

UNIVERZITA KARLOVA

FARMACEUTICKÁ FAKULTA V HRADCI KRÁLOVÉ

KATEDRA BIOLOGICKÝCH A LÉKAŘSKÝCH VĚD



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Měření objemu svalstva trupu a jeho vztah ke komplikacím v kolorektální chirurgii

TEREZA FISCHEROVÁ

Vedoucí diplomové práce: PhDr. Zdenka Kudláčková, Ph.D.

Konzultant: MUDr. Jiří Kotek

HRADEC KRÁLOVÉ, 2023

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala paní *PhDr. Zdeňce Kudláčkové, PhD.* a panu *MUDr. Jiřímu Kotkovi* za jejich čas, odborný dohled, cenné rady a připomínky, trpělivost, konzultace a pomoc při sepisování mé diplomové práce. Velké poděkování bych také ráda vyjádřila statističce, paní *RNDr. Evě Čermákové*, za pomoc s vyhodnocováním experimentální části.

„Prohlašuji, že tato práce je mým původním autorským dílem. Veškerá literatura a další zdroje, z nichž jsem při zpracování čerpala, jsou uvedeny v seznamu použité literatury a v práci jsou řádně citovány. Práce nebyla použita k získání jiného nebo stejného titulu.“

V Hradci Králové

OBSAH

ABSTRAKT	8
ABSTRACT	10
1. ÚVOD	12
2. ZADÁNÍ – CÍL PRÁCE	13
3. TEORETICKÁ ČÁST	14
3.1 ANATOMIE GASTROINTESTINÁLNÍHO TRAKTU	14
3.1.1 Tlusté střevo (<i>intestinum crassum</i>)	16
3.1.2 Konečník (<i>rectum</i>)	18
3.1.3 Játra (<i>hepar</i>)	19
3.1.4 Cévní zásobení	21
3.2 FYZIOLOGIE GASTROINTESTINÁLNÍHO TRAKTU	21
3.2.1 Motilita (pohyb).....	22
3.2.2 Imunitní systém gastrointestinálního traktu	22
3.2.3 Tenké střevo (<i>intestinum tenue</i>)	23
3.2.4 Slinivka břišní (<i>pankreas</i>).....	23
3.2.5 Játra (<i>hepar</i>)	24
3.2.6 Tlusté střevo (<i>intestinum crassum</i>)	25
3.3 FUNKČNÍ ANATOMIE SVALU	27
3.3.1 Stavba příčně pruhovaných svalů	27
3.3.2 Činnost příčně pruhovaného svalstva	30
3.3.2.1 Proces kontrakce	33
3.3.3 Syntéza a degradace kosterního svalstva	34
3.3.4 Inervace kosterních svalů	35
3.3.5 Cévní zásobení vybraných kosterních svalů	36

3.3.6	Hladké svalstvo a jeho inervace	36
3.4	<i>ROZDÍLY V OBJEMU A KONDICI SVALŮ</i>	37
3.4.1	Věk	37
3.4.2	Pohlaví	39
3.4.3	Nutriční stav svalů	40
3.5	<i>NUTRICE</i>	43
3.5.1	Malnutrice	44
3.6	<i>SARKOPENIE</i>	45
3.6.1	Diagnostika a terapie	47
3.6.2	Sarkopenie a cirhóza jater	49
3.6.3	Měření velikosti a funkcí jater před jejich resekci.....	50
3.7	<i>SVALOVÁ VOLUMETRIE</i>	51
3.7.1	Počítačová tomografie (CT, <i>Computed Tomography</i>)	52
3.7.2	Magnetická rezonance (MRI, <i>Magnetic Resonance Imaging</i>).....	53
3.7.3	Dvoufotonová absorpční fotometrie (DXA, <i>Dual-Energy X-Ray Absorptiometry</i>).....	54
3.7.4	Bioimpedanční analýza (BIA, <i>Bioimpedance Analysis</i>)	55
3.7.5	Parametry pro predikci sarkopenie z CT a MRI	55
3.8	<i>KOLOREKTÁLNÍ CHIRURGIE</i>	59
3.8.1	Diagnostika	60
3.8.1.1	<i>Rektoskopické vyšetření a vyšetření per rectum</i>	60
3.8.1.2	<i>Kolonoskopie</i>	60
3.8.1.3	<i>Zobrazovací metody</i>	61
3.8.1.4	<i>Testy laboratorní</i>	63
3.8.2	Klasifikace nádorů rektu	63

3.8.3	Terapeutické možnosti	66
3.8.3.1	<i>Metody resekce</i>	67
3.9	POOPERAČNÍ KOMPLIKACE KOLOREKTÁLNÍ CHIRURGIE	72
3.9.1	Riziko komplikací v souvislosti s celkovým stavem pacienta	78
3.9.1.1	<i>Význam prehabilitace</i>	79
3.9.1.2	<i>Nutriční stav jedince a sarkopenie jako komplikace</i>	80
4.	EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST	81
4.1	METODICKÁ ČÁST	81
4.1.1	Použitý materiál	81
4.1.2	Charakteristika souboru pacientů	81
4.1.3	Postup práce	90
4.2	VÝSLEDKOVÁ ČÁST	91
5.	DISKUZE	97
6.	ZÁVĚR	100
7.	POUŽITÉ ZKRATKY	101
8.	SEZNAM TABULEK	106
9.	SEZNAM OBRÁZKŮ	107
10.	SEZNAM GRAFŮ	108
11.	POUŽITÁ LITERATURA	109

ABSTRAKT

Univerzita Karlova v Praze, Farmaceutická fakulta v Hradci Králové

Katedra	Katedra biologických a lékařských věd
Kandidát	Tereza Fischerová
Vedoucí diplomové práce	PhDr. Zděnka Kudláčková, Ph.D.
Konzultant	MUDr. Jiří Kotek
Název diplomové práce	Měření objemu svalstva trupu a jeho vztah ke komplikacím v kolorektální chirurgii

Úvod: Kolorektální karcinomy jsou častým onkologickým onemocněním. Jejich primárním řešením je chirurgické odstranění tumoru, které provází řada komplikací. Jejich výskyt závisí i na předoperačním stavu pacienta z hlediska výživy a stavu svalstva. Sarkopenie je degenerativní onemocnění kosterního svalstva a je jedním z prediktorů pooperačních komplikací.

Cíl: Cílem této práce bylo retrospektivně vyhodnotit vztah mezi výskytem komplikací a objemem trupového svalstva, který byl popsán pomocí hustoty *musculus psoas* a *musculus psoas indexu*.

Metody: Na CT snímcích v oblasti 3. bederního obratle (L3) jsme vyhodnocovali hustotu *m. psoas* a *m. psoas index*. Soubor tvořilo 209 pacientů, kteří podstoupili resekci rekta na oddělení Chirurgické kliniky ve Fakultní nemocnici Hradec Králové v letech 2017 až 2021. Vztah mezi hodnotami hustoty *m. psoas*, *m. psoas indexu* a komplikacemi jsme vyhodnotili statistickými testy v NCSS 2021 Statistical Software (2021), LLC, Kaysville, Utah, USA. Pro vytvoření grafů jsme pracovali v programu Excel (Microsoft).

Výsledky: Průměrná hodnota hustoty *m. psoas* v populaci byla $47,42 \pm 10,31$ HU. Průměrný *m. psoas index* byl $6,86 \pm 2,05$ cm²/m². Z celkového souboru 209 pacientů se komplikace vyskytly u 82 pacientů (39,23 %). U pacientů s komplikacemi byla průměrná hustota *m. psoas* $45,37 \pm 10,50$ HU ($p=0,068$) a průměrný *m. psoas index* byl $6,84 \pm 2,30$ cm²/m² ($p=0,828$). U těchto dvou parametrů nebyl nalezen statisticky významný rozdíl. Statisticky významný rozdíl mezi skupinou s komplikacemi a bez komplikací měl *diabetes*

mellitus ($p=0,0403$), hladina leukocytů a CRP 3. a 5. pooperační den (leukocyty: $p=0,0047$ a $p=0,0038$, CRP: $p<0,001$).

Závěr: Komplikace v kolorektální chirurgii jsou poměrně časté. Vyhodnocením předoperačního stavu pacienta se dá vyhodnotit riziko jejich výskytu. V porovnání s jinými studii jsme neprokázali statisticky významný rozdíl mezi výskytem komplikací, hustotou (byla hraniční) a *indexem m. psoas*. Z našich výsledků tedy vyplývá, že žádný z těchto dvou parametrů není vhodný jako prediktor komplikací.

Klíčová slova: kosterní svaly, kolorektální karcinom, sarkopenie, *musculus psoas*, komplikace

ABSTRACT

Charles University in Prague, Faculty of Pharmacy in Hradec Králové

Department	Department of Biological and Medical Science
Candidate	Tereza Fischerová
Thesis supervisor	PhDr. Zdeňka Kudláčková, Ph.D.
Consultant	MUDr. Jiří Kotek
Thesis Title	Measurement of torso muscle volume and its relation to complications in colorectal surgery

Introduction: Colorectal cancer is frequent oncological disease. The primary solution for cure is surgical resection of the tumor, which can be accompanied by a number of complications. The incidence of postoperative complications also depends on the preoperative condition of the patient, such as nutrition and muscle condition. Sarcopenia is a degenerative disease of skeletal muscle and is one of the predictors of postoperative complications.

Objective: The aim of the thesis was to retrospectively evaluate the connection between occurrence of postoperative complications and muscle volume on the trunk, which was described by psoas density and psoas muscle index.

Methods: On CT images in the area of the 3rd lumbar vertebra (L3), we evaluated psoas density and psoas muscle index. The group consisted of 209 patients who underwent rectal resection at the Surgery Clinic of the Faculty Hospital in Hradec Králové between 2017 and 2021. We assessed the connection between psoas density, psoas muscle index and complications by statistical tests in NCSS 2021 Statistical Software (2021), LLC, Kaysville, Utah, USA. We worked in Excel (Microsoft) to create graphs.

Results: The mean of psoas density in the population was $47,42 \pm 10,31$ HU. The mean of m. psoas index was $6,86 \pm 2,05$ cm²/m². Out of the total cohort of 209 patients, complications occurred in 82 patients (39,23 %). In the group of patients with complications, the mean psoas density was $45,37 \pm 10,50$ HU ($p=0,068$) and the mean psoas muscle index was $6,84 \pm 2,30$ cm²/m² ($p=0,828$). No significant difference was

found for these two parameters. Diabetes mellitus ($p=0,0403$), leukocyte level and CRP level on the 3rd and 5th postoperative day had significant difference between groups with and without complications (leukocyte level: $p=0,0047$ and $p=0,0038$, CRP level: $p<0,001$).

Conclusion: Complications in colorectal surgery are quite common. By evaluating the patient's preoperative condition, the risk of the occurrence of complications can be determined. Compared to other studies, we did not demonstrate the significant difference between the occurrence of complications, psoas density (it was borderline value) and psoas muscle index. Our results therefore show that neither of these two parameters is suitable as a predictor of complications.

Keywords: skeletal muscles, colorectal cancer, sarcopenia, musculus psoas, complications

1. ÚVOD

Kolorektální karcinom je onemocnění s celosvětově rostoucí incidencí. I přes vývoj techniky a zlepšování postupů ve zdravotnictví zůstává 2.–3. nejčastější příčinou úmrtí na onkologické onemocnění (Pekařová et al, 2020). Velmi často kolorektální tumory metastazují do jiných orgánů (zejména plíce, játra a okolní lymfatické uzliny). Lidé se mohou aktivně zapojit do prevence, a to správným stravováním, fyzickým pohybem a podstupováním screeningových programů, aby snížili riziko vzniku či progresu onemocnění. K přesné diagnostice slouží zobrazovací metody (CT, MRI).

Kolorektální chirurgie zahrnuje klíčový krok v terapii karcinomů tlustého střeva a konečníku. Je jím chirurgické odstranění tumoru a nese s sebou celou řadu komplikací, z nichž nejvýznamnější je anastomický *leak*. Je to jev, ke kterému dojde, jestliže je porušená střevní stěna v místě vytvořené anastomózy. Následkem toho dochází k úniku střevního obsahu mimo lumen střeva. Výskyt pooperačních komplikací nesouvisí pouze s chirurgickými faktory, ale také s celkovým stavem pacienta před plánovanou resekci nádoru. Podle výsledků předoperačních vyšetření se tak zvolí vhodný terapeutický plán pro konkrétního pacienta.

Svaly plní několik funkcí – od termoregulace přes umožnění pohybu až po ochranu vnitřních orgánů. Stav kosterního svalstva se v různých fázích života liší. Je ovlivněn mnoha faktory, jako je genetika, pohlaví, životní styl nebo aktivita mTORc1 komplexu.

Sarkopenie je vážné onemocnění, které je charakterizované ztrátou svalové síly, objemu svalstva a zhoršením jeho kvality. Má velký vliv na kvalitu života pacienta a jeho náklady na léčbu. K diagnostice se používají výkonnostní testy a zobrazovací techniky. Nejčastěji používaným nástrojem je CT pro zobrazení oblasti dolní krycí lišty v oblasti 3. bederního obratle (L3). Na takovém snímku se pro vyhodnocení objemu svalstva hodnotí hustota *m. psoas* (HU) a *m. psoas index* (cm^2/m^2). Incidence sarkopenie u tumorů v gastrointestinálním traktu se udává mezi 17–79 % a je významným parametrem k predikci přežití a výskytu komplikací (Tuncer et al, 2021).

2. ZADÁNÍ – CÍL PRÁCE

Jedním z cílů diplomové práce bylo uvést anatomický a fyziologický popis gastrointestinálního traktu – především částí, které se týkají chirurgické léčby v kolorektální oblasti, a také uvést anatomicko-fyziologický popis svalů. Práce také uvádí základní informace o operačních postupech v kolorektální chirurgii a rizikové faktory pooperačních komplikací. V neposlední řadě bylo cílem zhodnotit data z operací v gastrointestinální oblasti a z oblasti měření svalstva pocházející z Chirurgické kliniky Fakultní nemocnice v Hradci Králové a Lékařské fakulty Univerzity Karlovy.

3. TEORETICKÁ ČÁST

3.1 ANATOMIE GASTROINTESTINÁLNÍHO TRAKTU

Gastrointestinální trakt, neboli trávicí soustava, představuje dutou trubici. Podle anatomického rozdělení zahrnuje:

- dutinu ústní (*cavitas oris*)
- hltan (*pharynx*),
- jícen (*oesophagus*),
- žaludek (*gaster*),
- tenké střevo (*intestinum tenue*),
- játra (*hepar*),
- slinivku břišní (*pancreas*),
- tlusté střevo (*intestinum crassum*) (Čihák, 2013; Vajner et al, 2017; Azzouz, Sharma, 2022).

Samotné tlusté střevo (*intestinum crassum*) je rozděleno do několika úseků – slepé střevo (*caecum*), tračník vzestupný (*colon ascendens*), tračník příčný (*colon transversum*), tračník sestupný (*colon descendens*), esovitá klička (*colon sigmoideum*), konečník (*rectum*) a končí řitním otvorem (*anus*) (Čihák, 2013; Vajner et al, 2017; Azzouz, Sharma, 2022).

Stěna trubice trávicí soustavy se skládá ze čtyř základních vrstev (od vnitřní po vnější):

- Sliznice (*tunica mucosa*)
- Podslizniční vazivo (*tunica submucosa*)
- Svalová vrstva (*tunica muscularis externa*)
- Povrchová vnější vrstva (*tunica serosa, adventitia*) (Čihák, 2013; Vajner et al, 2017).

Popsané struktury ukazuje Obrázek 1.

Vnitřní vrstvu tvoří sliznice (*tunica mucosa*). Pokrývá celý povrch trubice a může se přetvářet například na řasy (*plicae circulares*) ve střevě, papily (*papillae linguales*) na jazyku nebo v tenkém střevě na klky (*villi intestinales*). Sliznici pokrývá epitel (*lamina epithelialis mucosae*), který je v různých částech trávicí soustavy odlišný podle funkce

jednotlivých částí traktu. V trubicové části gastrointestinálního traktu vyskytují 2 typy epitelů. Vrstevnatý dlaždicový epitel se nachází na začátku trávicí soustavy na sliznicích (dutina ústní, hltan, jícen), jednovrstevný cylindrický epitel se nachází v žaludku, v tenkém i tlustém střevě a před řitním otvorem přechází opět ve vrstevnatý dlaždicový epitel. Pod epitelem sliznice nalezneme řídké slizniční vazivo (*lamina propria mucosae*), které obsahuje krevní a mízní cévy, hladkosvalové buňky a žlázy. Vyskytují se zde i lymfocyty nebo plasmatické buňky, které se produkcí protilátek podílí na imunitním systému gastrointestinálního traktu. Někdy se pod slizničním vazivem nachází tenká vrstva hladké svaloviny (*lamina muscularis mucosae*), která odděluje mukózu od submukózy a zajišťuje pohyb sliznice (Čihák, 2013; Vajner et al, 2017; Vajner et al, 2018).

Podslizniční vazivo (*tunica submucosa*) je řídké kolagenní vazivo (silnější vlákna), které je bohaté na krevní i mízní cévy. Plní navíc imunitní funkci díky přítomné lymfoidní tkáni. Také se zde nachází pleteň autonomních nervů (*plexus submucosus Meissneri*) (Čihák, 2013; Vajner et al, 2017).

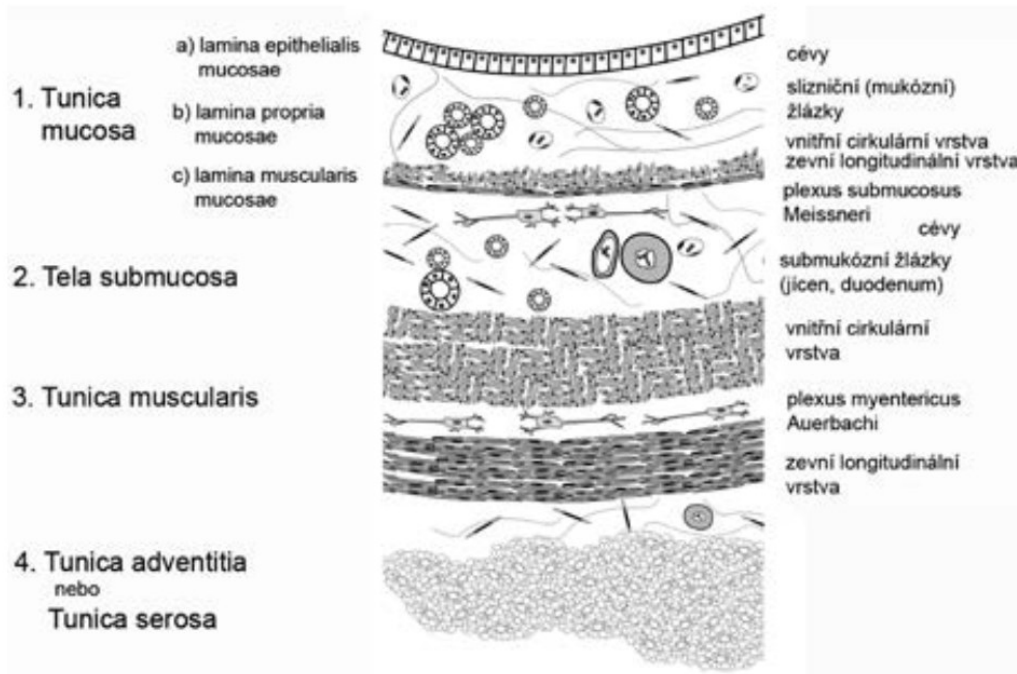
Svalovina (*tunica muscularis*) se opět v jednotlivých částech trávicí trubice liší. Příčně pruhovanou svalovinou je tvořena horní část trávicí trubice (dutina ústní, hltan a část jícnu). Ostatní úseky trávicího traktu tvoří hladká svalovina, která opět na konci řitního otvoru přechází v příčně pruhovanou svalovinu. I samotná hladká svalovina se skládá ze dvou vrstev – vnitřní cirkulárně uspořádané (*stratum circulare*) a vnější podélně uspořádané (*stratum longitudinale*). Mezi těmito vrstvami svaloviny lze nalézt další nervovou pleteň (*plexus myentericus Auerbachii*), která řídí kontrakce vnější svalové vrstvy a vyvolává peristaltické pohyby (Čihák, 2013; Vajner et al, 2017).

