/10.3390/antiox8090365>
- ESPEN. (n.d.). ESPEN practical guideline: Clinical nutrition in cancer. Retrieved from <https://www.espen.org/files/ESPEN-Guidelines/ESPEN-practical-guideline-clinical-nutrition-in-cancer.pdf>
- Clinical Nutrition, 36(5), 10/2017. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2017.06.017>
- Martin, L., Senesse, P., Gioulbasanis, I., Antoun, S., Bozzetti, F., Deans, C., Strasser, F., Thoresen, L., Jagoe, R. T., Chasen, M., Lundholm, K., Bosaeus, I., Fearon, K. H., & Baracos, V. E. (2015). Diagnostic criteria for the classification of cancer-associated weight loss. *Journal of clinical oncology : official journal of the American Society of Clinical Oncology*, 33(1), 90–99. <https://doi.org/10.1200/JCO.2014.56.1894>
- Micha, R., Khatibzadeh, S., Shi, P., Fahimi, S., Lim, S., Andrews, K. G., Engell, R. E., Powles, J., Ezzati, M., Mozaffarian, D., & Global Burden of Diseases Nutrition and Chronic Diseases Expert Group NutriCoDE ,2014,p.348
- Linkos. (2010). Výživa onkologicky nemocného. [Online]. Dostupné z: <https://www.linkos.cz/pacient-a-rodina/pece-o-pacienta/vyziva/vyziva-onkologicky-nemocneho>
- Interní medicína, n.d., dostupné na: <https://www.internimedica.cz/pdfs/int/2008/06/06.pdf>

## Seznam zkratk

ZN	zhoubný novotvar
n.d.	není dostupné
ČR	Česká republika
WHO	Světová zdravotnická organizace
ASCO	American Society of Clinical Oncology ( <i>Americká onkologická společnost</i> )
IARC	International Agency for Research of Cancer ( <i>Mezinárodní agentura pro výzkum rakoviny</i> )
GLOBOCAN	Global Cancer Observatory
NOR	Národní onkologický registr
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development ( <i>Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj</i> )
ICD-6	Mezinárodní klasifikace nemocí, úrazů a příčin smrti
ICD-10	Mezinárodní klasifikace nemocí, úrazů a příčin smrti-aktualizace 1990
MKN-10	Mezinárodní klasifikace nemocí, 10.vydání 10
MKN-O-2	ČV Mezinárodní klasifikace nemocí, 10.vydání, rozšířená II.kapitola
ÚZIS ČR	Ústav zdravotnických informací a statistiky České republiky
TMN	Tumor, Nodus, Metastáza, klasifikační systém nádorů
MK	mastné kyseliny
MCT	tuky se středně dlouhým řetězcem
LCT	tuky s dlouhým řetězcem
FABP	Fatty Acid Binding Protein
TCA	tryacylglyceroly
PUFA	Poly-unsaturated-fatty-acid, polynenasycené mastné kyseliny
EPA	kyselina eikosapentaenová
Kys.	Kyselina
DHA	kyselina dokosahexaenová
ω-3	omega 3 mastné kyseliny
n-3	omega 3 mastné kyseliny
ω-6	omega 6 mastné kyseliny
n-6	omega 6 mastné kyseliny
COX	cyklooxygenáza, enzym
LTB4	leukotrien B4
LOX	lipogenáza
PGE2	prostaglandiny
TNF	tumor nekrotizující faktor
IL-	Interleukin
ARA	kyselina arachidinová
KRK	kolorektální karcinom

AHA American Heart Association  
KVO kardiovaskulární onemocnění  
ALA kyselina alfa-linolenová  
USDA United States Department of Agriculture  
FDA Food and Drug Administration  
GRAS Generally Recognized as Safe  
GM geneticky modifikované  
EV enterální výživa  
PV parenterální výživa  
AVKV Asociace výrobců klinické výživy  
PSNPO Pracovní skupina nutriční péče v onkologii  
PZLÚ Potraviny pro zvláštní lékařské účely  
BMI body mass index  
Kcal kilokalorie  
ZP zdravotní pojištění  
FAO Food and Agriculture Organization of the United Nations  
EFSA European Food Safety Authority  
SACN Scientific Advisory Committee on Nutrition  
DLD doporučená léčebná dávka

## Seznam grafů

- Graf 1:** *Vývoj incidence, mortality a prevalence nádorových onemocnění v ČR*
- Graf 2:** *Incidence novotvarů v ČR ročně v letech 2016-2020*
- Graf 3:** *Vývoj prevalence zhoubných novotvarů (C00–C97) dle pohlaví, přepočet na 100 000 osob*
- Graf 4:** *Počet nových případů onkologického onemocnění v roce 2020 ve Světě*
- Graf 5:** *Vývoj incidence a mortality zhoubných novotvarů (C00–C97) dle pohlaví, přepočet na 100 000 osob*
- Graf 6:** *Mortalita dle ZN v ČR v letech 2016-2020*
- Graf 7:** *Odhad počtu úmrtí na onkologická onemocnění ve světě v roce 2020*
- Graf 8:** *Počet úmrtí na rakovinu u žen ve světě v roce 2020*
- Graf 9:** *Počet úmrtí na rakovinu u mužů ve světě v roce 2020*
- Graf 10:** *Výhled nejčastějších příčin úmrtí ve světě do roku 2062*
- Graf 11:** *Přehled nejvýznamnějších potravinových zdrojů ALA*
- Graf 12:** *Přehled nejvýznamnějších potravinových zdrojů DHA*
- Graf 13:** *Přehled nejvýznamnějších potravinových zdrojů EPA*
- Graf 14:** *Srovnání zdrojů  $\omega$ -3 MK v různých zdrojích s důrazem na GM*
- Graf 15:** *Porovnání BMI u dospělých a seniorů*
- Graf 16:** *Obvod nedominantní paže pro zjištění rizika malnutrice*
- Graf 17:** *Index beztukové hmoty*
- Graf 18:** *Obsah EPA+DHA v nutričních doplňcích se zvýšeným obsahem omega 3 MK*
- Graf 19:** *Srovnání doporučené denní dávky  $\omega$ -3 MK a skutečného příjmu dle regionů*
- Graf 20:** *Srovnání doporučené preventivní vs léčebné dávky EPA+DHA*
- Graf 21:** *typy ZN dle četnosti*
- Graf 22:** *Rozdělení souboru dle formy onemocnění*
- Graf 23:** *Rozdělení respondentů dle doby v remisi*
- Graf 24:** *Rozdělení souboru dle četnosti ZN*
- Graf 25:** *Rozdělení souboru dle pohlaví*
- Graf 26:** *Rozdělení souboru dle věku respondentů*