Zevní vrstvu úseků trávicí trubice, kromě částí v pobřišnicové dutině, tedy v krčním a hrudním úseku jícnu, představuje povrchová vnější vrstva (*tunica adventitia*). V oblasti pobřišnicové dutiny se označuje jako *tunica serosa* a tvoří ji tenká vrstva kolagenního vaziva společně s tukovou tkání (adipocyty), krevními a lymfatickými cévami. Je pokryta jednovrstevným plošným epitelem (*mesotel*) (Čihák, 2013; Vajner et al, 2017).

Díky hojně inervaci podléhá trávicí trubice autonomnímu, enterickému nervovému systému (pleteně). Ten je ovlivněn impulzy z parasympatických a

sympatických vláken nebo impulzy z *nervus vagus* (Vajner et al, 2017; Švihovec et al, 2018).

Obrázek 1 Mikroskopický popis trávicí trubice (převzato z Vajner et al, 2017)



3.1.1 Tlusté střevo (*intestinum crassum*)

Tlusté střevo (*intestinum crassum*) je u dospělého člověka dlouhé 1,3-1,7 m a široké 7,5-4 cm. Je pokračujícím úsekem trávicí trubice po tenkém střevě, na které navazuje ileocekálním přechodem. Jak již bylo zmíněno výše, skládá se z několika na sebe navazujících úseků (Čihák, 2013; Bureš et al, 2014; Vajner et al, 2017).

Slepé střevo (*intestinum caecum*) představuje nejširší část tlustého střeva a je uložené do pravé poloviny těla v oblasti jámy kyčelní. Na jedné straně, slepě končící, ústí v červovitý výběžek (*appendix vermiformis*), na druhé straně přechází v tračník (Čihák, 2013; Vajner et al, 2017).

Tračník (*colon*) reprezentuje největší část tlustého střeva. Jeho jednotlivé úseky jsou propojeny pravým (jaterním) a levým (slezinovým) ohbím (*flexura coli dextra et sinistra*). Na slepé střevo navazuje tračník vzestupný (*colon ascendens*). Napříč břišní dutinou zprava doleva se nachází tračník příčný (*colon transversum*), na něj navazuje

tračník sestupný (*colon descendens*). Posledním úsekem je esovitá klička (*colon sigmoideum*) vedoucí do středu malé pánve (Čihák, 2013; Vajner et al, 2017).

Tlusté střevo je zakončeno konečníkem (*rectum*), který přes anální kanál vyúsťuje v řitní otvor (*anus*) (Čihák, 2013; Vajner et al, 2017).

Podél celého povrchu tlustého střeva jsou tři pruhy zevní longitudinální, ztluštělé, podélné svaloviny označované jako *taeniae coli*. *Taenia mesocolica*, *taenia omentalis* a *taenia libera* jsou jednotlivé pruhy, které se liší polohou na tračnicku. První zmíněný pruh se nachází v místě *mesocolon transversum*, tedy vzadu, kde je připojení k pobřišnicovému závěsu. Druhý pruh je uložený na tračnicku vpředu nahoře, kde střevo srůstá s *omentum majus*. Poslední pruh je dole vpředu. Všechny splývají v oblasti apendixu do souvislé podélné vrstvy svaloviny. Na opačném konci tlustého střeva, mezi esovitou kličkou a konečníkem, se rozšiřují v nepřerušovaný plášť svaloviny. Přítomností jednotlivých pruhů ztluštělé svaloviny a jejich tahů se na střevě formují vyklenutá místa (*haustra coli*), která jsou oddělena zaškrcenými místy. Na těchto místech zaškrčení, zevnitř střeva, jsou poloměsíčitě řasy (*plicae semilunares*). Na povrchu tračnicku poblíž taenií jsou ploché tukové výběžky (*appendices epiploicae*) formované ze serózní vrstvy (Čihák, 2013; Vajner et al, 2017).

Tlusté střevo má světle narůžovělou sliznici tvořenou jednovrstevným cylindrickým epitelem, oproti sliznici tenkého střeva je bez klků. Obsahuje intestinální žlázy – dlouhé Lieberkühnovy krypty v *lamina propria mucosae* (bez Panethových buněk kromě oblasti apendixu) a několik druhů buněk – enterocyty, pohárkové buňky produkující hlen, M-buňky (membránové) a chomáčkové buňky. Samotné Lieberkühnovy krypty obsahují nediferencované buňky, ze kterých se diferencují pohárkové buňky i enterocyty. Dále se v nich vyskytuje velký počet pohárkových buněk a endokrinní buňky produkující peptidové hormony jako je enteroglukagon (ovlivňuje metabolismus glukózy a pohyblivost střeva) nebo substance P (vliv na střevní motilitu) (Čihák, 2013, Bureš et al, 2014; Vajner et al, 2017).

Lamina propria mucosae je velmi bohatá na lymfoidní tkáň, která zahrnuje lymfatické uzlíky (*noduli s. folliculi lymphatici solitarii*) vyskytující se zejména ve slepém střevě. Jejich četný výskyt zde je opodstatněný přítomností bakterií v tlustém střevě.

Tyto lymfatické uzlíky ze sliznice zasahují do podslizničního vaziva, které obsahuje nervovou pletěň a cévy (Čihák, 2013; Vajner et al, 2017).

Svalovou vrstvu tlustého střeva tvoří dvě vrstvy. Zevní longitudinální vrstva je tenká a ztluštělá pouze v taeniích. Vnitřní cirkulární vrstva vytváří shluky na určitých místech střeva, plní pravděpodobně funkci svěračů a ovlivňují motilitu střeva (Čihák, 2013; Vajner et al, 2017).

Nejzevnější vrstvou je *tunica serosa*, která vytváří již zmíněné *appendices epiploicae* (Čihák, 2013; Vajner et al, 2017).

3.1.2 Konečník (*rectum*)

Konečník představuje konečný úsek tlustého střeva, je dlouhý 12-16 cm a široký 4 cm. Zevně *rectum* vyúsťuje v řitní otvor (*anus*). U konečníku lze pozorovat trojitě boční zakřivení při pohledu zepředu, při pohledu z boku lze vidět dvojité esovité zakřivení (Čihák, 2013; Vajner et al, 2017).

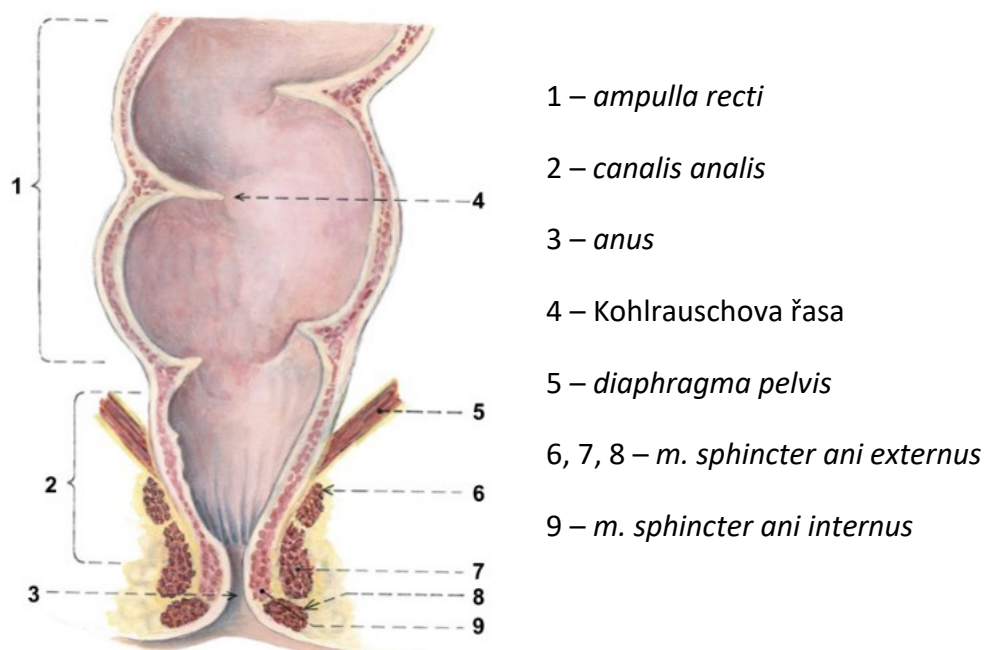
Rectum (viz Obrázek 2) lze rozdělit do několika částí. *Ampulla recti* představuje širší část rekta, je kraniálně uložená a přechází v užší část, *canalis analis*. Tyto části konečníku rozděluje nepatrná hranice na sliznici, *linea anorectalis*. V ampulární části, zhruba uprostřed, na vnitřní straně vystává největší slizniční Kohlrauschova řasa, která udává právě boční zakřivení konečníku. Nad ní a pod ní jsou přítomné ještě dvě takové poloměsíčitě řasy, obecně označované jako Houstonovy řasy (*plicae transversae recti*). Anální kanál (asi 2 cm nad řitním otvorem) je oproti *ampulla recti* užší, sliznice je světlejší a žilovitá. Anální kanál představuje místo přechodu z jednovrstevného cylindrického epitelu na vícevrstevný dlaždicový. Slizniční řasy (*columnae anales*) zde zaujímají podélnou orientaci a vklesliny, které je rozdělují, se označují jako *sinus anales*. Tyto vklesliny obsahují slizniční žlázy (*glandulae anales*) produkující hlen. Řasy jsou kaudálně zakončené do obloučků (*valvulae anales*). Pod *zona haemorrhoidalis*, která zahrnuje *columnae et sinus anales*, je uložena cévní pletěň (*plexus venosus rectalis*). Cirkulární hladká svalovina v oblasti *zona haemorrhoidalis* vytváří vnitřní řitní svěrač (*musculus sphincter ani internus*). Naopak vnější řitní svěrač je tvořen příčně pruhovanou svalovinou (Čihák, 2013; Vajner et al, 2017).

Stejně tak jako sliznice ostatních částí tlustého střeva, i v tomto úseku nechybí Lieberkühnovy krypty, které se zde vyskytují v hojném počtu (Čihák, 2013; Vajner et al, 2017).

Rectum se odlišuje zevní podélnou svalovinou. Tři pruhy hladké svaloviny (*taenie coli*) už v tomto místě tvoří souvislou vrstvu konečníku. Vnitřní cirkulární vrstva se formuje v *musculus sphincter ani internus et musculus sphincter ani externus* (Čihák, 2013; Lukáš et al, 2018).

Řitní otvor (*anus*) představuje vnější vyústění análního kanálu. Je obklopen více pigmentovanou kůží složenou z několika řas, které se různě napínají při defekačním procesu. Od řitního otvoru vede vkleslina (*crena ani*), která je překrytá hýžděovými svaly a vrstvou tuku. V okolí *anu* jsou do tvaru prstence uspořádané potní žlázy (*glandulae circumanales*) (Čihák, 2013; Lukáš et al, 2018).

Obrázek 2 *Rectum* (převzato z Čihák, 2013)



3.1.3 Játra (*hepar*)

Játra váží u dospělého jedince přibližně 1,5 kg, což z nich činí největší žlázu lidského těla uloženou převážně napravo pod bránicí, s kterou jsou spojené. Tvarově mohou připomínat jehlan se třemi stěnami (kromě základny), který leží na jednom boku (Čihák, 2013; Vajner et al, 2017; Hůlek et al, 2018).

Základním stavebním kamenem jsou hepatocyty (jaterní buňky), které tvoří trámčitý epitel. V prostorech mezi jednotlivými trámci jsou uloženy jaterní sinusoidy (hustá síť kapilár s vénozní a arteriální krví). Sinusoidy a hepatocyty odděluje Disseho prostor. Na lumenálnímu povrchu endotelových buněk jsou přítomné Kupfferovy buňky (makrofágy) se schopností fagocytózy (bakterie, cizí částice). V trámčích začínají slepě žlučové kanálky (intercelulární žlučovody), které se napojují na interlobulární žlučovody (Čihák, 2013; Vajner et al, 2017; Hůlek et al, 2018).

Základní morfologickou jednotkou je šestiboký lalůček centrální vény (*lobulus venae centralis*) vytvořený z hepatocytů radiálně uspořádaných a směřujících do centra lalůčku – tedy k centrální véně (*vena centralis*). Mezi vrcholy šestibokých lalůčků jsou portobiliární prostory obsahující jaterní triádu – *vena interlobularis* (vede krev, která nejdříve prošla střevy), *arteria interlobularis* (vede okysličenou krev ze srdce) a interlobulární žlučovod (*ductus bilifer interlobularis*). Jedna interlobulární arterie a vena vedou krev do portálního lalůčku (*lobulus venae interlobularis*), ze kterého se odvádí interlobulárním žlučovodem žluč. Interlobulární žíly se větví na *venae circumlobulares*, které zásobují oblasti primárních acinů (Čihák, 2013; Vajner et al, 2017).

Játra jsou pokrytá peritoneem (kromě místa srůstu s bránicí), což jim dává možnost volně se hýbat, a vazivovým pouzdem *tunica fibrosa*. Přední plocha je přítomným *ligamentum falciforme* rozdělena na lalok pravý a levý. Makroskopicky se na spodní ploše jater rozlišují čtyři jaterní laloky (největší *lobus dexter*, *lobus sinister*, čtyřhranný *lobus quadratus* a oválný *lobus caudatus*) oddělené rýhami (levá a pravá vkleslina, příčná vkleslina *porta hepatis*). Protože jsou játra měkká, okolní orgány na nich (na dolní ploše) zanechávají své otisky (jícen, žaludek, nadledvin, ledvina, žlučník, *flexura coli dextra*, srdce, *vena cava*). Vzadu na játrech, v místě dolní duté žíly a *ligamentum venosum* jsou připojená k bránici, na povrchu je tedy místo bez peritonea (*area nuda*) (Čihák, 2013; Hůlek et al, 2018).

V místě vstupu (*porta hepatis*) v. *portae* a *a. hepatica propria* a odstupu *ductus hepaticus dexter et sinister* (vznikají spojením interlobulárních žlučovodů) je *ligamentum hepatoduodenale*, které zajišťuje přichycení jater k trávicí soustavě (Hůlek et al, 2018).

3.1.4 Cévní zásobení

Gastrointestinální trakt má vysoké energetické nároky, a proto potřebuje velkou část srdečního výdeje. Až 80 % krve ze žaludku a střev se přes *vena portae* (funkční složka) dostává do jater (portální oběh). Zbytek krevního oběhu v játrech pochází ze sleziny a žlučníku. Játra jsou zásobována větví *a. hepatica communis* (její vlastní větev *a. hepatica propria* – nutritivní složka) vycházející z *truncus coeliacus*. *Vv. hepaticae* pochází z *v. cava inferior* a zajišťují odtok odkysličené krve z jater (Rokyta et al, 2015; Rohen, Lütjen-Drecoll, 2018).

Krevní zásobení tlustého střeva zajišťují tepny odstupující od *arteria mesenterica superior et inferior*, *rectum* zásobují ještě větve z *arteria iliaca interna* (Čihák, 2013; Rohen, Lütjen-Drecoll, 2018).

A. mesenterica superior se větví na *a. ileocolica*, *a. colica dextra* a *a. colica media*. Tyto větve zásobují krví slepé střevo, tračník vzestupný a zprava tračník příčný. Tračník příčný a horní úsek rekta prokrvují větve *a. colica sinistra*, *aa. sigmoideae* a *a. rectalis superior* z *mesenterica inferior* (Čihák, 2013; Rohen, Lütjen-Drecoll, 2018).

V. mesenterica superior a inferior a jejich žilní větve se stejným názvem odvádí krev ze střev a části konečníku (Rohen, Lütjen-Drecoll, 2018).

3.2 FYZIOLOGIE GASTROINTESTINÁLNÍHO TRAKTU

Zásadní úlohou trávicího traktu je zásobovat organismus dostatečným množstvím vody, elektrolyty a živinami podle jeho energetických a metabolických potřeb. Aby gastrointestinální trakt mohl plnit tyto funkce, musí být schopen zejména pohybu (včetně defekace), sekrece a absorpce (dále také například skladování atd.). Pro to, aby mohlo proběhnout vstřebávání látek (v podobě malých molekul) přes stěnu trávicí trubice (klky a kartáčový lem) do vnitřního prostředí organismu, gastrointestinální trakt nejprve potravu mechanicky (fyzikálně), ale i chemicky předpřipraví. Tato úprava se označuje jako trávení a je následována již zmíněným vstřebáváním. Pro svou ochranu, ale i ochranu okolního vnitřního prostředí, má gastrointestinální trakt vyvinutý svůj vlastní imunitní systém (Bureš et al, 2014; Rokyta et al, 2015; Vajner et al, 2017; Nakamura et al, 2018).

Příjem potravy je regulován dvěma mechanismy – krátkodobou regulací (pomocí jídel během dne) a dlouhodobou regulací (výživovou, nutriční, která se podílí na regulaci energetických příjmů a výdejů) (Rokyta et al, 2015; Kittnar, Mlček, 2021; Vokurka et al, 2022).

3.2.1 Motilita (pohyb)

Spodní část GIT (od spodní části jícnu až po vnitřní anální svěrač) je tvořena hladkou svalovinou. Její pohyby jsou tedy pod kontrolou hormonů, neurohumorálního systému a vegetativního nervového systému. Posun tráveniny v takových částech je způsoben kontrakcemi následovanými relaxací (peristaltika) a podílí se na tom zejména cirkulární svalovina. Svalová vlákna, která jsou podélně uspořádaná podporují promíchávání chymu (Rokyta et al, 2015; Vajner et al, 2017; Kumral, Zfass, 2018).