**Graf 27:** *Rozdělení respondentů dle váhy a srovnání s průměrem populace v ČR*

**Graf 28:** *Rozdělení respondentů dle výšky a srovnání s průměrem populace v ČR*

**Graf 29:** *Rozdělení respondentů dle BMI*

**Graf 30:** *Přehled frekvence jídel respondentů*

**Graf 31:** *Příprava pokrmů*

**Graf 32:** *Přehled neoblíbených potravin*

**Graf 33:** *Povědomí o zdrojích omega 3 MK*

**Graf 34:** *Srovnání skupin s doporučenými dávkami*

**Graf 35:** *Srovnání kontrolní a výzkumné skupiny*

**Graf 36:** *Srovnání databází*

**Graf 37:** *Srovnání průměrného denního příjmu*

**Graf 38:** *Zdroje omega 3 MK*

**Graf 39:** *Srovnání rostlinných a živočišných zdrojů*

## Seznam tabulek

**Tabulka 3:** *Incidence, mortalita a prevalence nádorových onemocnění v ČR*

**Tabulka 2:** *Koncentrace  $\omega$ -3 MK v rostlinných zdrojích*

**Tabulka 3:** *Kritéria pro klasifikaci váhového úbytku v důsledku nádorové kachexie*

**Tabulka 4:** *Složení standardních sippingových přípravků*

**Tabulka 5:** *Srovnání perorálních nutričních suplementů obohacených o omega 3*

**Tabulka 6:** *Doporučené dávky PUFA dle jednotlivých institucí*

**Tabulka 7:** *Statistická data věku souboru (v letech)*

**Tabulka 8:** *Vyhodnocení dle Shapiro-Wilkova testu*

**Tabulka 9:** *Wilcoxonův test pro kontrolní skupinu*

**Tabulka 10:** *Wilcoxonův test pro výzkumnou skupinu*

**Tabulka 11:** *Mann-Whitney test srovnání výzkumné a kontrolní skupiny*

**Tabulka 12:** *Srovnání databází*

**Tabulka 13:** *Váha – obě pohlaví*

**Tabulka 14:** *Výška – obě pohlaví*



## Seznam obrázků

**Obrázek 1:** *Přehled úmrtí na rakovinu ve světě v roce 2020 dle jednotlivých regionů*

**Obrázek 2:** *Schématické trávení tuků. Tvorba micel, resorpce tuků a průnik mastných kyselin buňkou sliznice*

**Obrázek 3:** *Schématické znázornění trávení tuků, resorpce tuků, lipolýzy a lipogeneze v tukové tkáni, syntézy triglyceridů v játrech a oxidace mastných kyselin*

**Obrázek 4:** *Syntéza  $\omega$ -3 a  $\omega$ -6 MK*

**Obrázek 5:** *Schéma protizánětlivých účinků  $\omega$ -3 MK*

**Obrázek 6:** *Hlavní rozdíly mezi nádorovou kachexií a prostým hladověním*

**Obrázek 7:** *Patofyziologie nádorové kachexie*

**Obrázek 8:** *Asociace imunologických, metabolických a klinických jevů u nádorového onemocnění.*

**Obrázek 9:** *Znázornění paralelní protinádorové a nutriční strategie*

**Obrázek 10:** *Dotazník hodnocení nutričního rizika*

**Obrázek 114:** *Potenciální příznivé účinky  $\omega$ -3 PUFA při nádorovém onemocnění*

**Obrázek 12:** *Doporučená dávka  $\omega$ -3 PUFA preventivní vs léčebná dávka*

**Obrázek 13:** *Přehled definice nádorové kachexie dle jednotlivých autorů*

**Obrázek 14:** *Schéma stádií nádorové kachexie*

**Obrázek 15:** *Schéma vstupních kritérií respondentů*

## **Seznam příloh**

Příloha 1: DBA Vstupní anamnéza DP .....	117
Příloha 2: Informace pro pacienty .....	123
Příloha 3: Stanovisko Etické komise.....	

## NUTRIČNÍ ANAMNÉZA

### I. OBECNÉ ÚDAJE

Věk:

|

Pohlaví:

### II. VSTUPNÍ INFORMACE A MĚŘENÍ

Výška .....cm      Aktuální hmotnost .....kg      BMI.....

Obvod paže .....cm      Obvod hrudníku .....cm      Obvod pasu .....cm

Obvod boků .....cm      Obvod stehna .....cm, .....cm      Obvod lýtky .....cm

Kolísání váhy - jak pociťujete změny váhy od dětství, v jakých intervalech se váha měnila?

.....

Kdy došlo k nejvýraznější změně váhy směrem nahoru?

.....

Nejnižší a nejvyšší hmotnost v dospělosti (krom těhotenství)

.....kg .....kg

Hmotnost při které jste se cítili nejlépe .....kg

Jaká je Vaše představa o ideální váze? .....kg      Kolik kg by jste si přáli zhubnout? .....kg

Proč chcete zhubnout? důvod: zdravotní – společenský – pracovní – estetický – partnerský - citový

Čemu přikládáte význam při vzestupu vaší hmotnosti?

přejídání - nízká pohybová aktivita - těhotenství - menopauza - stres - rodinné problémy - nemoc - pracovní problémy - zanechání kouření - užívání léků

Popište Vaše dosavadní pokusy o hubnutí:

Využíval(a) jste:

omezení stravy (diety) – zvýšení fyzické aktivity – dietu a pohyb současně

Jaký byl výsledek (kolik kg byl úbytek)? .....

Na jak dlouho? .....

Vrátila se hmotnost zpět (za jak dlouho)? .....

Když jste hubl(a), sledoval(a) jste příjem kalorií (kJ) ? ANO – NE

Pokud ano, při jakém příjmu kilojoulů (kJ) se Vám dařilo hubnout ? ..... kJ (nebo kcal)

Jakým způsobem jste redukoval(a) nadváhu?

Sám(a) – s přítelkyní (přítelem) –pod ohledem odborníka (kde).....

Jak jste se cítil(a) v průběhu redukce?.....

### III. ZDRAVOTNÍ STAV

Léčíte se s nějakou nemocí? Jak dlouho?.....

.....

Prodělané operace vč. úrazů:.....

.....

Užíváte pravidelně nějaké léky?.....

.....

Užíváte nějaké doplňky stravy (př. vitaminy, karnitin, pupalka...)?

NE – ANO: jaké? .....

Užíval(a) jste někdy léky na předpis pro snížení hmotnosti ?

NE – ANO: jaké? .....

Vyskytuje se nadváha v rodině? U koho?: otec – matka – bratr – sestra – dcera – syn

Významné nemoci v rodině:.....

Máte alergii na některé potraviny? .....

#### IV. DOPLŇUJÍCÍ INFORMACE

Kolikrát denně jíte? .....x denně

Jaká je frekvence jídla?

pravidelná - nepravidelná - jím častěji / méně než druzí - jím málo, ale často (uždibování)

Kolikrát v týdnu snídáte? .....

Která denní porce jídla je největší?                      ranní – polední – odpolední – večerní

V kolik hodin obvykle vstáváte? v.....hod

V kolik hodin chodíte obvykle spát? v.....hod

V kolik hodin jíte naposledy? v .....hod                      Jíte i v noci? .....

Kde se stravujete nejčastěji v týdnu a o víkendech? (doma, jídelna, menička, fastfood )

Vaříte si i sám(sama), co vše?                      polévky - hlavní jídla (minutky, hotovky) - pomazánky – saláty

Chystáte si i sám(sama) jídlo, co vše?                      snídaně - svačiny - obědy - večeře

Pozorujete, že některé situace jsou tzv. rizikové a spouštějí u Vás chuť na jídlo, jaké?

Jíte v klidu, v sedě u stolu, jíte pomalu, jak dlouho, jíte i v dopravních prostředcích nebo za chůze?

Které potraviny nebo jídla preferujete a jíte je častěji než jiné? + Vaše oblíbená jsou:

Které potraviny nebo jídla nemáte rád(a)?

Kterým nápojům dáváte přednost?

voda perlivá - voda neperlivá - minerální vody - limonády (coca-cola, sprite, kotila aj.) - voda se sirupem - čaj - džusy - alkohol (pivo, víno, lihoviny)

Doslazujete př. kávu, čaj? NE – ANO: čím? cukrem - medem - umělým sladidlem; kolik? .....

Přisolujete si pokrmy (+jaké)? .....

Jakou pijete kávu a kolikrát za den? .....



Pijete alkohol? ~~vůbec~~, jsem abstinent(ka) - příležitostně (párkrát do roka) - 1x do měsíce - 2x do měsíce - 3x do měsíce - 1x týdně - víckrát týdně - denně

Kouříte? NE – ANO: kolik cigaret denně       , od kolika let.....