Plexus myentericus společně s *plexus submucosus* přijímají signály z parasympatických a sympatických nervů a ovlivňují tak většinu pohybů gastrointestinálního traktu. Druhý zmiňovaný je také klíčový pro sekreci. Ve vrstvě *tunica muscularis* jsou za pohyby zodpovědné i Cajalovy intersticiální buňky, mikroskopicky téměř nerozeznatelné. Skrze činnost Cajalových buněk dochází k depolarizaci membrány, vstupu vápenatých iontů do buněk a kontrakci hladkého svalstva. Zároveň je motilita také pod kontrolou autonomního nervového systému zahrnující sympatikus (utlumuje motilitu) a parasympatikus (zvyšuje motilitu) (Rokyta et al, 2015; Vajner et al, 2017; Kumral, Zfass, 2018; Švihovec et al, 2018).

Obecně se rozlišují tři základní typy pohybů, které se nejvíce projevují v oblasti tenkého střeva: fragmentační (dělicí), mísící a propulzivní (posunující) pohyb (Rokyta et al, 2015; Kumral, Zfass, 2018).

3.2.2 Imunitní systém gastrointestinálního traktu

Za různé imunitní odpovědi je zodpovědná lymfatická tkáň v submukózní části. Je označována jako MALT, *mucosa associated lymphoid tissue*. Ta zahrnuje Peyerovy plaky (vznik protilátek), lymfocyty a plazmatické buňky (tvorba IgA), drenážní systém lymfy a portální krve, lymfatické uzliny v mezenteriu a retikuloendoteliální systém jater. Velmi důležitou ochranou před působením různých patogenů nebo antigenů je

neporušená sliznice GIT, která tak funguje jako slizniční bariéra. Důležitou roli z hlediska slizniční obranyschopnosti gastrointestinálního traktu hrají M-buňky tenkého střeva. Ty mají schopnost rozpoznat antigeny patogenů, vychytávat je a na základě toho uvolnit IgA do lumen střeva. Imunoglobulin A se naváže na patogeny ve střevě a zabrání tak jejich adhezi na povrch sliznice. Na svém povrchu mají M-buňky exprimované receptory několika typů pro navázání antigenů různých bakterií. Je to například GP2 receptor, který zachycuje *Escherichia coli*, prionový buněčný protein (PrP^C) pro vychytávání *Brucella abortus*, uromodulin (Umod) citlivý na *Lactobacillus acidophilus* a *Yersinia* je M-buňkami zachycena pomocí β_1 -integrinu (Rokyta et al, 2015; Klener et al, 2011; Nakamura et al, 2018).

3.2.3 Tenké střevo (*intestinum tenue*)

Ze žaludku se chymus dostane do tenkého střeva, kde setrvává 2 až 4 hodiny (díky délce tenkého střeva). Na začátku duodena se vyskytují Brunnerovy žlázy produkující hlen a elektrolytový roztok bohatý na hydrogenuhličitanové anionty. Jejich sekrece je stimulována jak přímou iritací duodena, drážděním *nervus vagus* (parasymptikus), tak i hormony a peptidy (sekretin, cholecystokinin a vazoaktivní intestinální peptid). Sekretin je produkován zejména při nižším pH tráveniny v duodenu a cholecystokinin tehdy, pokud jsou v trávenině lipidy. Naopak sympatikus pozastavuje činnost těchto secernujících žláz (Rokyta et al, 2015; Vajner et al, 2017).

Tenké střevo je definitivním místem, kde se živiny z potravy štěpí a velká část (90 %) se z nich zde vstřebává. Děje se tak i díky působení jiných orgánů jako jsou slinivka břišní a játra (Rokyta et al, 2015; Vajner et al, 2017; Azzouz, Sharma, 2022).

3.2.4 Slinivka břišní (*pankreas*)

Ze slinivky břišní (její exokrinní části – aciny tvořené serózními buňkami) je do duodena produkována pankreatická šťáva s obsahem hydrogenuhličitanových iontů, enzymů (trypsin, amyláza, lipáza a další) a proenzymů ke štěpení cukrů, tuků a peptidů. Uvolnění pankreatické šťávy je také pod vlivem parasymptiku (*n. vagus*), sekretinu a cholecystokininu z enteroendokrinních buněk. Tyto dva hormony působí na buňky acinů exokrinní části pankreatu a způsobí tak vyplavení většího množství enzymů (proteázy a

profosfolipázy) do pankreatické šťávy. Enzymy jsou vyplaveny ze slinivky v podobě proenzymů, a právě až ve střevě jsou převedeny na jejich aktivní formu. Trypsinogen je tak vlivem duodenální enteropeptidázy (enterokinázy) z enterocytů aktivován na trypsin. Ten následně způsobí přeměnu chymotrypsinogenu na chymotrypsin a prokarboxypeptidázy na karboxypeptidázu. Vzniklé aktivní formy enzymů odštěpují jednotlivé aminokyseliny z peptidů. Hydrolyzu polysacharidů zajišťuje α -amyláza. Dojde tak ke štěpení škrobů a glykogenu na oligosacharidy, jejichž další zpracování podléhá enzymům epitelu tenkého střeva. Lipáza představuje nejdůležitější enzym pro štěpení tuků, tedy triacylglycerolů na monoacylglyceroly a volné mastné kyseliny (Rokyta et al, 2015; Vajner et al, 2017).

Endokrinní část tvoří secernující buňky Langerhansových ostrůvků. Jednotlivé typy buněk se liší funkcemi. Největší počet představují beta buňky produkující insulin, který snižuje hladinu glukózy v krvi (zvýšení vychytávání glukózy buňkami jater a svalů ve formě glykogenu). Protichůdný efekt (zvyšuje glykémii) má glukagon produkovaný alfa buňkami. Delta buňky obsahují somatostatin, který inhibuje uvolňování všech předešlých hormonů, včetně těch z exokrinní části. Buňky epsilon tvoří ghrelin, který vysílá informace o stavu nasycení (podporuje chuť k jídlu). Vliv na sekreci somatostatinu a žluče má pankreatický polypeptid produkovaný z posledního typu buněk Langerhansových ostrůvků (PP buňky) (Vajner et al, 2017).

3.2.5 Játra (*hepar*)

Játra plní mnoho funkcí – od tvorby krevních bílkovin (vnitřní sekrece), přes metabolické procesy (hydroxylace vitamínu D₃, deaminace aminokyselin, detoxikace) po ukládání některých metabolitů (glykogen, triglyceridy, vitamín A). Z hlediska fyziologie GIT jsou důležitá pro tvorbu žluči. Podílí se na ní hepatocyty jaterních lalůček, které žluč produkuje a její transport obstarává jaterní trias – vena, arterie a žlučový vývod. Žluč obsahuje žlučové kyseliny, které se vytvářejí přímo v játrech z cholesterolu nebo se z kyčelníku vrací enterohepatálním oběhem zpět do jater. Podporují činnost lipáz, čímž ovlivňují vstřebávání tuků. Díky jejich chemické struktuře vystupují žlučové kyseliny jako amfifilní molekuly a jsou schopny utvářet micely (smíšené micely například s cholesterolem). Působí tak v tenkém střevě jako tenzidy. Vylučování žluči je tedy

hlavním mechanismem pro vylučování cholesterolu z organismu. Další složkou žluči je bilirubin pocházející z rozpadu červených krvinek. Do jater se transportuje ve formě nerozpustného bilirubinu (vázaného na albumin), proběhne konjugace s kyselinou glukuronovou na formu bilirubinglukuronidu, který je rozpustný ve vodě a v této podobě je vyloučen do žluči (Rokyta et al, 2015; Vajner et al, 2017).

3.2.6 Tlusté střevo (*intestinum crassum*)

Tlusté střevo je konečný úsek trávicí trubice a plní pro člověka několik základních fyziologických funkcí. Zahušťuje střevní obsah a vstřebává se zde voda, elektrolyty, zbylé vitamíny a minerály a následně je obsah formován ve stolici. Plní funkci rezervoáru. Dále také zajišťuje pohyb (posun) obsahu střev a slouží k vyloučení nestravitelných zbytků. Představuje také prostředí pro střevní mikroflóru (Čihák, 2013; Bureš et al, 2014; Azzouz, Sharma, 2022).

Absorpce vody závisí na vstřebávání iontů (hlavně sodíku přes sodíkové kanály). Kaudálním směrem se resorpce sodných iontů zvyšuje vlivem působení aldosteronu a mastných kyselin s krátkými řetězci (kyselina propionová, butyrová). Draslík není vždy nutně absorbován, závisí to na koncentraci v lumen střeva. Udává se, že denní absorpce vody v tlustém střevě může dosahovat až 1500 ml. Výsledná stolice pak může obsahovat pouze 60-120 ml vody (Bureš et al, 2014; Rokyta et al, 2015; Azzouz, Sharma, 2022).

Schopnost sekrece mají mucinózní buňky sliznice tlustého střeva. Dochází k vylučování hlenu (lepkavý mucin), draslíku a bikarbonátu, což probíhá opačným směrem, než přestup sodíku a bikarbonátu přes sliznici. Glykoprotein mucin má protektivní funkci, protože pokrývá povrch střeva a chrání ho před patogeny. Vliv na sekreci mohou mít různé regulační mechanismy zahrnující cAMP, cholinergní systém nebo gastrointestinální hormony. V případě podráždění sliznice vlivem toxinů nebo bakterií dochází ke zvýšené sekreci vody a elektrolytů (Bureš et al, 2014; Rokyta et al, 2015; Gunnar, 2020).

Velmi důležitou vlastností je schopnost pohybu střeva a tím i samotného střevního obsahu. Zajišťuje ji uspořádání svalových vláken, vegetativní nervový systém a polypeptidy. Z nich propulzivní účinek mají gastrin a cholecystokinin, opačně působí sekretin a glukagon. Motilita zahrnuje tři základní pohyby tlustého střeva –

antiperistaltiku (slepé střevo, vzestupný tračník), rytmické kontrakce cirkulární hladké svaloviny směřující k rektu (střední úsek tlustého střeva) a peristaltické pohyby (Bureš et al, 2014; Rokyta et al, 2015; Kumral, Zfass, 2018).

Doba pobytu nestrávených zbytků ve střevě je ukončena procesem defekace, kdy se stolice vyloučí řitním otvorem. Na tomto ději se podílí jak kontrakce stěn konečníku a uvolnění svěračů, kontrakce svalů břišní stěny a pánevního dna, tak zvýšený tonus v intraabdominální oblasti, ale i centrální nervový systém. Je to proces skládající se ze dvou na sebe navazujících dějů – ohlašovací a poté vypuzovací fáze (Bureš et al, 2014; Gregersen et al, 2022).

Konkrétně je mechanismus defekace následovný. Obsah střeva uložený v esovité kličce se posouvá do oblasti rekta a nastává roztažení ampuly. Člověk pak pocítí nutkání na stolicí (gastrokolický efekt). V závislosti na tom se reflexně uvolní vnitřní svěrač, zatímco vnější je stále udržován v kontrahovaném stavu. Po jeho uvolnění se začnou stahovat části rekta, které byly dříve relaxované a dojde k vypuzení střevního obsahu, na čemž se podílí i další, v minulém odstavci zmíněné svaloviny (Čihák, 2013; Kittnar, Mlček, 2021; Gregersen et al, 2022).

Tlusté střevo je prostředím pro mnoho organismů. Mohou to být patogeny, komenzálové nebo s námi mohou žít v symbióze. Tlusté střevo je jimi velice hojně osídlené, jejich počet je až v řádech biliónů. Při jejich metabolických procesech vznikají produkty označované jako metabolom. Nejzastoupenějšími rody bakterií v tlustém střevě jsou *Clostridium*, *Bacilli* (zahrnuje laktobacily), *Ruminococci*, *Fusobacteria*. Z aerobních mikroorganismů je zástupcem například *Escherichia coli*. Převažují anaerobní bakterie, které se podílí na štěpení rostlinné vlákniny na monosacharidy a fermentují je na mastné kyseliny s krátkým řetězcem. Produkty ve formě kyselin (octová, propionová, máselná) jsou velmi důležité pro komunikaci mezi mikrobiomem, střevem a mozkiem. Podporují vstřebávání vody a iontů v tlustém střevě. Mikroorganismy v tlustém střevě mohou produkovat i některé vitaminy (B₁, B₂, kyselina listová, B₇ a vitamín K). Při jejich metabolických procesech vznikají plyny, například CO₂, H₂, H₂S a metan (Rokyta et al, 2015; Lukáš et al, 2018; Švihovec et al, 2018; Gunnar, 2020; Azzouz, Sharma, 2022).

3.3 FUNKČNÍ ANATOMIE SVALU

Svaly jsou aktivní částí pohybové soustavy. Umožňují mobilitu, mimické vystupování, lidskou práci. Zajišťují také krevní oběh a činnost trávicí soustavy. Primární jednotkou je sval, který je šlachou připevněn ke kostře, kůži nebo kloubnímu pouzdru. Morfologicky a fyziologicky rozlišujeme tři typy svalových tkání. Příčně pruhované (kosterní) svalstvo, hladká svalová tkáň (tvoří vnitřní orgány, stěny cév) a poslední typ představuje příčně pruhované srdeční svalstvo. (Čihák, 2011; Vajner et al, 2018).

Hmotnost kosterních svalů se pohybuje zhruba mezi 30–40 % tělesné hmotnosti s tím, že se liší především podle pohlaví. Mohou ale tvořit i větší procento tělesné hmotnosti, jako je tomu například u trénovaných jedinců, nebo naopak nemusí dosahovat ani těchto průměrných hodnot. Největší procento zaujímají svaly dolních končetin, svaly hlavy a trupu přispívají k celkové tělesné hmotnosti nejméně (Čihák, 2011; Ebadi et al, 2019; Kittnar et al, 2020; Yamakawa et al, 2020).

3.3.1 Stavba příčně pruhovaných svalů

Základní stavební složkou příčně pruhovaného svalstva je svalové vlákno pokryté sarkolemou (cytoplazmatická membrána), která nasedá na *lamina basalis*, vrstvu z bílkovin a polysacharidů. Svalové vlákno tohoto typu představuje soubuní (*syncitium*), tedy mnohojaderný buněčný útvar s jádry v blízkosti povrchové membrány. Je tvořeno mnoha myofibrilami (schopných kontrakce) rozdělených na základní funkční a strukturní jednotky – sarkomery. Několik svalových vláken utváří primární snopce, z nichž sestávají snopce sekundární. Na jejich povrchu je vazivo (*endomysium*), které tyto sekundární svazky spojuje a dává vznik kosternímu svalu. Více vláken dohromady je obaleno *perimysiem*. Celá vlákna mají na povrchu *epimysium*. Vnější vrstvu svalu tvoří svalová povázka (*fascie*) (Čihák, 2011; Rokyta et al, 2015; Vajner et al, 2018; Kittnar et al, 2020).

Svalová vlákna jsou napojena na šlachu, respektive v ní plynule přechází v místech myotendinosních junkcí. Šlachou jsou svaly připojené ke kostem (Čihák, 2011; Yamamoto, Abe, 2020; Holubařová, Pavlů, 2022).

Sval se skládá z několika oblastí. Nejširší oblast je označována jako svalové břicho (*venter musculi*), které na obou stranách přechází v užší úseky, kde je sval pomocí šlach

připojen ke kosti – začátek svalu (*origo*) a úpon (*insertio*). Úpon je oproti začátku svalu místem pohyblivějším a mezi ním a bříškem je ohon svalu (*cauda musculi*). Úsek mezi začátkem a bříškem se označuje jako hlava svalu (*caput musculi*) (Čihák, 2011; Yamamoto, Abe, 2020).

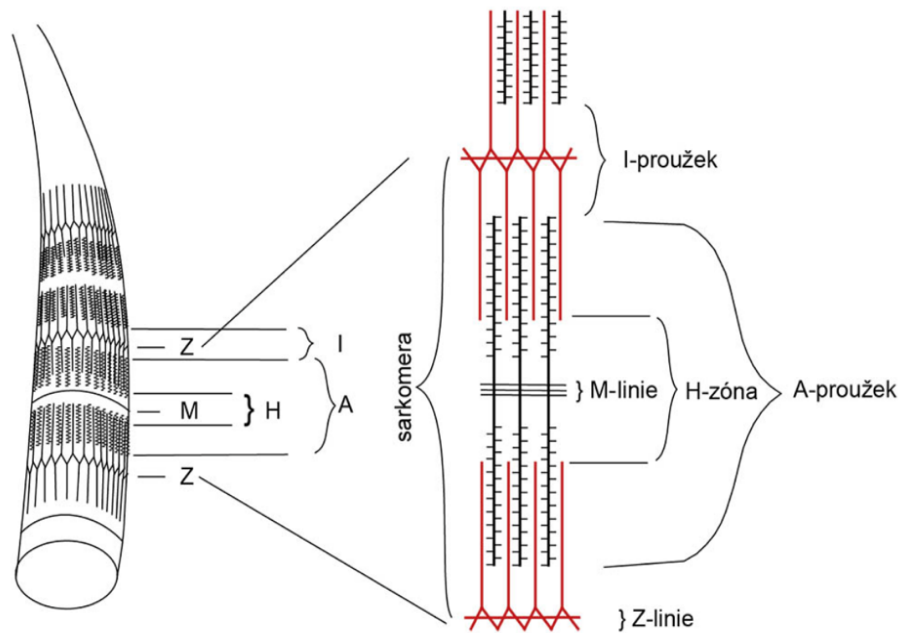
Podle různých tvarů svalů se rozlišují svaly vřetenovité (odlišují se počtem hlav, začátků a bříšek), ploché svaly (zejména v oblasti trupu), dále svaly ve tvaru kruhu kolem otvoru (*musculus orbicularis*) a svěrače (*musculus sphincter*). Ploché svaly jsou připojené pomocí plochých šlach (*aponeurosis*), jejichž kolagenní fibrily se překrývají a zaujímají různé směry (Čihák, 2011; Holubařová, Pavlů, 2022).

Kosterní sval je tvořen mnoha bílkovinami. Téměř polovinu hmotnosti všech svalových bílkovin představuje globulin – myozin (II. typu). Jeho molekula je složena z polypeptidových vláken, které tvoří tzv. ocas molekuly, na jehož koncích se štěpí na hlavičky. Jedna z nich je schopna vázat aktin a druhá ATP, díky čemuž potom při kontrakci vykazuje ATPázovou aktivitu. Další důležitý globulární protein je aktin. Vyskytuje se v několika podobách – alfa, beta a gama. Alfa-aktin obklopuje vlákno tropomyozinu, který kontroluje stah svalu. Když buňka není v kontrakci, zakrývá tropomyozin vazebné místo pro myozin na jednotlivých vláknech aktinu. Aktin a tropomyozin spojuje další bílkovina troponin, jehož hladina v krvi je důležitá k diagnostice infarktu myokardu. Troponin se skládá z podjednotky C (způsobí konformační změnu tropomyozinu), I (udrží tropomyozin v klidovém stavu) a T (tvoří komplex s tropomyozinem). Nevyskytuje se v hladkosvalových buňkách (Čihák, 2011; Rokyta et al, 2015; Vajner et al, 2018).