## V. VÝŽIVOVÉ ZVYKLOSTI

Jak často během týdne konzumujete následující druhy potravin?

	<i>Vůbec ne</i>	<u>1-2x</u> týdně	<u>3-4x</u> týdně	<u>5-6x</u> týdně	7x týdně (1x/den)	Denně 2 - 3x	Každý <u>den &gt;</u> 3x
chléb tmavý, celozrnné pečivo							
chlíčky, housky apod. - bílé pečivo nesladké							
cereálie (müsli, <del>cornflakes</del> , ovesná kaše)							
čiz. jemné, sladké pečivo (koblihy, vánočka, necké, croissant apod.)							
čtyče							
čerstoviny							
česnečky							
čerstvé brambory							
čerstvá zelenina							
čerstvé ovoce							
člásko nebo mléčné výrobky (jogurt, kefír, sýry, tvaroh)							
člásko (jen vepřové, hovězí, skopové, zvěřina)							
člásné výrobky							
čtrůbež							
čtyby							
čtejce							
čušťeniny							
čukrovinky (čokoláda, zákusky)							

## DOTAZNÍK POHYBOVÉ AKTIVITY

Zaznamenejte do tabulky, kterým pohybovým aktivitám se v současnosti věnujete. Zapište druh aktivity, dále jak často sportujete (kolikrát týdně, měsíčně apod.) a jak dlouho (kolik minut), případně čas od kdy do kdy, pokud je aktivita vždy ve stejnou dobu nebo alespoň přibližnou informaci – dopoledne, odpoledne, večer.



pohybové aktivity	Jak často	Jak dlouho (v minutách)	Čas <u>od - do</u>



- ❖ Využíváte často k přepravě dopravní prostředky (auto, MHD...) nebo se snažíte co nejvíce chodit pěšky?  
.....
- ❖ Věnujete se chůzi nejméně 30 minut za den po většinu dní v týdnu, nebo alespoň 3 hodiny za celý týden?  
.....
- ❖ Byl(a) jste dříve zvyklý(a) provozovat nějakou fyzickou aktivitu, které Vás bavila a nyní se jí již nevěnujete?  
.....
- ❖ Níže uvedte jaké důvody Vás vedly k zanechání dřívějších aktivit/sportů: (např. zdravotní (jaké), nedostatek času, nedostatek financí, ztráta zájmu, motivace apod.)  
.....
- ❖ Kolik volného času trávíte průměrně během dne následujícími aktivitami? (sledování televize nebo čas strávený u PC mimopracovně tzv. pasivní zábava s minimem pohybu)  
o víkendu ..... (minut / hodin)                      v týdnu ..... (minut / hodin)
- ❖ Jaký vztah máte k pohybu, ke sportu?  
.....

## DOTAZNÍK PSYCHICKÉ POHODY

1. Současné okolnosti: Jaká je rodinná situace (rodinný stav, vztahy, pohoda, nepohoda)?

.....

Kdo podporuje Vaše rozhodnutí na sobě pracovat (př. partner, děti, rodiče, sourozenci, přátelé, jen já)

.....

2. Sebereflexe: Jaký vztah máte k sobě, ke svému tělu? Jak se vnímáte, bylo to někdy jinak? Změní se něco, když...?

.....

.....

Co máte na sobě ráda, co naopak ne?

.....

.....

3. Seberealizace: Jak Vás baví zaměstnání, vztahy na pracovišti?

.....

.....

Jaké máte zájmy? Co vás těší?

.....

.....

Co vám dělá radost x starosti v běžném životě? Co vám bere nebo dává energii?

.....

.....

Pocítujete stres, kdy, za jakých okolností, příčiny? Jak ho řešíte (jídlem, pohybem, relax)?

.....

Chcete žít zdravě, změnit životní styl nebo „jen zhubnout“?

.....



## Informace pro pacienty

Vážená paní, vážený pane,

dovoluji si Vás, v rámci vypracování diplomové práce na téma: „**Analýza dietního příjmu a hlavních dietních zdrojů omega-3 mastných kyselin u pacientů s onkologickým onemocněním**“, informovat o prováděném šetření.

Hlavním cílem tohoto šetření je zhodnotit příjem omega 3 mastných kyselin ve stravě onkologických pacientů. Data budou vyhodnocována na základě vyplněných online formulářů a poskytnutých jídelníčků.

Všechna sbíraná data budou zcela anonymní a slouží pouze k mé vlastní diplomové práci.

Účast na studii je dobrovolná a můžete ji kdykoliv odmítnout.

Děkuji za zapojení do studie.

Bc. Denisa Balušková  
studentka 2. roč. NVDD

Příloha 3: Stanovisko Etické komise



**ETICKÁ KOMISE VŠEOBECNÉ FAKULTNÍ NEMOCNICE V PRAZE**

Na Bojišti 1, 128 08 Praha 2 | eticka.komise@vfn.cz | tel. 224964131

Vážená paní  
Bc. Denisa Balušková  
Semovice 19  
257 51 Bystřice

18.5.2023  
č.j.: 67/23 S-IV

Vážená paní bakalářko,  
Etická komise VFN projednávala na svých zasedáních dne 20.4.2023 a 18.5.2023 Vámi předložený individuální výzkumný projekt č.j. 67/23 S-IV - magisterská práce.

**Název studie/Title of CT:** Analýza dietního příjmu a hlavních dietních zdrojů omega-3 mastných kyselin u pacientů s onkologickým onemocněním

**Žadatel/Applicant:** Bc. Denisa Balušková, Semovice 19, 257 51 Bystřice, e-mail: denisa@baluskova.cz

Úhrada nákladů spojených s posouzením žádosti a vydáním stanoviska / *Reimbursement of costs related to assessment of the EC:*  
 Ano/Yes  Ne, důvod/No, reasons: nesponzorovaný projekt

**Datum doručení žádosti / Date of submission of the Application Form:** 20.3.2023

**Datum jednání EK+čas/Date and time of Ethics Committee's session:**

- 1) **20.4.2023** (15:30 – 19:40 hod.) – pozastaveno, připomínky odeslány e-mailem; upravené dokumenty přijaty 9.5.2023 pod č.j. 677/23 D;
- 2) **18.5.2023** (15:30 – 18:15 hod.) – souhlasné stanovisko.

Seznam míst hodnocení s označením míst, ke kterým se EK vyjádřila jako místní EK a kde vykonává dohled

Místo hodnocení / <i>Jméno zkoušejícího</i> <i>Trial Site / Name of Investigator</i>	Místní EK <i>Local EC</i>	Adresa místní EK <i>Address</i>
Bc. Denisa Balušková, 1. lékařská fakulta UK v Praze	<input checked="" type="checkbox"/>	EK při VFN, Na Bojišti 1, 128 08 Praha 2

Seznam hodnocených dokumentů / *List of all submitted documents:*

Název dokumentu, verze, datum <i>Document title, version, date</i>	Schváleno/ <i>Approved</i>		Na vědomí / <i>Taken into account</i>	
	ANO <i>Yes</i>	NE <i>No</i>	ANO <i>Yes</i>	NE <i>No</i>
Průvodní dopis s popisem projektu ze 14.3.2023	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dotazník – Víceúčelový formulář EK VFN, 6.3.2023	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Dotazník Nutriční anamnéza	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dotazník psychické pohody	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Deník – Denní záznam jídla	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Životopis hlavní zkoušející: Bc. Denisa Balušková	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>677/23 D</b>				
Dotazník – Víceúčelový formulář EK VFN, <b>opravená verze</b> z 6.3.2023	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Informace pro pacienty	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dotazník Nutriční anamnéza, <b>opravená verze</b>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Stanovisko etické komise:**

EK vydává / *EC issues*

- Souhlasné stanovisko/Favourable opinion**  
 **Nesouhlasné stanovisko/Unfavourable opinion**

EK VFN vydává souhlasné stanovisko k provedení individuálního výzkumu na 1. lékařské fakultě UK v Praze.