Na svalových myofibrilách jsou mikroskopicky pozorovatelné světlejší a tmavší části, což se jeví jako příčné pruhování. Podle lomu světla jsou tmavší části označovány jako A úseky (anizotropní, dvojlomné) tvořené myozinem a světlejší části jako I proužky (izotropní, jednolomné) z aktinu. Sarkomera (viz Obrázek 3) představuje na světlejších fibrilách úsek mezi dvěma Z liniemi nacházejícími se v polovině I proužků. Na A úseku lze pozorovat světlejší H část rozdělenou tmavší M linií na dvě poloviny (Čihák, 2011; Rokyta et al, 2015; Vajner et al, 2018).

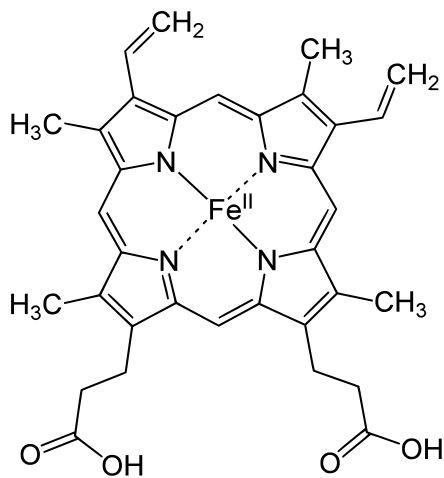
Ze Z linií naproti sobě vybíhají tenká aktinová vlákna. Obklopují je tlustá myozinová filamenta, která se ale Z linií nedotýkají. Připojení aktinu k Z linii zajišťuje alfa-aktinin. Na základě jejich vzájemného uspořádání se pozorují na vláknech již zmíněné světlé a tmavé úseky (Čihák, 2011; Rokyta et al, 2015; Vajner et al, 2018).

Obrázek 3 Sarkomera (převzato z Kittnar et al, 2020)

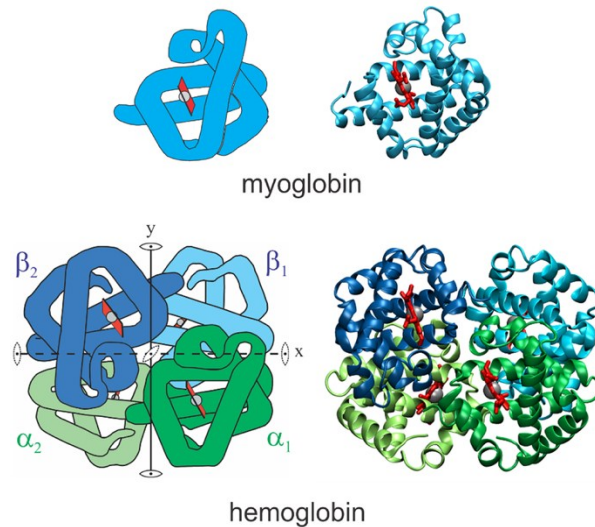


Svaly obsahují barvivo myoglobin (protein), který jim dodává červenou barvu (viz Obrázek 4). Přestože je schopen vázat pouze jednu molekulu kyslíku oproti hemoglobinu (viz Obrázek 5), má k němu vyšší afinitu. Molekuly myoglobinu si mohou předávat kyslík mezi sebou a dopraví ho do míst, kde se spotřebuje. Jsou rezervní zásobárnou kyslíku při nedostatečné výměně plynů (Čihák, 2011; Rokyta et al, 2015; Vajner et al, 2018).

Obrázek 4 Struktura hemové jednotky (převzato z <https://cs.wikipedia.org/wiki/Hemoglobin>)



Obrázek 5 Rozdílná struktura myoglobinu a hemoglobinu (převzato z Eaton, 2021)



3.3.2 Činnost příčně pruhovaného svalstva

Zásadní svalovou funkcí je kontrakce čili stah vyvolaný nervovým impulsem. Svalová vlákna můžeme rozdělit na rychlá a pomalá z hlediska rychlosti stahů probíhajících v řádech milisekund, a také podle síly kontrakce. Při stahu mohou nastávat dvě situace. Pokud se mění délka svalu, ale vnitřní napětí je stálé, potom se jedná o kontrakci izotonickou. Jestliže se sval zkracuje, je to stav koncentrického stahu. Při prodlužování svalu nastává stav excentrického stahu. Druhou možnou situací je změna vnitřního napětí beze změny délky svalu – kontrakce izometrická. V takovém případě se sval rychle vyčerpává z důvodu omezeného krevního průtoku (Čihák, 2011; Rokyta et al, 2015; Günter et al, 2018; Holubařová, Pavlů, 2022).

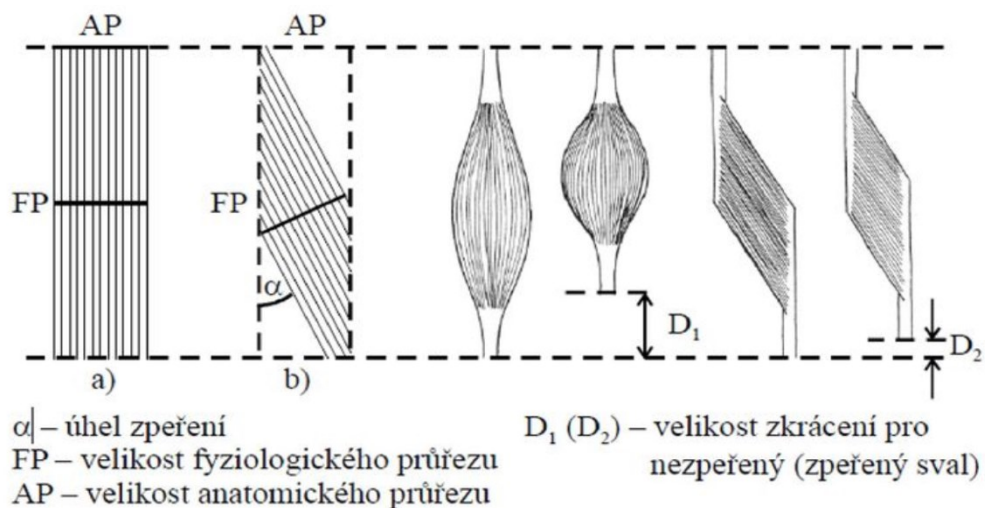
To, jakou rychlostí, bude stah svalu probíhat, je dáno přítomností myozinové ATPázy a také to závisí na motoneuronech (pomalých, rychlých), které inervují sval. Pomalá kontrakce probíhá na červených vláknech typu I (neboli *slow-oxidative*), která jsou velmi odolná k únavě, protože mohou dlouho vykonávat činnost za aerobních podmínek. Obsahují mnoho mitochondrií, které jsou zodpovědné za oxidativní procesy ve svalových vláknech. Jejich červená barva je dána přítomností velkého počtu kapilár a většího množství červeného barviva. Sacharidy a tuky pro vlákna tohoto typu představují hlavní zásobu energie. Jsou více náchylná k atrofii svalů, protože proteosyntéza a

proteolýza zde probíhá rychleji. Bílá svalová vlákna schopna rychlé kontrakce nesou označení II a jsou trojího typu. V typu IIB (neboli *fast-glykolytic*) probíhá především glykolýza. Jejich nevýhodou je skutečnost, že nemají takovou výdrž jako pomalá vlákna a rychle se unaví, protože za anaerobních podmínek jsou schopné pracovat jen krátce, než kontrakci začne člověk vnímat jako bolestivou. Obsahují méně myoglobinu, a proto nesou bílé zbarvení. Existuje ještě další typ vláken IIX (*fast-oxidative-glykolytic*), který představuje přechodný typ mezi dvěma předešlymi (Čihák, 2011; Rokyta et al, 2015; Ebadi et al, 2019).

Síla kontrakce je přímo úměrná k fyziologickému průřezu svalstva (viz Obrázek 6). Je to plocha popisující celkový součet průřezů všech vláken svalu. Jednotlivá vlákna svou účastí přispívají k celkové síle kontrakce. V případě podélných vláken je tento fyziologický průřez shodný s anatomickým. U zpeřených snopců vláken je větší, takže vykazují větší sílu. Také platí, že čím větší délka sarkomery svalového vlákna, tím větší síly kontrakce může sval dosáhnout (Čihák, 2011; Günter et al, 2018; Kittnar et al, 2020).

Obrázek 6 Průřezy paralelními svalovými vlákny a zpeřeným svalem (převzato z Anonymous A. *Architektura svalu*).

https://is.muni.cz/el/fsps/podzim2021/np4311/um/8_Mechanicke_vlastnosti_kosternich_svalu_upraveno_KT.pdf



Svaly pracující v určitém stejném směru se označují jako agonisté. V opačném směru oproti nim fungují antagonisté. Pohyb je založen na koordinaci dvojice právě

těchto svalů. Na jednom pohybu se účastní svaly označované jako synergisté (Čihák, 2011; Holubařová, Pavlů, 2022).

Stav, kdy jsou svaly v klidu se nazývá napětí (*tonus*) svalu. Také ho lze popsat jako odpor, který cítí vyšetřující člověk při manipulaci s kloubem pacienta, který je v klidu. Existují dva typy, fázický a posturální *tonus*. Posturální napětí je v axiálních svalech, které působí proti gravitaci a slouží k udržení postoje. Oproti tomu fázický tonus je převážně ve svalech končetin, které poskytují rychlou odezvu na signál. Ovládání svalového napětí má na starosti mozková kůra, bazální ganglia, mozeček, retikulární formace, mícha a svalové vřeténko. Při poruše spinálních a supraspinálních drah se objevují různé poruchy v napětí svalu. Například hypertonie, která zahrnuje spastické (křečovitě) stavy a rigiditu svalů (tuhost). Další, dystonie, která bez závislosti na vůli uvádí svaly nebo celé skupiny svalů do trvalých křečí (kontrakcí). Výsledkem toho se například končetiny, nedobrovolně dostávají do neobvyklých pozic (kroutí se). Paratonie je stav, kdy dochází ke zvýšenému svalovému tonu při aktivním i pasivním pohybu. Lidé nedokážou uvolnit své svaly, při působení vnější síly. Jako příklad můžeme uvést situaci, kdy provádíme druhému člověku flexi a extenzi v zápěstí nebo lokti a při tom chceme, aby uvolnil svaly. U zdravého jedince se končetina pohybuje v celém fyziologickém rozsahu, bez ztuhlosti. Při paratonii má dotyčný ztuhlé celé skupiny svalů na končetině, a tak při pohybu cítíme odpor. Poslední dvě zmiňované poruchy jsou způsobené změnou komunikací mezi mozkem, míchou a senzomotorickými čidly (Jech, 2015; Ganguly et al, 2021).

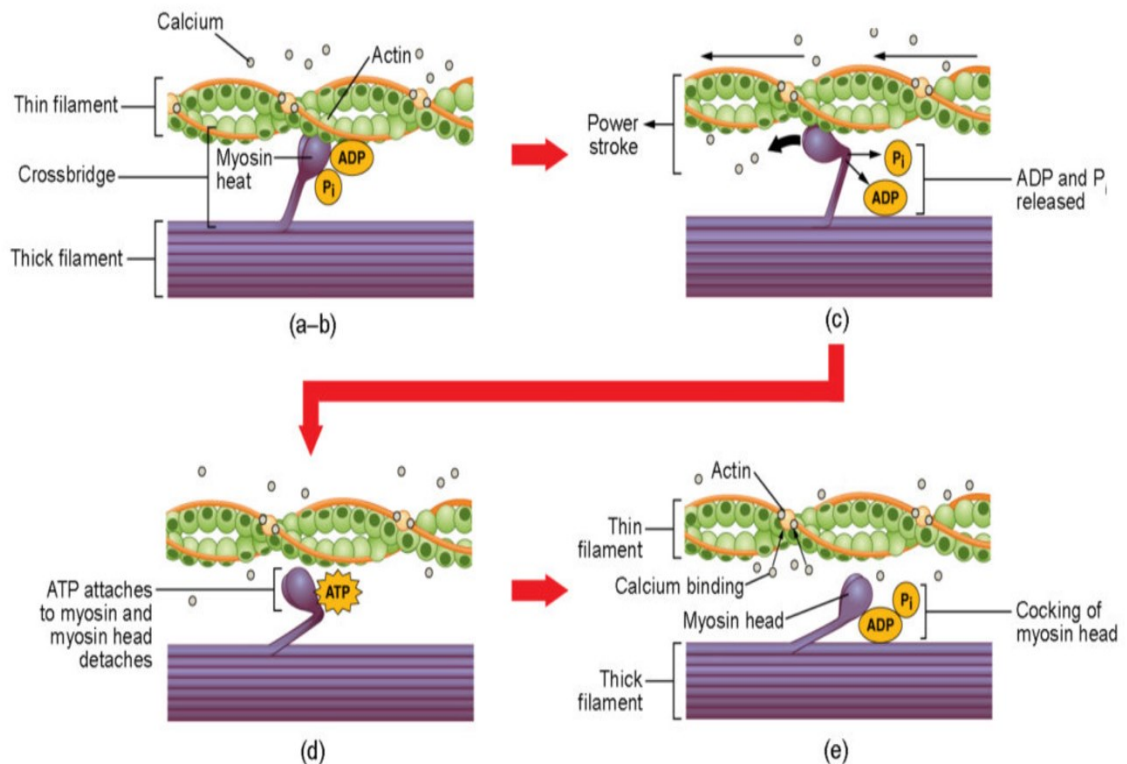
Svalová křeč je kontrakce svalu, která se objeví náhle a je bolestivá. Může být projevem jiných onemocnění (neurogenního původu, selhání jater nebo ledvin) nebo bez závislosti na nich (těhotenství, fyzická aktivita). Příčinou jejich vzniku je obvykle rozvrat elektrolytové rovnováhy v těle, zejména nedostatek hořčíku (hypomagnezémie). Hořčík ovlivňuje procesy ve svalech i nervovou komunikaci. Bez jeho přítomnosti by neproběhla hydrolýza ATP. Jeho nedostatek inaktivuje ATPázu na nervosvalových ploténkách, která reguluje vstup vápníku do buněk. Prostřednictvím vápenatých iontů se spustí kontrakce svalstva. Také slouží k udržování koncentrace sodných a draselných iontů a to tím, že jeho přítomnost podporuje fungování Na^+/K^+ ATPázy, která čerpá draslík do buňky (Švihovec et al, 2018; Moretti, 2021).

3.3.2.1 Proces kontrakce

Svalové buňky (myocyty) jsou schopné reagovat na mechanické nebo elektrické podněty, změnu teploty nebo působení hormonů či neurotransmiterů (acetylcholin). Jejich reakcí je kontrakce svalu vyvolaná dostatečnou koncentrací vápenatých iontů za spotřeby energie ve formě ATP (produkované mitochondriemi, potřeba kyslíku). Proces kontrakce na molekulární úrovni popisuje Obrázek 7. ATP ze sarkoplasmy se naváže na myozinovou hlavičku. Aby mohlo proběhnout štěpení ATP (za přítomnosti hořčíku), musí se nejprve aktin navázat na myozin. Jako štěpné produkty z ATP vznikají ADP a fosfát, které z minulého cyklu zůstanou na myozinu navázané. Uvolněná energie vyvolá akční potenciál skrze napěťově řízené sodné kanály (rozdílné napětí mezi hlavičkou a ocasem myozinu), na jehož podnět vzroste koncentrace vápenatých kationtů v cytosolu. Akční potenciál se šíří přes transverzální T-tubuly (vchlípeniny sarkolemy). Vápenaté kationty se navážou na troponin C, čímž dojde k jeho aktivaci. Z něj se informace přenesou dál na tropomyozin, který odhalí vazebná místa aktinu pro myozin. Po napojení se uvolní energie, následkem čeho se odhalená myozinová hlavička ohne směrem k ocasu a vyvolá zasunutí aktinových a myozinových vláken do sebe. Výsledkem je zkrácení délky sarkomery, aniž by se změnila délka vláken myozinu a aktinu. Odštěpí se ADP a fosfát. Uvolněné molekuly putují do mitochondrií, kde proběhne fosforylace za vzniku nového ATP a proces se tak mohl opakovat (Čihák, 2011; Rokyta et al, 2015; Vajner et al, 2018; Kittnar et al, 2020).

Obrázek 7 Molekulární popis posouvání vláken aktinu a myozinu při kontrakci (převzato z Anonymous B. *Muscle Fibre Contraction and Relaxation*.

<https://courses.lumenlearning.com/suny-ap1/chapter/muscle-fiber-contraction-and-relaxation/>



(a-b) Působením vápníku na troponin se obnaží vazebná místa na aktinu. Následuje připojení myozinu na aktin, čímž vzniká příčný můstek. **(c)** Po spojení obou vláken a uvolnění energie z předešlého cyklu se myozinová hlavička ohne. Výsledkem toho je pohyb posouvání vláken aktinu a myozinu po sobě. **(d)** Po připojení nové vysokoenergetické molekuly ATP se spojení myozinu a aktinu přeruší a hlavička myozinu se vrátí do původní polohy. **(e)** Následkem toho se hydrolyzuje ATP na ADP a fosfát, které zůstávají na myozinu připojené. Celý cyklus se může opakovat.

3.3.3 Syntéza a degradace kosterního svalstva

Syntéza svalových proteinů a udržování objemu svalové hmoty je zprostředkována přes mTORc1 komplex. Pozitivní účinek má také fyzická aktivita tím, že aktivuje beta oxidaci mastných kyselin v mitochondriích, což vede k syntéze proteinů ve

svalech (Campins et al, 2016; Boros, Freemont, 2017; Wilkinson et al, 2018; Tournadre et al, 2018; Ebadi et al, 2019).

Naopak, degradace svalů probíhá v několika krocích. Kaspáza 3 vyvolá proteinové štěpení myofibril. I špatně sestavené proteiny během syntézy jsou označeny ubiquitinem a transportovány do proteazomu. ATP-dependentní ubiquitin-proteazom vzniklé substráty konjuguje s ubiquitinem a následně degraduje. Na destrukci svalové hmoty mají podíl také transkripční faktory kosterního svalstva regulující geny pro programovanou buněčnou smrt (autofágií) (Ebadi et al, 2019; Rosa-Caldwell, Greene, 2019).

Při kontrakcích se z myocytů uvolňují myokiny (proteiny). Jedním z nich je myostatin, který ovlivňuje svaly ve smyslu inhibice jejich růstu. V atrofovaných svalech spouští katabolismus proteinů a brání tak růstu svalové tkáně (Rokyta et al, 2015; Ebadi et al, 2019).

Interleukin 6, jako jeden z prozánětlivých cytokinů, krátkodobě podporuje myogenezi, avšak jeho dlouhodobě zvýšené koncentrace (u chronicky nemocných) vedou k svalové atrofii (Ebadi et al, 2019).

Na vývoji svalů, a tedy objemu svalové hmoty se také podílí IGF-1, IL-4, fibroblastový růstový faktor, hormony (inzulín, testosteron), proteiny a fyzická aktivita (Rokyta et al, 2015; Boros, Freemont, 2017; Ebadi et al, 2019; Wilkinson et al, 2018).