Podpis předsedy / zástupce EK VFN  
*Signature of Chairperson / Vice-Chairperson*  
PharmDr. Zbyněk Sklenář, Ph.D.

PharmDr.  
Zbyněk  
Sklenář, Ph.D.  
Datum: 2023.05.24  
15:09:03 +02'00'

Digitálně podepsal  
PharmDr. Zbyněk  
Sklenář, Ph.D.  
Datum: 2023.05.24  
15:09:03 +02'00'



## ETICKÁ KOMISE VŠEOBECNÉ FAKULTNÍ NEMOCNICE V PRAZE

Na Bojišti 1, 128 08 Praha 2 | eticka.komise@vfn.cz | tel. 224964131

### Seznam členů etické komise/ List of the Ethics Committee Members:

	Muž/ Žena Male/ Female	Odbornost Specialist	Zaměstnanec zřizovatele EK*		Funkce v EK Role in EC	Přítomen Attendance		Hlasoval Voted	
			Ano Yes	Ne No		Ano Yes	Ne No	Ano Yes	Ne No
PharmDr. Zbyněk Sklenář, Ph.D., MBA	M/M	Pharmacist Pharmacologist	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Předseda/ Chairperson	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
MUDr. Magda Šišková, CSc.	Ž/F	Haematologist	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Místopředseda/ Vice-chairperson	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Jana Farkačová	Ž/F	Lab. Technician	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Člen/Member	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Doc. MUDr. Pavel Freitag, CSc.	M/M	Gynaecologist	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Člen/Member	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Ing. Antonín Grošpic, CSc.	M/M	Engineer	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Člen/Member	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Prof. MUDr. Eva Kubala Havrdová, CSc.	Ž/F	Neurologist	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Člen/Member	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
MUDr. Hana Honová	Ž/F	Oncologist	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Člen/Member	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
MUDr. Jiří Humhal	M/M	Cardiologist	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Člen/Member	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
MUDr. Anna Jedličková	Ž/F	Microbiologist	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Člen/Member	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
MUDr. Ladislav Korábek, CSc., MBA	M/M	Dental surgeon	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Člen/Member	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mgr. Michael Pauly	M/M	Lawyer	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Člen/Member	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Prof. MUDr. Jan Roth, CSc.	M/M	Neurologist	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Člen/Member	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Mgr. Libuše Roytová Mgr. ThLic. of Theologie	Ž/F	Member of clergy	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Člen/Member	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Doc. PharmDr. Martin Šíma, Ph.D.	M/M	Clinical Pharmacist	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Člen/Member	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
JUDr. Šárka Špeciánová	Ž/F	Lawyer	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Člen/Member	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
MUDr. Marcela Trojánková	Ž/F	Privat Nefrologist	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Člen/Member	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
MUDr. Jiří Valenta	M/M	Anesthesiologist -Intensive Med.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Člen/Member	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Prof. MUDr. Jiří Zeman, DrSc.	M/M	Paediatricist – Adolescent Med	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Člen/Member	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

pozn: \*Zaměstnanec zřizovatele EK/ Employee of EC appointing authority)

Etická komise prohlašuje, že byla ustavena a pracuje v souladu se správnou klinickou praxí (GCP) a platnými právními předpisy. Poslední sloupec udává, zda členové EK byli přítomni hlasování, ale nikoli jak hlasovali ve věci. /The Ethics Committee hereby declares that it was established and operates in accordance with its Rules of Procedure in compliance with GCP and valid legal regulations. EC members personally presented the voting procedure (and NOT their individual voting result to or against the cause) are indicated in the last column:

Ano/Yes     Ne/No    Komentář/Comments:

Datum/Date: 20.4.2023

Etická komise  
Všeobecné fakultní nemocnice  
v Praze  
Na Bojišti 1, 128 08 Praha 2

Podpis předsedy EK nebo zástupce  
Signature of Chairperson or Vice-Chairperson  
PharmDr. Zbyněk Sklenář, Ph.D., v.r.