3.3.4 Inervace kosterních svalů

Jak už bylo zmíněno výše, k funkci svalů je potřeba nervový podnět. V každém svalu se tak nachází nerv, méně často jsou jednotlivé svaly inervovány více nervy (*musculus rectus abdominis*). Kosterní svalstvo je inervováno nervy mozkomíšními (CNS) (Čihák, 2011; Holubařová, Pavlů, 2022).

Nerv je složen ze tří typů nervových vláken – motorických (odstředivých), sensitivních (dostředivých) a vegetativních. Na pohybu (kontrakci) svalů se podílejí motorická vlákna (axony motoneuronů) vycházející z předních rohů míšních a jsou zakončené neuromuskulární ploténkou. Oblast, kde a jakým způsobem dochází k přenosu nervového impulsu mezi ploténkou a svalovým vláknem se označuje jako

synapse. Informace o nervovém vzruchu je potom vedena ze svalu do CNS. Na tom se účastní senzitivní vlákna (jejich těla buněk jsou lokalizována ve spinálních gangliích) – některá vedou bolest, jiná (svalová/ šlachová vřeténka) vedou informaci o délce stahu a napětí svalu či šlachy. Posledním typem jsou vlákna autonomní, u nichž už název napovídá, že spadají pod autonomní nervový systém. Fungují tedy samostatně a ve svalech zajišťují inervaci cév a řídí krevní průtok ve svalu (Čihák, 2011; Kittnar et al, 2020; Ohkawara et al, 2021).

3.3.5 Cévní zásobení vybraných kosterních svalů

Neurovaskulární svalový hilus je označení pro místo na svalu, kde cévy, většinou společně s nervy, vstupují a vystupují. Svaly jsou zásobeny krví tepnami a odkysličenou krev z nich odvádí žíly. Ze svalů také vybíhají cévy mízní (Čihák, 2011; Rohen, Lütjen-Drecoll, 2018).

Arteria thoracica interior je tepna, která vede podél hrudní kosti až do břišní stěny. Její větev *a. epigastrica superior* zásobuje krví *m. rectus abdominis* (přímý sval břišní). Povrchové zádové svaly jsou prokrvené přes *a. transversa cervicis*, která vychází z *truncus thyrocervicalis*. Z aorty v břišní oblasti odstupují *aa. lumbales*, které s *a. iliaca interna et externa* vedou do svalů trupu. *A. iliaca externa* se dále větví (*a. epigastrica inferior* a *a. circumflexa ilium profunda*) do břišní stěny (Rohen, Lütjen-Drecoll, 2018).

Odkysličenou krev z trupu odvádí *v. cava superior* a její větve (Rohen, Lütjen-Drecoll, 2018).

Na odtoku lymfy z břišní oblasti se podílí *ductus thoracicus*, tvořený z *truncus intestinalis* a *trunci lumbales dextra et sinistra* (Rohen, Lütjen-Drecoll, 2018).

3.3.6 Hladké svalstvo a jeho inervace

Hladkosvalové buňky tvoří převážnou část gastrointestinálního traktu. Takové buňky jsou pouze jednojaderné a mají jádro lokalizované uprostřed buňky. V relaxovaném stavu je oválné, při stahu nabývá tvaru spirály. Okolo jádra jsou uložena myofilamenta, která dohromady tvoří rovněž kontrakce schopné myofibrily. Povrch buněk pokrývá *lamina basalis*. Jednotlivé buňky jsou spojeny úzkými *gap junction*, které se podílí na přenosu dráždivého vzruchu. Na peristaltických pohybech se podílí speciální

typ hladkosvalových buněk, tzv. *pacemakerové* buňky, které samovolně a opakovaně produkují akční potenciál a podílí se tak na stazích při peristaltickém pohybu (Čihák, 2011; Slípka, Tonar, 2018).

Kontrakce hladkých svalů probíhá pomalu (pomalé otevírání napětově řízených vápenatých kanálů), ale přetrvá delší dobu. Stejně tak i relaxace. Oproti příčně pruhovanému svalstvu nepodléhá vyčerpání. Kontrakci v těchto svalových buňkách mohou vyvolat i různé neuromediátory (adrenalin, noradrenalin, acetylcholin, vazopresin, oxytocin), jejichž působení se projeví nejen v trávicí soustavě, ale i v cévách, kde jsou hladkosvalové buňky součástí cévní stěny (Čihák, 2011; Dylevský, 2019; Kittnar et al, 2020).

Inervaci hladké svaloviny zajišťují vegetativní nervy (sympatikus a parasympatikus). Jejich chování tedy nemůžeme ovlivnit vůlí (Čihák, 2011; Dylevský, 2019).

3.4 ROZDÍLY V OBJEMU A KONDICI SVALŮ

Objem a kondice kosterního svalstva hraje důležitou roli v kvalitě života pacienta. V případě komorbidit a jiných zátěží na organismus mohou velmi ovlivnit riziko úmrtí a komplikací. Během života se stav svalů mění vzhledem k věku a stavu nutrice. Rozdíly jsou patrné i vlivem účinků pohlavních hormonů a jejich hladinami v těle (Wilkinson et al, 2018; Rosa-Caldwell, Greene, 2019; Holmes, Racette, 2021).

3.4.1 Věk

V mladém věku se po jakékoli fyzické námaze či zranění spouští regenerace, která napomáhá k návratu svalů do původního stavu. Pokud je rovnováha mezi poraněním a regenerací narušená, vede to k rozvoji onemocnění či problémům s pohybovým aparátem. Následkem toho je starší populace postižená i z hlediska psychiky, samostatnosti a vyšších nákladů na léčbu (Wilkinson et al, 2018; Yamakawa et al, 2020).

Na procesu obnovy svalstva se podílí kmenové (satelitní) buňky (nediferencované myoblasty) kosterních svalů, které mají určitou regenerační kapacitu, od které se odvíjí celková schopnost regenerace. S rostoucím věkem, přibývajícími

záněty, sníženou tvorbou ATP (z důvodu poškození nebo úbytku mitochondrií, které ATP produkují v dýchacím řetězci), oxidačním stresem a změnou metabolismu (nárůst případů hyperglykémie a katabolických procesů ve svalech) jejich regenerační kapacita klesá. Stimulačním podnětem k jejich činnosti jsou především porušená svalová vlákna, ale i poškození nervů a cév. Následkem omezené funkce buněk dochází k fibrotizaci tkáně. Myoblasty jsou navíc pak náchylné k apoptóze, ztrácí schopnost reprodukce (zhoršená myogeneze) a svaly tak ubývají na objemu (Čihák, 2011; Boros, Freemont, 2017; Wilkinson et al, 2018; Tournadre et al, 2018; Yamakawa et al, 2020; Moustogiannis et al, 2021).

Množství svalové hmoty v dospělosti se odvíjí od porodní hmotnosti. Zajímavější je, že i svalová síla člověka souvisí s jeho porodní hmotností. Se stárnutím (od středního věku) dochází k úbytku objemu (kvantita) a funkčních schopností svalstva (kvalita). Udává se, že po 50. roce života jsou roční ztráty okolo 1-2 % svalové hmoty a že do 70. roku života se svalová síla zhorší o 25 %, do 80. roku života až o 50 %. Stejně tak síla je ovlivněna rychlostí růstu během prvních dvou let života – čím rychlejší růst, tím větší síla (hlavně u mužů). Mimo to se redukuje počet svalových vláken (hypoplazie), postupně atrofují (nerovnováha v syntéze a odbourávání proteinů) a jsou nahrazovány tukovou tkání. Tento stav se označuje jako sarkopenie a více jsme ji popsali v samostatné kapitole. Sarkopenické svaly mají výrazně sníženou regenerační kapacitu (Klener et al, 2011; Dodds et al, 2015; Cruz-Jentoft et al, 2018; Wilkinson et al, 2018; Sieber, 2019; Szentesi et al, 2019; Yamakawa et al, 2020; Moustogiannis et al, 2021).

Pro detekci atrofie svalů se využívají izotopicky značené aminokyseliny, kdy se sleduje jejich transport krví, vychytávání a uvolňování jinými tkáněmi. Na proces atrofie svalů má během života vliv především potrava a fyzická aktivita. Syntézu svalových proteinů podporuje příjem proteinů (esenciální aminokyseliny – především leucin) v potravě. Jejich degradaci potlačuje inzulin. Oba tyto procesy jsou zprostředkovány přes mTORc1 komplex. S vyšším věkem se komplex stává více odolným k podnětům stimulující syntézu svalových proteinů. Tento stav se označuje jako „anabolická rezistence“. Neschopnost pohybu (bez závislosti na věku) navíc prohloubí a urychlí úbytek svalstva (Boros, Freemont, 2017; Wilkinson et al, 2018).

Zhoršení svalové funkce je způsobené zejména ztrátou rychlých svalových vláken. S procesem stárnutí se zmenšuje počet neuronů kontrolujících rychlé motorické funkce. Následkem toho se z rychlých svalových vláken stanou vlákna pomalá. S postupným úbytkem rychlých vláken dochází k negativnímu ovlivnění pohybových funkcí člověka. Podíl na zhoršení motorických funkcí má také zvýšení podílu tukové tkáně ve svalech a změny v uvolňování vápníku potřebného pro kontrakci svalů (Boros, Freemont, 2017).

3.4.2 Pohlaví

Pohlavní hormony mají pozitivní efekt na funkci svalů a udržení svalové hmoty. I přesto se stav a kondice svalů mezi pohlavími liší. Testosteron jako androgenní hormon usnadňuje tvorbu proteinů a ovlivňuje tak růst svalů. Fyziologické hladiny testosteronu u žen nejsou vysoké, proto se jeho vliv na svaly tolik neprojevuje. Ovšem při podávání testosteronu ženám během menopauzy a po ní, se jeho anabolické účinky projevují. Stejně jako testosteron, i ženský pohlavní hormon, estrogen, vykazuje známky hypertrofického účinku. Kladně působí i na regeneraci svalstva. Hladina estrogenu se v rámci menstruačního cyklu mění, a tak jeho vliv na svaly není tolik pozorovatelný. Navíc má protektivní efekt před záněty a atrofií. U postmenopauzálních žen dochází k úbytku svalové hmoty (Rosa-Caldwell, Greene, 2019).

Ženy mají ve svalu větší počet svalových vláken typu I (oxidativní) oproti mužům. Tento typ vláken je přednostně postižen při atrofování svalstva. S tím souvisí fakt, že ženy jsou náchylnější na časnější úbytek svalové hmoty daný imobilitou nebo věkem. Jelikož muži mají ve svalech více glykolytických svalových vláken, která jsou citlivá na zánětlivé procesy (například i kachexie u onkologických onemocnění), projeví se u nich úbytek svalové hmoty z této příčiny ve větší míře (Rosa-Caldwell, Greene, 2019).

Co se týče aktivity mTORc1 komplexu, který je zodpovědný za anabolické a katabolické procesy ve svalech, zdá se, že mezi pohlavími rozdíly neexistují. Avšak na úrovni kmenových buněk aktivovaných při regeneraci svalů se rozdíly nacházejí. U mužů tyto buňky mají větší proliferační a diferenciační schopnosti, což je pravděpodobně ovlivněno testosteronem. S věkem dochází u mužů k úbytku tohoto hormonu, úbytku objemu svalů a snížení počtu kmenových buněk. Přítomnost estrogenních hormonů

předurčuje větší míru katabolismu svalů cestou autofágie, která se uplatňuje u atrofie z imobility. U mužů katabolismus přes ubiquitin-proteazom společně s účinky estrogenu, jak uvádí jedna studie, vedou také k atrofii svalstva. Myostatin je peptidový hormon, který inhibuje růst svaloviny. Mužské pohlaví je na jeho aktivaci méně citlivé než ženské, a tak u nich snáze a rychleji dochází k hypertrofii (Rosa-Caldwell, Greene, 2019).

U žen byl zároveň prokázán vyšší počet mitochondrií obsažených v různých tkáních, včetně svalů. Četnější výskyt těchto organel souvisí s vyšším zastoupením svalových vláken typu I, které využívají oxidativní procesy k využití energie z tuků (Rosa-Caldwell, Greene, 2019).

3.4.3 Nutriční stav svalů

Podle WHO je nutriční stav jedince charakterizovaný (vyváženým) příjmem, absorpcí a využitím živin a vlivem jeho fyziologického a patologického stavu. Adekvátní a správné nutriční návyky dokážou ovlivnit svalstvo, jeho funkčnost a předcházet tak rozvoji sarkopenie. Největšího efektu lze docílit v kombinaci s fyzickou aktivitou (Marra et al, 2019; Holmes, Racette, 2021).

Stárnutím klesá potřeba energie, fyzická aktivita a příjem živin se snižuje až o 20 % (do 70 let). Senioři už nemají tolik citlivé smysly (nemají chuť k jídlu, ztrácí pocit žízně) a s tím souvisí omezený příjem potravy a tekutin. Účinky jednotlivých živin ve starší populaci jsou předmětem zkoumání, protože výsledky zatím poskytují nejednoznačné efekty. Lze ale konstatovat, že navýšení příjmu živin a doplňků stravy u seniorů, vede ke zlepšení jejich fyzického stavu (Robinson et al, 2019; Anonymous C. Reduced Skeletal Muscle Mass And Lifestyle).

- Proteiny

Základní potřebnou složkou pro syntézu svalových proteinů jsou aminokyseliny, včetně těch esenciálních. Svůj význam na svalovou hmotu má příjem beta-hydroxy-beta-methylbutyrátu, argininu a lysinu (Anonymous C. Reduced Skeletal Muscle Mass And Lifestyle).

Se zvyšujícím se věkem využití aminokyselin, potřebných pro růst a výkonnost svalů, klesá. Jedná se o už dříve popsany stav anabolické rezistence. Esenciální

aminokyselina leucin má prokázaný vliv na objem svalové hmoty, ne však na funkci svalů. Kladný vliv na svalovou sílu má příjem živočišných bílkovin rozprostřený do tří dávek během hlavních jídel, i když každá dávka nedosahuje na doporučených 30 g/jídlo. Obecně ale další navýšení příjmu bílkovin (pokud předpokládáme doporučený příjem) u starší populace má sporné výsledky (Strasser et al, 2021; Robinson et al, 2019; Anonymous C. Reduced Skeletal Muscle Mass And Lifestyle).

- Antioxidanty

Oxidační stres v buňkách vede k jejich poškození a proteolýze, která se projeví jako úbytek svalové hmoty. Ovoce a zelenina představuje hlavní zdroj přírodních antioxidantů. Jedná se například o selen a karotenoidy, jejichž nízké hladiny v krvi snižují svalovou funkci (sílu). Vliv hladin alfa-tokoferolu (vitamín E) a vitamínu C není jednoznačný (Tournadre et al, 2018; Robinson et al, 2019; Anonymous C. Reduced Skeletal Muscle Mass And Lifestyle).

- Protizánětlivé živiny

V definici sarkopenie je zahrnutý pokles svalové síly. Ten může být následkem zánětu v těle (Robinson et al, 2019).

Jde tedy především o polynenasycené mastné kyseliny s dlouhým řetězcem (omega-3 mastné kyseliny v tučných rybách) podporující u starších lidí svalovou sílu. Jejich příjem aktivuje mTORc1 komplex, podporuje syntézu bílkovin, redukuje zánět a pozitivně ovlivňuje celkovou výkonnost svalů (Robinson et al, 2019; Holmes, Racette, 2021; Anonymous C. Reduced Skeletal Muscle Mass And Lifestyle).

- Vápník

Doporučený denní příjem vápníku podle *National Institute of Health* činí 700–1200 mg/den. Vápník má několik funkcí. Podílí se na aktivaci enzymů, přenosu nervových signálů přes nervosvalovou ploténku, udržování vnitřní homeostázy, ale především na procesu kontrakce svalu. Projevil také účinky na regulaci myogeneze, takže jeho nedostatek by mohl vést k sarkopenii. Hladina v těle se udržuje přes mechanismus absorpce ve střevě, renální reabsorpcí a přestavbou kostí. Vstřebávání vápníku je do jisté míry ovlivněno vitamínem D, který stárnutím ubývá a dochází tak k zhoršení stavu kostí i snížení svalového výkonu. Některé studie potvrdily, že u starších

osob s nízkým příjmem může jeho zvýšení ovlivnit svalové funkce. Přesto účinek na svaly zůstává rozporuplný. Jeho nevýhodou je negativní vliv na gastrointestinální trakt (nevolnost, zácpa, průjem, plynatost) (Capozzi et al, 2020; Ganapathy, Nieves, 2020).

- Vitamín D

Pro to, aby vitamín D mohl fungovat, musí být nejdříve aktivován na aktivní formu (1,25-(OH)₂cholecalciferol) hydroxylací v ledvinách. Jeho syntéza se stárnutím snižuje. Hladina této aktivní formy v plazmě by se měla pohybat alespoň v hodnotě 20 ng/ml, aby nedocházelo k remodelaci kostí. Podílí se především na již zmíněné absorpci vápníku ze střeva, kdy společně zvyšují denzitu kostní hmoty. Ovlivňuje i syntézu bílkovin přes své jaderné receptory a působí na oxidativní fosforylaci v mitochondriích kosterních svalů. Výsledky studií o jeho efektu na svaly jsou různé, přesto kombinace vitamínu D a vápníku zůstává důležitým přínosem na kondici kosterního svalstva (Campins et al, 2016; Robinson et al, 2019; Anonymous C. Reduced Skeletal Muscle Mass And Lifestyle; Capozzi et al, 2020; Holmes, Racette, 2021).

- Vitamín K₂

Oproti jiným typům vitamínu K vykazuje právě tento nejlepší účinek v podpoře ukládání vápníku do kostí (zejména do oblasti bederní páteře, kde kombinace vápníku a vitamínu D tolik nepůsobí). Dosud zveřejněné studie zpochybňují jeho vliv na svalovou sílu, ne však na výkon (kladný vliv). Proto je stále předmětem zkoumání, zda tento vitamín k terapii úbytku hmotnosti a zhoršené funkce svalů použít (Capozzi et al, 2020).

- Hořčík

Hořčík je v těle velmi hojně zastoupen (kosti, intracelulární kation). Jeho nedostatek může být způsoben onemocněním gastrointestinálního traktu, poruchou renálních funkcí nebo některými léčivými (diuretika). Ani zde nejsou účinky hořčíku na neuromuskulární funkce a kosterní zdraví potvrzené. Podílí se na metabolických reakcích včetně syntézy proteinů nebo na přenosu nervových signálů do svalů (při jeho nedostatku se objevují křeče, brnění, arytmie) (Capozzi et al, 2020; Ganapathy, Nieves, 2020; Fiorentini et al, 2021).

3.5 NUTRICE

Správná výživa hraje důležitou roli pro fungování organismu. Na jejím základě se odvíjí životní funkce, schopnost těla bojovat se záněty a nemocemi, fyzické schopnosti a psychický stav člověka. V neposlední řadě u nemocných předurčuje jejich prognózu a odpověď na léčbu. Strava a jednotlivé živiny mohou ovlivnit vstřebávání léčiv, jejich vazbu na plazmatické bílkoviny (poddávkování nebo předávkování léčivy), rozpustnost a projevy nežádoucích účinků. Ne všechny potraviny a doplňky stravy jsou vždy vhodné (grapefruit, třezalka, ginkgo biloba, ženšen), a proto je dobré se poradit se svým lékařem či lékárníkem. Příjem potravy má být v rovnováze s energetickým výdejem organismu, aby si člověk udržoval optimální tělesnou hmotnost (BMI 18,5–25 kg/m²) (Kapounová, 2020; Vokurka et al, 2022).

Základní nutriční složky obsažené v potravě jsou sacharidy, vlákniny a lipidy. Hlavním energetickým zdrojem z potravy jsou polysacharidy. Jejich štěpením α -amylázou v tenkém střevě vznikne monosacharid (glukóza). Vláknina je dvojího typu, rozpustná (jejím zpracováním mikroflórou ve střevě vznikají plyny a krátké mastné kyseliny (octová, máselná, propionová) a dají se využít jako zdroj energie) a nerozpustná. Dokáže zastavit průjem, ale působí i laxativně. Lipidy mají několik funkcí, kromě stavební také zásobní (triacylglyceroly jako energie) a ovlivňují pohyb látek v organismu (rozpustnost, ukládání) (Švihovec et al, 2018).

Pro správné stravování je klíčové, aby zastoupení jednotlivých komponentů potravy bylo vyvážené. Sacharidy mají zaujímat část 50–55 % v potravě, bílkoviny 18–20 %, tuky 30–35 %. Strava by měla být doplněná i o vitamíny a minerální látky. Důležité je také dodržovat pitný režim, který by měl činit 2–2,5 l tekutin denně (Kapounová, 2020).

Při výskytu nádorového onemocnění dochází velmi často k nutričnímu deficitu až ke kachexii, což ústí ve vyšší morbiditu i mortalitu. Kachexie (BMI < 18,5 kg/m²) představuje komplexní syndrom, který zahrnuje sarkopenii (ztrátu svalové tkáně), systémovou zánětlivou reakci, odbourávání proteinů, poruchy inzulínové rezistence a vychází z anorexie. Přítomnost tumoru ovlivňuje stav nutriční jak svým umístěním, tak například i vyšší produkcí cytokinů prohlubující anorexii. Dále také blokádu trávicích

enzymů nebo poruchou vstřebávání sacharidů, tuků nebo vitaminů a projevuje se jako malabsorpční syndrom. Proto někdy nezbyvá jiná možnost než převést pacienta na umělou výživu, aby se správnou nutricí předešlo různým komplikacím. Je ale nutné mít stále na paměti, že vyšším přísunem živin nemocnému se dostává i více živin tumoru. Nutriční stav organismu je také ovlivněn i samotným příjmem potravy. Pokud je porušený příjem, bude porušený i nutriční stav jedince (Klener et al, 2011; Endo et al, 2017; Meyer, Valentini, 2019; Kapounová, 2020; Vokurka et al, 2022).

Kroky k podpoře nutričního stavu jedince spočívají především v dostatečném příjmu energie a bílkovin, tekutin a fyzické aktivitě. U nemocných osob je potřeba vyšší, alespoň 30-40 kcal/kg/den a 1,5-2,0 g/kg/den. Primárně se doplnění živin volí cestou perorální (výhodný je například *sipping*), jindy přichází na řadu sondová nebo parenterální výživa (Vokurka et al, 2022).

K vyšetření aktuálního stavu nutriční slouží nutriční screening. Představuje dotazník jak pro pacienta, tak pro lékaře. Hodnotí se tělesná hmotnost a její úbytek za časové období, BMI, příjem potravy a další symptomy. Další metodou jsou antropometrická měření (BMI, kožní řasy, obvod paže). Z krevních testů nemusí být výsledky přesné, hladina CRP (zvýšený u onkologicky nemocných) může ovlivnit koncentraci albuminu a prealbuminu. Dalšími indikátory jsou cholinesteráza, transferin, cholesterol či kreatinin v séru a moči. Na základě výsledků lékař určí další kroky v péči o pacienta, s tím, že se nutriční screening po týdnech opakuje (Vokurka et al, 2022).

3.5.1 Malnutrice

Malnutrice je označení pro stav dlouhodobě nedostatečného či nevyváženého příjmu živin k pokrytí potřeb organismu. Může tedy nastat i v případě nadbytku některých základních živin, které nejsou správně využívány. Zahrnuje nadváhu, obezitu nebo podvýživu. Podvýživa je velmi riziková zejména pro starší a dětskou populaci. Příčin může být několik – chronická onemocnění, mentální poruchy, stres, léčiva, alkohol nebo endogenní onemocnění. Projevují se jako anorexie, poruchy v trávení, vstřebávání a jako nerovnováha mezi katabolickými a anabolickými procesy (katabolické převládají) (Klener et al, 2011; Campins et al, 2016; Švihovec et al, 2018; Vokurka et al, 2022).

Jestliže organismus nepřijímá dostatek živin v potravě, potom se malnutrice označuje jako energetická (kalorická). S nedostatkem bílkovin je spojena malnutrice proteinová, zvaná kwashiorková. Většinou se ale vyskytují oba typy současně, stav je označen pojmem smíšená malnutrice (Klener et al, 2011; Švihovec et al, 2018).

Při nedostatečném příjmu živin využívá organismus své zásoby uložené v tukové a svalové tkáni (bílkoviny). Při stresovém hladovění (způsobeném onemocněním) se zvyšují energetické spotřeby v klidu, hladina glykémie a katabolické procesy proteinů ve svalové hmotě. Spotřeba energetických zásob závisí také na stádiu onkologického onemocnění, přičemž narůstá s rozmachem onemocnění a v konečné fázi se snižuje (Klener et al, 2011; Vokurka et al, 2022).

Riziko malnutrice souvisí s rostoucím věkem, ale především s nepřiměřeným či nedostatečným příjmem bílkovin jako základních stavebních kamenů pro svaly. Proteinová malnutrice se ale netýká pouze osob s nízkým BMI. Naopak, je dokonce zaznamenáván nárůst sarkopenických osob s nadváhou či obezitou ($BMI > 30 \text{ kg/m}^2$) (Sieber, 2019; Schneider, Correia; 2019).

Diagnostická kritéria podle GLIM zahrnují fenotypické a etiologické příznaky. Mezi fenotypické patří patologický úbytek hmotnosti, nízké BMI a pokles svalové hmoty. Etiologické symptomy zahrnují snížený příjem potravy a zánět nebo onemocnění. Ke stanovení diagnózy malnutrice musí být přítomen alespoň 1 etiologický a 1 fenotypický příznak (Sieber, 2019; Meyer, Valentini, 2019).

Podvýživa se velmi často vyskytuje společně se sarkopenií. Oba stavy jsou komplikacemi pro chronická a vážná onemocnění, včetně onkologických. Prosté hladovění se oproti sarkopenii odlišuje úbytkem tělesné hmotnosti a tukové tkáně (Klener et al, 2011; Sieber, 2019; Meyer, Valentini, 2019).

3.6 SARKOPENIE

Sarkopenie je závažný progresivní stav postihující svalovou soustavu. Podle nové definice EWGOP2 je definována jako ztráta svalové síly společně s úbytkem svalové hmoty a zhoršením její kvality. Dává se do souvislosti také s celkovou dekondukcí a hypomobilitou. Patofyziologickým podkladem je nerovnováha mezi syntézou a

odbouráváním proteinů. Organismus při zátěži spotřebovává z kosterního svalstva aminokyseliny a vede to k úbytku svalů. Sarkopenie je dána věkem (až 50 % osob starších 80 let), genetickými vlivy, systémovými onemocněními (tumory, osteoporóza, obezita, *diabetes mellitus* 2. typu...), hormonálními změnami a způsobem života – stravováním nebo nedostačujícím příjmem živin či (ne)pohybem. Není tedy pravidlem, že by postihovala pouze starší populaci, i když její prevalence je zde vyšší (Klener et al, 2011; Dodds et al, 2015; Beaudart et al, 2016; Švihovec et al, 2018; Cruz-Jentoft et al, 2018; Sieber, 2019; Meyer, Valentini, 2019; Ebadi et al, 2019; Pekařová et al, 2020; De Marco et al, 2022).

Pokud je jejím vyvolávajícím faktorem pouze věk, označuje se jako primární a je velmi častá. Sekundární sarkopenie zahrnuje navíc ještě další faktory. Nově lze sarkopenii klasifikovat i na akutní (trvajících méně než šest měsíců, následek zranění nebo akutní nemoci) a chronickou (související s progresivními stavy, predikuje nízké šance na přežití). Neléčená sarkopenie představuje onemocnění s dopadem na osobní a sociální život a také vyšší finanční náklady. Mezi důsledky patří zhoršená pohyblivost, vyšší riziko zlomenin způsobenými pády, únava a v neposlední řadě celková mortalita. Kromě pohybového aparátu mohou být postiženy i kognitivní funkce, činnost respiračního traktu nebo také oběhového systému, a pacient se tak může stát závislý na pomoci druhých. Sarkopenie je jedním z mnoha geriatrických syndromů, mezi něž spadá i křehkost. Pravděpodobně mají vyšší riziko rozvoje sarkopenie muži (Klener et al, 2011; Švihovec et al, 2018; Cruz-Jentoft et al, 2018; Sieber, 2019; Ebadi et al, 2019).

Zajímavé je, že mezi rizikové faktory sarkopenie se řadí polyfarmakoterapie. Jsou to například kličková diuretika v dávkách vyšších jak 20 mg, přestože se běžně užívají k terapii edému či ascitu u cirhotických pacientů. K úbytku svalové hmoty mohou také přispět kortikosteroidy nebo statiny (rhabdomyolýza). Pozitivní účinek na svaly mají pravděpodobně inhibitory angiotenzin konvertujícího enzymu (zlepšení chůze i svalové síly) nebo formoterol (Campins et al, 2016; Ebadi et al, 2019).

Během života se mění i množství tukové hmoty (narůstá), což se může jevit jako neoptimální tělesná hmotnost. Zvýšené BMI ale hned neznamená, že má člověk nadváhu nebo je obézní, protože nezohledňuje stavbu těla či nemoci, při kterých dochází k nárůstu tělesné hmotnosti. Pacient, který je obézní, může současně trpět sarkopenií.

Tento stav sarkopenické obezity se objevuje spíše u starších osob. Ukládání tukových částic do svalů má negativní dopad na fyzickou výkonnost a mortalitu. Dalším fenotypem je sarkopenie spojená se malnutricí. Spočívá v nedostatečném příjmu potravy, špatném vstřebávání živin nebo nedostatečném pokrytí potřeb organismu příjmem živin (Cruz-Jentoft et al, 2018; Sieber, 2019; Meyer, Valentini, 2019).

3.6.1 Diagnostika a terapie

K diagnostice sarkopenie je potřeba prokázat úbytek svalové hmoty a nižší svalovou sílu nebo fyzickou výkonnost. Mnohem snadnější je prokázat sníženou svalovou sílu, a proto je tento parametr v definici sarkopenie považován za hlavní. To znamená, že pokud se prokáže nižší síla, je velmi pravděpodobné, že pacient trpí sarkopenií. Ta se poté jen potvrdí zhoršenou kvalitou nebo malým množstvím svalové hmoty. V případě přítomnosti těchto poruch, a navíc i zhoršené fyzické výkonnosti, se jedná o velmi závažný stav (Cruz-Jentoft et al, 2018; Meyer, Valentini, 2019).

Dle doporučení EWGSOP2 při prvotním podezření na sarkopenii a pro screening pacienti vyplňují SARC-F dotazník. Získá se tak subjektivní hodnocení o síle, chůzi, vstávání ze židle, chůzi do schodů a informace o zkušenosti s pády. Jinou metodou k zachycení sarkopenie je Ishiiho screening (rovnice) závisující na věku, síle stisku ruky a obvodu lýtky. Jde tedy o postupy, které by měly být aplikovány zejména v primární péči (Beudart et al, 2016; Cruz-Jentoft et al, 2018; Meyer, Valentini, 2019; Teixeira et al, 2022).

Na měření svalové síly je zapotřebí dynamometr, který detekuje sílu stisku ruky. Pro pacienty s artrózou či artritidou to může být problematické, tak je zde alternativa s mačkáním gumových míčků. Prokázalo se, že síla v rukách koresponduje se silou v dolních končetinách. Dále se měří buď čas potřebný pacientem, aby vstal pětkrát ze židle bez pomoci rukou nebo kolikrát tak pacient dokáže učinit během časového intervalu. Pomocí tohoto „testu“ se hodnotí i fyzická zdatnost (Dodds et al, 2015; Beudart et al, 2016; Cruz-Jentoft et al, 2018; Tournadre et al, 2018)

Na řadu přichází zhodnocení množství svalové hmoty několika způsoby. Používají se technologie magnetické rezonance a počítačové tomografie, které se zaměřují na svalstvo v oblasti třetího bederního obratle nebo uprostřed stehna (méně často).

Pomocí CT lze také určit *psaos muscle index* (více v kapitole Svalová volumetrie). Tyto metody jsou však náročné na obsluhu, proto je jednodušší použití svalové dvoufotonové denzitometrie. Výsledky se dají vyjádřit třemi různými způsoby – celkový objem kosterního svalstva nebo svalstva na končetinách nebo průřez plochou určitého svalstva. Další možností, jak zjistit množství svalové hmoty (v procentech a kilogramech) je za využití bioelektrické impedance – tedy elektrické vodivosti. Výsledné hodnoty pak mohou být vztaženy k hmotnosti, BMI nebo výšce na druhou. Obvod lýtka u starších pacientů předpovídá i fyzickou zdatnost, hraniční hodnotou v některých studiích je 31 cm. Se stárnoucím tělem se ztrácí schopnost elasticity kůže, mění se rozložení tuků, a tak se takové antropometrické měření nezdá být příliš spolehlivé a přesné (Dodds et al, 2015; Beaudart et al, 2016; Cruz-Jentoft et al, 2018; Tournadre et al, 2018; Teixeira et al, 2022).

Fyzická výkonnost nezahrnuje pouze stav svalů, ale také stav periferní a centrální nervové soustavy podílející se na udržení rovnováhy. Testy spočívají v měření rychlosti chůze na vzdálenost čtyř metrů, dále v měření krátké baterie (rychlost chůze, rovnováha a test vstání ze židle) nebo času, kdy se pacient postaví ze židle, dojde ke značce vzdálené tři metry a zpět se posadí. V neposlední řadě lze hodnotit i čas potřebný k ujiti čtyřset metrů dlouhé trati. Tyto metody jsou zaměřené na funkčnost dolních končetin, protože ta velmi souvisí s pohyblivostí pacienta, rizikem hospitalizace a úmrtí (Beaudart et al, 2016; Cruz-Jentoft et al, 2018; Manini et al, 2020).

Obecně můžeme shrnout, že diagnostiku a potvrzení sarkopenie lze provádět podle F-A-C-S pořadí (*Find cases, Assess, Confirm, Severity*) (Cruz-Jentoft et al, 2018; Teixeira et al, 2022).

Novou metodou, prozatím používanou pouze ve výzkumu, je test ředění kreatinu. Pacientovi je podána perorálně dávka kreatinu značeného deuteriem. Značený i neznačený kreatin je vylučován svalovými buňkami, kde se metabolizuje na vysokoenergetický fosfokreatin. Nadbytek kreatinu v krvi je vyloučen močí. A právě obsah kreatinu a kreatininu v moči je pak detekován kapalinovou chromatografií a hmotností spektrometrií. Jejich množství prezentuje množství svalové tkáně. K měření kvality i kvantity svalů lze s výhodou použít i ultrazvukové vyšetření svalů (Cruz-Jentoft et al, 2018; He et al, 2018).

Terapie malnutrice spojenou se sarkopenií má za cíl zabránit nebo oddálit rozvoj sarkopenie, během mládí si vytvořit co nejvíce svalové hmoty, ve středním věku si ji udržet a během stárnutí minimalizovat její ztráty. Zahrnuje výživovou intervenci a fyzickou aktivitu. Kontroluje se dostatečný příjem bílkovin, zejména leucinu a vitamínu D, kreatinu a beta-hydroxy-beta-methylbutyrátu. Podporuje se tím nárůst svalové hmoty, zlepšuje se výkonnost a potlačují zánětlivé markery (TNF- α a IL-6). Prozatím nejsou registrované žádné farmakologické postupy, ale jsou ve fázi vývoje a testování (antagonisté myostatinu, selektivní modulátory androgenního receptoru, aktivátory kosterního troponinu) (Beudart et al, 2016; Cruz-Jentoft et al, 2018; Sieber, 2019).

3.6.2 Sarkopenie a cirhóza jater

Sarkopenie má význam před i po transplantaci jater u pacientů trpících cirhózou. Představuje vyšší riziko pro tyto pacienty z hlediska úmrtnosti, délky hospitalizace, rozvoje infekcí a hepatoencefalopatie a i z pohledu financí. Ženy jsou na životě ohroženy současně malým objemem podkožního tuku. K pozorování anatomických struktur a cévního zásobení se využívá techniky počítačové tomografie nebo magnetické rezonance. CT slouží také k posouzení stavu kosterního svalstva a díky němu se tak získává index kosterního svalstva celého těla (SMI). Severoamerická centra pro transplantaci jater stanovila hranice SMI ohrožující pacienty čekající na transplantaci jater. U mužů se hraniční hodnota SMI pohybuje pod 50 cm²/m² a u žen pod 39 cm²/m² (Ebadi et al, 2019; Jindal, Jagdish, 2019).

Při krátkodobém hladovění dochází ke katabolickým procesům v tukové tkáni a svalová hmota se neodbourává. Při dlouhotrvajícím hladovění postupně začínají degradovat proteiny z příčně pruhovaného svalstva, aby se měla z čeho tvořit glukóza. U pacientů s cirhózou tyto děje nastávají zhruba po 10 hodinách hladovění, zatímco u zdravých jedinců až po 3 dnech (Ebadi et al, 2019).

Z důvodu omezeného množství glykogenu v játrech jsou zde zvýšené metabolické procesy jako je glukoneogeneze a oxidace mastných kyselin. Z odbourané tukové tkáně a svalů se transportují látky do jater, kde vystupují jako substráty pro glukoneogenezi (Ebadi et al, 2019; Jindal, Jagdish, 2019).

Porušené metabolizační schopnosti jater vedou k tomu, že se s cirhózou jater často vyskytuje současně hyperamonémie, kvůli neschopnosti jater odbourat amoniak. Za játra přebírají tuto činnost alternativně svaly, konkrétně jejich mitochondrie za přítomnosti glutamátu, kterého je ale při hyperamonémii málo. Do svalů jsou tedy vychytávány rozvětvené aminokyseliny, při jejichž metabolizaci dochází ke vzniku glutamátu (k odbourání amoniaku) a dále glutaminu. Ten je do oběhu uvolňován za současného zpětného vychytávání aminokyselin do svalů a celý proces se stále opakuje. V organismu tak není dostatek aminokyselin pro syntézu svalových proteinů. Všechny tyto procesy vedou postupně k poruchám funkcí mitochondrií, oxidačnímu stresu a prohloubení sarkopenie. Pravděpodobně jsou postižena zejména svalová vlákna typu II (Ebadi et al, 2019; Tournadre et al, 2018; Jindal, Jagdish, 2019).