## ETICKÁ KOMISE VŠEOBECNÉ FAKULTNÍ NEMOCNICE V PRAZE

Na Bojišti 1, 128 08 Praha 2 | eticka.komise@vfn.cz | tel. 224964131

### Seznam členů etické komise/ List of the Ethics Committee Members:

	Muž/ Žena Male/ Female	Odbornost Specialist	Zaměstnanec zřizovatele EK*		Funkce v EK Role in EC	Přítomen Attendance		Hlasoval Voted	
			Ano Yes	Ne No		Ano Yes	Ne No	Ano Yes	Ne No
<b>PharmDr. Zbyněk Sklenář, Ph.D., MBA</b>	M/M	Pharmacist Pharmacologist	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Předseda/ Chairperson	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>MUDr. Magda Šišková, CSc.</b>	Ž/F	Haematologist	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Místopředseda/ Vice-chairperson	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Jana Farkačová</b>	Ž/F	Lab. Technician	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Člen/Member	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Doc. MUDr. Pavel Freitag, CSc.</b>	M/M	Gynaecologist	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Člen/Member	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Ing. Antonín Grošpic, CSc.</b>	M/M	Engineer	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Člen/Member	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Prof. MUDr. Eva Kubala Havrdová, CSc.</b>	Ž/F	Neurologist	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Člen/Member	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>MUDr. Hana Honová</b>	Ž/F	Oncologist	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Člen/Member	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>MUDr. Jiří Humhal</b>	M/M	Cardiologist	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Člen/Member	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>MUDr. Anna Jedličková</b>	Ž/F	Microbiologist	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Člen/Member	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>MUDr. Ladislav Korábek, CSc., MBA</b>	M/M	Dental surgeon	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Člen/Member	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Mgr. Michael Pauly</b>	M/M	Lawyer	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Člen/Member	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Prof. MUDr. Jan Roth, CSc.</b>	M/M	Neurologist	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Člen/Member	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Mgr. Libuše Roytová Mgr. ThLic. of Theologie</b>	Ž/F	Member of clergy	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Člen/Member	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Doc. PharmDr. Martin Šíma, Ph.D.</b>	M/M	Clinical Pharmacist	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Člen/Member	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>JUDr. Šárka Špeciánová</b>	Ž/F	Lawyer	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Člen/Member	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>MUDr. Marcela Trojánková</b>	Ž/F	Privat Nefrologist	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Člen/Member	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>MUDr. Jiří Valenta</b>	M/M	Anesthesiologist -Intensive Med.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Člen/Member	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Prof. MUDr. Jiří Zeman, DrSc.</b>	M/M	Paediatricist – Adolescent Med	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Člen/Member	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

pozn: \*Zaměstnanec zřizovatele EK/ Employee of EC appointing authority)

Etická komise prohlašuje, že byla ustavena a pracuje v souladu se správnou klinickou praxí (GCP) a platnými právními předpisy. Poslední sloupec udává, zda členové EK byli přítomni hlasování, ale nikoli jak hlasovali ve věci. /The Ethics Committee hereby declares that it was established and operates in accordance with its Rules of Procedure in compliance with GCP and valid legal regulations. EC members personally presented the voting procedure (and NOT their individual voting result to or against the cause) are indicated in the last column:

Ano/Yes     Ne/No    Komentář/Comments:

Datum/Date: 18.5.2023

Etická komise  
Všeobecné fakultní nemocnice  
v Praze  
Na Bojišti 1, 128 08 Praha 2

Podpis předsedy EK nebo zástupce  
Signature of Chairperson or Vice-Chairperson  
PharmDr. Zbyněk Sklenář, Ph.D., v.r.