Výskyt sarkopenie u cirhotických pacientů obecně závisí na etiologii cirhózy. Nejvíce ohrožení jsou lidé, u kterých byla potvrzena alkoholická cirhóza. Ethanol inhibuje systém ubiquitin-proteazom, který tedy nehraje hlavní roli u těchto pacientů na úbytku svalové hmoty, ovšem ale inhibuje proteosyntézu. A dále tento stav prohlubuje samotná svalová autofagie (způsobená i například z přítomnosti bakteriálních toxinů a následně uvolněných cytokinů) a výše zmíněná hladina amoniaku (Ebadi et al, 2019; Singh et al, 2021).

Jak již bylo psáno výše, u žen, oproti mužům, je důležitým faktorem k přežití objem svalové hmoty i tukové tkáně. Ženské tělo totiž shromažďuje více lipidů a v případě potřeby ATP dokáže upřednostnit metabolizaci mastných kyselin před odbouráváním glukózy. Děje se tak na základě dostupnosti jednotlivých živin (Ebadi et al, 2019).

Pro terapii sarkopenie u cirhotických pacientů je důležitá kombinace opět fyzického cvičení, terapeutického zásahu a zajištění nutričního prospěchu. Dostatečný příjem proteinů, energie a vyvarování se hladovění po více jak 6 hodin zlepší dusíkovou bilanci a zredukuje oxidaci lipidů (Ebadi et al, 2019).

3.6.3 Měření velikosti a funkcí jater před jejich resekcí

Pacienti podstupující resekci jater (cholangiokarcinom, hepatocelulární karcinom, metastáze kolorektálního karcinomu) jsou vystaveni stále velkému riziku

úmrtí. Ačkoliv medicínské postupy a technologie jsou stále zdokonalovány, po takovém rozsáhlém operativním zásahu přesto často dochází k selhání jater. Mezi symptomy patří prodloužený protrombinový čas, hypoalbuminémie, hypoglykémie nebo hepatoencefalopatie. Pro předpověď bezpečného postupu resekce slouží výsledky z volumetrických a popřípadě funkčních jaterních měření provedených před operací. Pravděpodobnost úspěchu ovlivňují rizikové faktory, jako je například kachexie, poruchy ve stavbě těla (sarkopenie, sarkopenická obezita, obezita) nebo metabolismu (Lodewick et al, 2015; Khan et al, 2018).

Funkční testy zahrnují dechový test jaterních funkcí založených na metabolizaci C-značeného methacetinu cytochromem P450 (1A2) v játrech. Výsledky se vyjadřují jako poměr mezi vydechovaným značeným a neznačeným CO₂ za 1 hodinu. Nejčastěji se funkce jater diagnostikuje podle *clearance* fluorescenčního barviva indocyaninové zeleně (ICG). Volumetrie jater se provádí díky snímkům z CT, MR nebo ultrazvuku. Z celkového objemu jater se odečte objem tumoru a tím se získá hodnota předoperačního funkčního objemu jater. Sarkopenie a sarkopenická obezita je u takových pacientů také odhalena pomocí CT technologie (Lodewick et al, 2015; Khan et al, 2018; Rivera-Esteban et al, 2021).

Ve výsledcích jedné studie nebyl nalezen rozdíl funkce a velikosti jater mezi pacienty se sarkopenií a bez ní. Obézní pacienti vykazovali vyšší hodnoty velikosti jater, a naopak snížené jaterní funkce. Děje se tak kvůli ukládání tuku do jater. Sarkopenická obezita, jak se ukázalo, pravděpodobně nemá vliv na játra. Stejně tak se neprokázala ani žádná souvislost mezi sarkopenií, sarkopenickou obezitou a obezitou s výskytem pooperačních komplikací a mortalitou (Lodewick et al, 2015).

3.7 SVALOVÁ VOLUMETRIE

Lidské tělo je složeno z více než 30 měřitelných parametrů (na povrchu těla i uvnitř organismu). Důležitý význam má poměr tukové a netukové tkáně. Obezita je rizikovým faktorem jak prevalence, tak i rekurence mnoha nádorových onemocnění (karcinom prsu, prostaty, kolorektální karcinom). Ve vyšším stádiu nemoci dochází k úbytku tělesné hmotnosti, což předpovídá nedostatečnou odpověď na léčbu nebo kratší dobu přežití. Úbytek svalové i tukové tkáně ovlivňuje distribuci léků a jejich

rozpustnost v tucích nebo ve vodě, a tak chemoterapie nemusí účinkovat správně či dostatečně. Nejčastěji používané a dostupnější metody pro zhodnocení tělesného složení jsou zobrazovací metody – CT a MRI, považované za zlaté standardy. Podobně lze také použít metody duální fotometrie nebo bioimpedanční analýzu, jak bylo zmíněno výše. Díky nim se rozpoznají různé tkáně – svaly kosterní i hladké, tuková tkáň či kosterní soustava. Většina těchto metod chápe tělo jako dvoukompartmentový model složený z tuku (FM) a netukových částí (FFM) (Mourtzakis et al, 2008; Marra et al, 2019; Pekařová et al, 2020; Holmes, Racette, 2021; Tolonen et al, 2021).

3.7.1 Počítačová tomografie (CT, *Computed Tomography*)

Počítačová tomografie je jedna ze zobrazovacích metod používaných ve zdravotnictví. Počátek prvního CT přístroje v praxi se datuje od roku 1971. Oproti němu jsou dnešní přístroje rychlejší (v rámci sekund), kvalitnější, vyprodukují větší počet snímků, a kromě skenování sekvenčního, přibyl princip helikální (spirální) CT (Jung, 2021; Web A: National Institute of Biomedical Imaging and Bioengineering (CT); Malíková et al, 2022).

Při vyšetření pacient leží na pohyblivém stole. V průběhu skenování se stůl s pacientem zasouvá do otvoru *gantry*. Je to označení pro kruhovitou část přístroje s otvorem uprostřed, v němž je zabudovaný zdroj záření a naproti němu detektory. Při snímání se zdroj záření a detektory neustále kolem pacienta otáčejí (Jung, 2021; Web A: National Institute of Biomedical Imaging and Bioengineering (CT); Malíková et al, 2022).

Takto sesbírané informace jsou poslané do počítače, který z nich vytvoří tomografické snímky. Snímané oblasti jsou na jednotlivých snímcích zobrazeny jako příčné řezy (mohou být v různých rovinách), které se na sebe v počítači „naskládají“ a může tak vzniknout 3D obraz (Jung, 2021; Web A: National Institute of Biomedical Imaging and Bioengineering (CT); Malíková et al, 2022).

Na snímcích se zobrazují tkáně, kosti a orgány včetně abnormalit (nádorů). Jednotlivé struktury těla o různé hustotě rentgenové paprsky pohlíjí nebo odrážejí k detektorům. Na snímcích se pak liší ve stupních šedi. Měkké tkáně jsou černé, protože pohlcují paprsky nejméně, zatímco bílou barvou jsou zobrazené kosti. Absorpce tkání je vyjádřena v Hounsfieldových jednotkách (HU), pomocí kterých se popisuje také hustota

tkání (rozlišení například tukové a svalové hmoty). Standardem je voda s hodnotou 0 HU. Záporné hodnoty popisují tkáně, jimiž projdou paprsky s konečnou intenzitou větší než v případě vody (tuková tkáň). Nízká detekovaná intenzita paprsků je pak vyjádřena v kladných hodnotách (měkké tkáně) (Jung, 2021; Web A: National Institute of Biomedical Imaging and Bioengineering (CT); Malíková et al, 2022).

K lepšímu rozpoznání jednotlivých struktur a jejich hustot se používají kontrastní látky. Intravenózní podání (sloučeniny jódu) se používá převážně k detekci průtoku krve. Orální cesta podání (roztok mannitolu či roztok sloučeniny na bázi barya – podává se i *per rectum*) pak slouží k zobrazení trávicího traktu. Baryové sloučeniny mimo trávicí trakt působí velmi jedovatě, musí se dávat velký pozor na jejich aplikaci po chirurgickém vytvoření anastomózy či v případě podezření na perforaci trávicího traktu (Sawhney, Wilson, 2017; Jung, 2021; Web A: National Institute of Biomedical Imaging and Bioengineering (CT); Malíková et al, 2022).

Jedná se o široce a velmi často používanou zobrazovací metodu. Její výhodou je především rychlost sběru dat. Pacienti s diagnostikovanými kolorektálními karcinomy podstupují toto vyšetření již před plánovanou operací kvůli identifikaci (*staging*) nádoru. Ze získaných snímků lze vyhodnotit objem svalstva, sarkopenii a odhadnout tak s nimi související komplikace (Jung, 2021; Web A: National Institute of Biomedical Imaging and Bioengineering (CT); Malíková et al, 2022).

3.7.2 Magnetická rezonance (MRI, *Magnetic Resonance Imaging*)

Magnetická rezonance je nejlepší metodou k zobrazení různých strukturních kontrastů. Rozdílem oproti počítačové tomografii je fakt, že se organismus při vyšetření nevystavuje radiaci a je tedy tato metoda vhodnější jak pro těhotné, tak pro děti (Malíková et al, 2022).

Části přístroje jsou téměř stejné jako u počítačové tomografie, *gantry* je zde vybavena upevněným magnetem, a navíc jsou tu cívky pro příjem signálu radiových vln (Malíková et al, 2022).

Princip zde spočívá v odlišném chování jednotlivých struktur, na které působí magnetické pole. Sleduje se, jak se chovají atomy vodíku (Malíková et al, 2022; Web B: National Institute of Biomedical Imaging and Bioengineering (MRI)).

Pro lepší zobrazení se mohou také intravenózně aplikovat kontrastní látky (gadolinium), avšak převládá nativní zobrazování (Sawhney, Wilson, 2017; Malíková et al, 2022; Web B: National Institute of Biomedical Imaging and Bioengineering (MRI)).

Nevýhodami oproti CT vyšetření jsou vyšší náklady, delší doba potřebná ke skenování (nehýbat se v řádech desítek minut). Limity představuje také klaustrofobie či hlasité zvuky (produkované spínáním gradientních cívek). Pacient nemůže podstoupit MRI, jestliže mu byl zaveden kardiostimulátor nekompatibilní s MRI, kochleární implantát, kovová cévní svorka nebo inzulinová pumpa (Malíková et al, 2022; Web B: National Institute of Biomedical Imaging and Bioengineering (MRI)).

3.7.3 Dvoufotonová absorpční fotometrie (DXA, *Dual-Energy X-Ray Absorptiometry*)

Absorpční fotometrie chápe lidský organismus jako tříkompartmentový model, který je složený z tuků, netukových tkání, a navíc kostních minerálů. Měření může být zaměřeno na čtyři oblasti – trup, horní a dolní končetiny a hlavu (Marra et al, 2019; Holmes, Racette, 2021).

Pracuje na principu měření prošlého rentgenového záření (vysoko- a nízkoenergetického) tělesnými tkáněmi. Kostí pohltí paprsky nejvíce, zatímco tuk je absorbuje málo. Na základě toho se dá odhadnout množství celkového i viscerálního tuku v těle. Více je tato metoda však známá pro diagnostiku osteoporózy (Marra et al, 2019; Holmes, Racette, 2021).

Podle studií má svalová hmota měřená na končetinách (apendikulární) korelovat s celkovou svalovou hmotou na těle. Jestliže je zapotřebí odhadnout jakékoliv změny tělesného složení, musí se změřit končetiny a trup zvlášť, protože malignity vyskytující se v abdominální oblasti se přes apendikulární svalovou hmotu neprojeví. Zároveň se zjistila souvislost mezi netukovou hmotou na trupu (tvoří přes polovinu celotělového FFM, zahrnuje svaly, slezinu, nádory, střevo, játra – posouzení objemu kvůli metabolismu léků) a celotělovou netukovou hmotou. Ve vyšších stádiích onkologického

onemocnění pacienti ztráceli svalstvo na končetinách, zatímco FFM na trupu rostlo. Výsledky jsou vyjádřené v kg na druhou mocninu výšky pacienta v metrech (Mourtzakis et al, 2008; Yamada et al, 2021)

Je to metoda méně nákladná než CT a MRI, jednoduchá, poměrně přesná a pacienta vystavuje nižší radiační zátěži. Nerozpozná ale množství intramuskulárního tuku, proto se jedná pouze o kvalitativní metodu (Marra et al, 2019; Pekařová et al, 2020).

3.7.4 Bioimpedanční analýza (BIA, *Bioimpedance Analysis*)

Tato metoda rozděluje tělo (představuje dvoukompartmentový model) na hmotu tukovou bez obsahu vody (FM) a beztukovou (FFM), která zahrnuje kosti, kosterní svaly, vnitřnosti a intersticiální tuk (Marra et al, 2019).

Měření tělesných kompartmentů je zde založené na rozdílných elektrických vlastnostech tukové a netukové tkáně, přesněji na průchodu elektrického proudu jednotlivými tkáněmi a jejich odporu. Nejlepším vodičem jsou tkáně s obsahem vody, tuk má největší odpor (Marra et al, 2019; Holmes, Racette, 2021).

V laboratorních podmínkách má vyšetřovaný pacient na ruce a noze (někdy se volí jiná místa jako noha-noha nebo ruka-ruka) připevněné elektrody, kterými prochází elektrický proud. Existují i váhy, které mají zabudované elektrody v místech pod ploskami nohou a v madlech na ruce (Marra et al, 2019; Holmes, Racette, 2021).

Její výhodou je neinvazivnost, nízké náklady a to, že zařízení je mobilní. Výsledky z bioimpedanční analýzy nemusejí být úplně přesné, jelikož vedení elektrického proudu může ovlivnit i příjem tekutin (hydratace/dehydratace, popř. ascites) a jídla, a proto by se mělo vyšetřovat na lačno. Někteří pacienti se tohoto měření nemohou zúčastnit z důvodu zrohovatělé pokožky na nohách bránící správné vodivosti (Mourtzakis et al, 2008; Marra et al, 2019; Pekařová et al, 2020; Holmes, Racette, 2021).

3.7.5 Parametry pro predikci sarkopenie z CT a MRI

Měření tělesného složení pomocí CT a MRI je zaměřeno nejčastěji na abdominální oblast třetího bederního obratle (L3). Obě metody jsou používány i

k identifikaci různých tumorů nebo posouzení úspěšnosti léčby, kdy se snímají oblasti břicha a hrudníku v rozmezí L1-L4 a T10-T12. Díky tomu, že pacient toto podstoupí již před operací, dá se ze snímků predikovat riziko sarkopenie a komplikací, aniž by pacient musel na jiná vyšetření (Mourtzakis, 2008; Zhuang et al, 2016; Herrod et al, 2019; Tolonen et al, 2021).

Na snímcích se na úrovni obratle L3 (viz Obrázek 8) vyhodnotí plocha kosterního svalstva (SMA) v cm^2 . Je to důležitý parametr pro celkové přežití u nádorových onemocnění, například u nemalobuněčného karcinomu plic, nádoru vaječníků, slinivky a kolorektálního karcinomu. Zahrnuje *m. psoas*, *erector spinae*, *quadratus lumborum*, *transversus abdominis*, vnitřní a vnější šikmé svaly a *rectus abdominis* (Mourtzakis, 2008; Zhuang et al, 2016; Rutten et al, 2017; Rollins et al, 2019; Looijaard et al, 2020; Tolonen et al, 2021).

Objem svalstva změřený v této oblasti vykazuje lineární souvislost s objemem svalstva na celém těle. Poměr SMA a výšky pacienta umocněné na druhou udává index kosterního svalstva (SMI) vyjádřených v cm^2/m^2 . Oba parametry jsou významné pro zhodnocení přítomnosti sarkopenie (Mourtzakis, 2008; Zhuang et al, 2016; Rutten et al, 2017; Rollins et al, 2019; Looijaard et al, 2020; Tolonen et al, 2021).

Obrázek 8 CT snímek na úrovni L3 obratle (převzato z Shi et al, 2019)

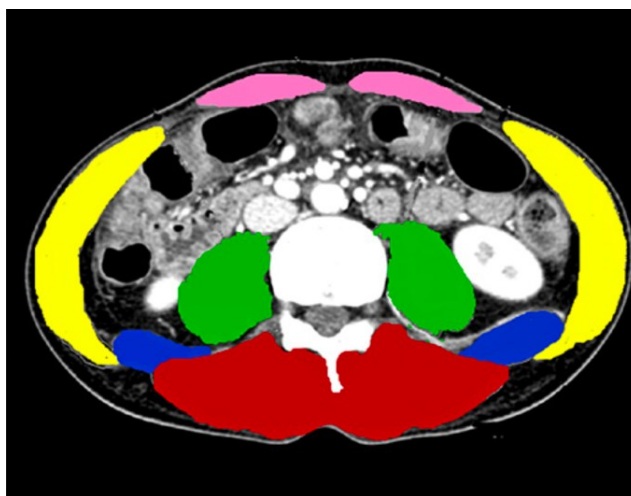
Zeleně *m. psoas*

Červeně *erector spinae*

Modře *quadratus lumborum*

Žlutě *transversus abdominis*, vnitřní
a vnější šikmé svaly

Růžově *rectus abdominis*

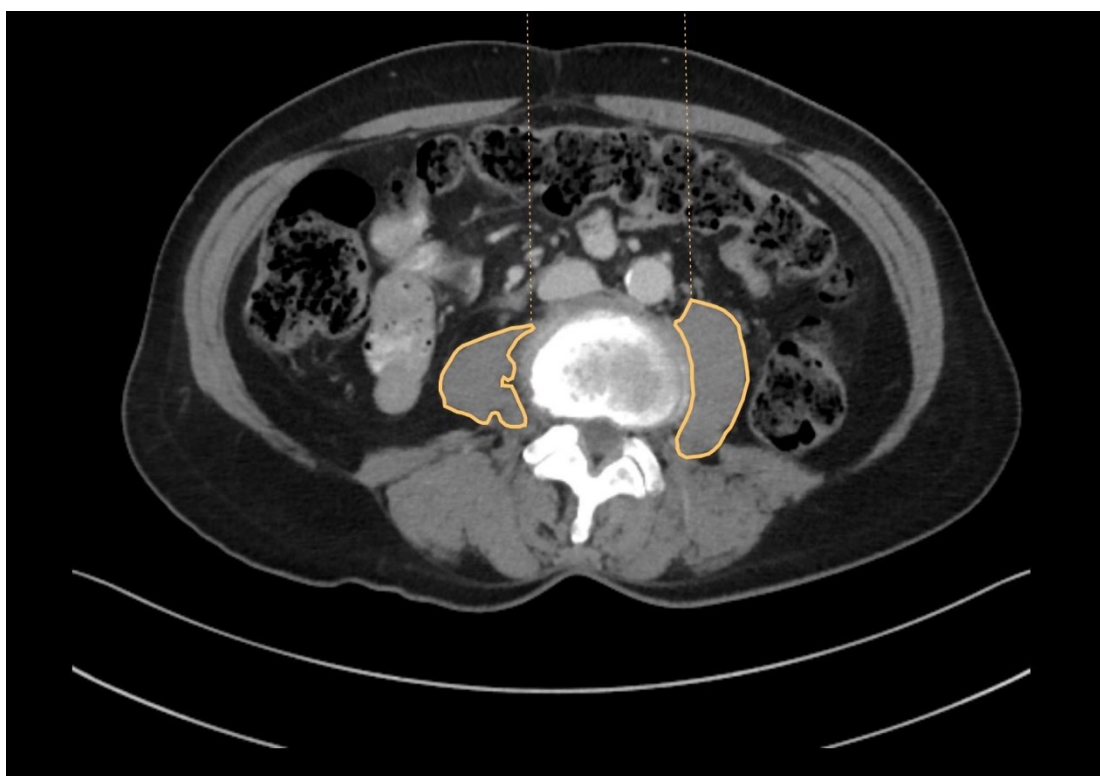


Stejně tak je na snímku obratle L3 viditelný již zmíněný bederní sval (*musculus psoas*) (viz Obrázek 9). Plní funkci flexoru kyčle, je důležitým článkem pro držení těla a mobilitu. Pravý i levý *m. psoas* zabírají přibližně 10 % celkového svalstva na trupu. Jsou velmi citlivé na degenerativní onemocnění bederní páteře (ploténky), a tak podle některých studií nemusí jeho velikost korelovat se sarkopenií (proto takové vyšetření nemají podstupovat ti, kteří mají problémy se zády, s páteří nebo jsou po zlomenině bederních obratlů). Na snímcích se měří podobně velikost jejich plochy v cm^2 (PMA) a z něj vypočítaný index (PMI) v cm^2/m^2 . Často se u nich popisuje jejich hustota v HU, někdy popisována jako metoda přesnější k hodnocení sarkopenie a myosteatózy než změření plochy *m. psoas*. Je to kvůli tomu, že tento parametr nezahrnuje pohlaví, výšku, hmotnost a protože plocha *m. psoas* se může měnit v závislosti na množství tuku v kosterním svalstvu. Je tak podle některých autorů vhodnější pro předpoklad rizik a komplikací (stupeň 3 a 4 Clavien-Dindo klasifikace – zahrnuje i anastomický únik). Velmi ojediněle se používá povrchová plocha *m. psoas*, kdy se manuálně na snímcích označí délka a šířka tohoto svalu, vynásobí se a sečtou se hodnoty pro pravý i levý sval dohromady (cm^2). Je to rychlá, ale poměrně nepřesná (zahrnuje i intramuskulární tuk,

různé výsledky od různých pozorovatelů) metoda, a tak zpravidla neslouží jako prognostický faktor (Rutten et al, 2017; Rollins et al, 2019; Herrod et al, 2019).

Jedna studie se snažila popsat celkovou tělesnou hmotu pomocí sérových markerů, a tak dala vznik novému *indexu sarkopenie* (SI) vypočtenému jako glomerulární filtrace sérového kreatininu (Scr) x cystatinu C. O sérovém kreatininu vznikajícím v ledvinách (z kreatinu a fosfokreatinu) bylo psáno již dříve. Jeho hladinu může ovlivnit vegetariánská strava, renální exkrece nebo chronické nemoci. Cystatin C je protein, který pochází ze všech jaderných buněk. Je vylučován a metabolizován v proximálních tubulárních buňkách. Takto vypočtený *sarkopenický index* ukázal větší korelaci s plochou kosterního svalstva změřenou v oblasti obratle L3 než dřívější SI (poměr Scr/CysC) (Yang et al, 2019).

Obrázek 9 CT snímek v oblasti dolní krycí lišty L3 obratle s vyznačeným pravým a levým m. psoas (Radiologická klinika Fakultní nemocnice Hradec Králové)



3.8 KOLOREKTÁLNÍ CHIRURGIE

Kolorektální chirurgie je lékařským oborem, který se jako jiné chirurgické výkony, zaměřuje na předcházení, odhalování onemocnění tlustého střeva, konečníku a jejich případné operativní řešení (Slezáková et al, 2019).

Zhoubné nádory v kolorektální oblasti patří mezi nejčastěji se vyskytující maligní diagnózy v ekonomicky vyspělých zemích. Kolorektální karcinomy jsou novotvary, které se nacházejí v tlustém střevě nebo konečníku. Z celosvětového hlediska jsou v pořadí 2.–3. příčinou úmrtí na onkologické onemocnění. V České republice byly pro rok 2020 v pořadí druhým nejčastějším nádorovým onemocněním po karcinomu prsu u ženského pohlaví, u mužského pohlaví třetím po karcinomu prostaty. Nejvíce bývá zasažena oblast rekta. Výskyt karcinomu u jedinců je dán neovlivnitelnými dědičnými faktory (familiární adenomatózní polypózy, hereditární nepolypózní karcinom), avšak existují i faktory ovlivnitelné (sporadický karcinom – celkově převažuje), které lidé mohou ovlivnit a vyvarovat se tak riziku vzniku kolorektálního karcinomu. Z pohledu pohlaví jsou častěji postiženi tímto onemocněním muži (1,5:1). Vysoký věk (mezi 65 a 80 roky života) také představuje podnět k rostoucí incidenci onemocnění, přičemž věk nejčastěji postižené skupiny pacientů se pohybuje mezi 62-77 roky (Vodička et al, 2014; Slezáková et al, 2019; Pak et al, 2020; Ihnát, 2021; Pallan et al, 2021; Lukáš et al, 2022; Foretová et al, 2022).

Významnou roli hraje stravování (velké množství, nevyvážená strava – velké množství živočišných tuků a červeného masa, málo vápníku, vlákniny, velká spotřeba alkoholu) a s tím související úprava pokrmů (pečení, grilování). Stejně tak by lidé neměli zapomenout na pravidelný pohyb pro optimální hmotnost a omezit kouření. Tyto kroky označují primární prevenci před výskytem onemocnění. Za sekundární prevenci se považuje pravidelný (po roce) test okultního krvácení u lidí nad 50 let a preventivní kolonoskopie (screening pro včasný záchyt onemocnění) s cílem snížit incidenci a zabránit vysoké mortalitě. Avšak téměř polovina případů se odhalí, když je onkologické onemocnění už v pokročilém stádiu. Osoby mladší 50 let jsou ohrožené věkově předčasným kolorektálním karcinomem, jehož výskyt narůstá, protože takové věkové skupiny nespádají do screeningového programu (Vodička et al, 2014; Mang, 2018; Slezáková et al, 2019; Ihnát, 2021; Lukáš et al, 2022).

Projevy karcinomu se liší podle konkrétního umístění v tlustém střevě nebo konečniku, ale obecně je lze shrnout jako bolesti břicha, nechutenství, úbytek hmotnosti (kachexie až anorexie), trávicí potíže (poruchy posunu obsahu střev), krvácení až chudokrevnost. Symptomy nemocný začne pociťovat přibližně až po 5 letech po vypuknutí nemoci. Velmi často má kolorektální karcinom invazivní charakter a napadá jiné tkáně. Nejčastěji se tak jeho metastázy rozšíří do okolních uzlin, přes *v. portae* do jater nebo přes žíly z pánevní oblasti do plic. Komplikace představují obstrukci střev, perforaci tumoru či střevní stěny, peritonitidu nebo vnitřní krvácení do střeva (Vodička et al, 2014; Slezáková et al, 2019; Ihnát, 2021; Lukáš et al, 2022).

3.8.1 Diagnostika

Pro přesné stanovení diagnózy by pacient měl projít fyzikálním vyšetřením – *per rectum* a rektoskopií pro makroskopický popis nádoru, endoskopickým vyšetřením (představuje kolonoskopii), laboratorními a histologickými testy, a také podstoupit vyšetření zobrazovacími technikami (CT, MR, PET/CT) (Ihnát, 2021).

3.8.1.1 Rektoskopické vyšetření a vyšetření per rectum

Klíčovým krokem je určení lokalizace tumoru zejména pomocí rektoskopie a vyšetření přes konečník. Místo tumoru se určuje podle vzdálenosti od anokutánní linie. Karcinom se považuje za rektální typ tumoru, pokud se vykytuje v rozmezí 0-15 cm od této linie. Vzdálenost 0-5 cm značí dolní, 5-10 cm střední a 10-15 cm horní lokalizaci. Ve vzdálenosti větší než 15 cm hovoříme o karcinomu tračniku (Pekařová et al, 2020; Ihnát, 2021; Pazdírek et al, 2022; Lukáš et al, 2022).

3.8.1.2 Kolonoskopie

Kolonoskopie slouží k zobrazení dutiny střev a diagnostice, screeningu, také pro odběr tkáně na biopsii či k resekčnímu výkonu. Při endoskopickém výkonu se může daná oblast barevně označit, což usnadňuje její rozpoznání při operacích. S jejím použitím pak lékaři během zákroku mohou snáze odhalit léze rekta. Existuje Pařížská endoskopická klasifikace, která hodnotí hloubku prorůstání tumoru podle vzhledu lézí. Rozděluje tak karcinomy na povrchové (typ 0) a pokročilé (typ 1-5). V případě povrchových lézí nádory

prorůstají přes *lamina propria mucosae* až do submukózy (Ihnát, 2021; Pazdírek et al, 2022; Jain et al, 2022).

3.8.1.3 Zobrazovací metody

Nejpřesnější metodou k určení postižených vrstev střeva je ultrasonografie (EUS). Sonda se pacientovi zavádí přes rektum. Její velkou výhodou je rychlost, finanční nenákladnost, opakovatelnost a postrádá ionizující záření. Nelze ji ale provádět vždy. Limity představují pokročilé a objemné nádory, neprůchodnost střev a hlubší lokalizace, a tak tato diagnostická metoda není často aplikovatelná (Ihnát, 2021; Pazdírek et al, 2022).

Výpočetní tomografie a magnetická rezonance jsou zobrazovací metody, jejichž princip fungování byl detailněji popsán již dříve. V některých případech se může na kolorektální karcinom přijít zobrazovací metodou CT jako první. Ať už tomu tak je, či ne, pacienti vyšetření CT stejně podstupují, aby se posoudilo prorůstání tumoru stěnou konečníku a výskyt druhotných ložisek. Z tohoto důvodu by onkologičtí pacienti s diagnózou rekta měli podstoupit CT břicha, hrudníku a někdy je doporučeno i snímání pánevní oblasti. Stejně tak se CT provede i po chirurgickém zákroku (v pravidelných časových intervalech), aby se zhodnotila úspěšnost operace a případné komplikace. MRI má ve srovnání s CT vyšší rozlišovací schopnosti (Souza et al, 2018; Ihnát, 2021).

Novější doplňující metoda, CT kolonoskopie (viz Obrázek 10), se provádí k vyšetření tlustého střeva a rekta (polypy, nádory, screening). Pacienti 2-3 dny před vyšetřením dodržují bezsezbytkovou dietu a užívají projímadla. Pár hodin před skenováním požijí roztok kontrastní látky pro lepší rozeznání struktur na snímcích. Před započítím vyšetření se střevo dilatuje vzduchem či oxidem uhličitým. Oproti endoskopii je pacienty lépe snášena a nejsou s ní spojeny tak časté nežádoucí účinky. Při takovém vyšetření ale není možnost odebrat histologické vzorky, pacient je vystaven radiačnímu záření a metoda má nižší rozlišovací schopnosti (Mang, 2018; Ihnát, 2021; Malíková et al, 2022).

Obrázek 10 Snímek z CT kolonoskopie (převzato z Malíková et al, 2022)



CT se v poslední době kombinuje s pozitronovou emisní tomografií (PET) u vyšších stádií nádorového onemocnění nebo v případě neurčitěho nálezu. Před snímáním pacient požije glukózu značenou radionuklidem. Nádorové buňky takto značené molekuly glukózy vychytávají a produkují více záření (Cuda et al, 2021; Ihnát, 2021; Pazdírek et al, 2022).

Neinvasivní, velmi citlivou a nejvíce používanou metodou k diagnostice karcinomu rekta je magnetická rezonance. Díky vysoké rozlišovací schopnosti se dá určit, ze snímků pánve, do jakých vrstev tumor invadoval, zda metastazoval do lymfatických

uzlin, a jestli prorostl do cév. Snímky z MRI se posuzují i z hlediska odpovědi na neoadjuvantní léčbu, přičemž dobrou zprávou je nález oblasti s nižší intenzitou signálu (Horvat et al, 2019; Ihnát, 2021; Pazdírek et al, 2022).

3.8.1.4 Testy laboratorní

Z krevních testů se hodnotí hladiny nádorových markerů. Tumorózní buňky produkují antigeny, které uvolňují do běhu. Jedná se především o karcinoembryonální antigen (CEA) a CA 19-9. Jejich hladiny se kontrolují průběžně v čase pro včasné detekování rekurence, šíření a zhodnocení odpovědi na terapii (Ihnát, 2021; Desai, Guddati, 2023).

3.8.2 Klasifikace nádorů rekta

Rektální tumor je klasifikován z několika hledisek, které se nyní popíšeme (Vodička et al, 2014; Ihnát, 2021).

- Makroskopické posouzení – je dobré zejména pro velikost, tvar nádoru a klasifikování lézí.
- Histologie (*typing*) – k určení typu buněk (nejčastěji adenokarcinomy).
- *Grading* – popisuje stupeň diferenciac buněk nádorové tkáně a jejich agresivní povahu. Existují 4 stupně (G1-G4), přičemž platí čím vyšší stupeň, tím menší diferenciac.
- Stádium onkologického onemocnění (*staging*) – podle něj je sestaven terapeutický plán (Vodička et al, 2014; Ihnát, 2021).

Staging je dále klasifikován podle kritérií Dukesovy klasifikace (viz Tabulka 1) a mezinárodní TNM klasifikace (viz Tabulka 2 a 3). Dnes se používá spíše TNM klasifikace, Dukesova klasifikace je zastaralá. TNM klasifikaci lze použít v různých fázích vyšetření a terapie pacienta (Bureš et al, 2014; Ihnát, 2021; Union For International Cancer Control, 2023).

- cTNM (klinická) – předoperační, slouží pro určení strategie a hodnocení léčby, podle získaných poznatků o nálezu před zahájením léčby

- pTNM (patologická) – po chirurgickém zákroku, pro zahájení podpůrné terapie v případě potřeby
- γ TNM – po podpůrné léčbě
- rTNM – popisuje rekurenci (Ihnát, 2021; Union For International Cancer Control, 2023).

Tabulka 1 Dukesova klasifikace rektálních tumorů (převzato z Ihnát, 2021)

Dukes A	Tumor ohraničený stěnou střeva
Dukes B1	Tumor prorůstá přes svalovou vrstvu, ale ne mimo střevo
Dukes B2	Tumor proniká přes stěnu střeva do okolí, bez postižení lymfatických uzlin
Dukes C1	Zasažení perikolických lymfatických uzlin
Dukes C2	Zasažení perivaskulárních uzlin
Dukes D	Metastázy vzdálené

Tabulka 2 TNM klasifikace (převzato a upraveno z Union For International Cancer Control, 2023)

TX	Nehodnotitelný tumor
T0	Bez známek tumoru
Tis	Tumor <i>in situ</i> (zasahuje pouze do <i>lamina propria mucosae</i>)
T1	Tumor prorůstá do submukózy
T2	Tumor prorůstá do <i>tunica muscularis propria</i>
T3	Tumor zasahuje do subserózy nebo neperitonealizované perirektální tkáň
T4	Tumor invaduje do jiných tkání (T4a) nebo orgánů (T4b)

NX	Nehodnotitelné regionální lymfatické uzliny
N0	Regionální mízní uzliny nejsou zasažené
N1	Postižená 1 mízní uzlina (N1a), 2-3 mízní uzliny (N1b), depozita tumoru (N1c)
N2	Zasažené 4-6 mízních uzlin (N2a), postižených 7 a více uzlin (N2b)
M0	Tumor bez vzdálených metastáz
M1	Výskyt vzdálených metastáz v 1 orgánu (M1a), ve více orgánech (M1b), metastázy v peritoneu (M1c)

Tabulka 3 Určení stádií karcinomu rekta podle TNM klasifikace (převzato a upraveno z Union For International Cancer Control, 2023)

Stádium 0	Tis	N0	M0
Stádium I	T1, T2	N0	M0
Stádium II	T3, T4	N0	M0
Stádium IIA/ IIB/ IIC	T3/ T4a/ T4b		
Stádium III	T	N1, N2	M0
Stádium IIIA	T1, T2/ T1	N1/ N2a	
Stádium IIIB	T1, T2/ T2, T3/ T3, T4a	N2b/ N2a/ N1	
Stádium IIIC	T3, T4a/ T4a/ T4b	N2b/ N2a/ N1, N2	
Stádium IV	T	N	M1
Stádium IVA			M1a
Stádium IVB			M1b
Stádium IVC			M1c

3.8.3 Terapeutické možnosti

Na terapii onkologických pacientů s diagnózou rektálního tumoru se podílí lékaři z různých oborů. Pro pacienty se tak hledají možnosti léčby, které zahrnují chirurgické odstranění (otevřená, laparoskopická, robotická operace), terapii ozařováním (radioterapie) nebo celkovou onkologickou léčbu (chemoterapie, biologická léčiva) (Ihnát, 2021; Pazdírek et al, 2022).

Před stanovením individuálního terapeutického plánu je velmi důležité zhodnotit celkový stav pacienta (i stav nutrice). K chirurgickému výkonu se pojí především pětistupňová (někdy se udává v šesti stupních) ASA klasifikace (viz Tabulka 4), na jejímž základě se určí závažnost onemocnění, omezení výkonu a rizika pro anestezii. Platí, čím vyšší stupeň podle ASA klasifikace, tím vyšší pravděpodobnost výskytu rizik (Ihnát, 2021; Doyle et al, 2022; Web C: American Society of Anesthesiologist).

Tabulka 4 ASA klasifikace (převzato a upraveno z Ihnát, 2021 a Web C: American Society of Anesthesiologist)

ASA I	Zdravý pacient (nekouří, optimální BMI)	Běžné riziko
ASA II	Pacient s lehkým až středně závažným systémovým onemocněním (astma bez exacerbace, těhotenství, kuřáci, kontrolovaný DM)	Mírné riziko
ASA III	Pacient s vážným systémovým onemocněním (malnutrice, metabolické poruchy, svalová dystrofie)	Střední riziko
ASA IV	Pacient se závažným onemocněním, které ohrožuje jeho život (městnavé srdeční selhání, nestabilní <i>angina pectoris</i> , respirační potíže)	Vysoké riziko
ASA V	Pacient s malou šancí na přežití	Velmi vysoké riziko
ASA VI	Mozková smrt pacienta (dárce orgánů)	

Jako primární řešení kolorektálního karcinomu je chirurgická resekce tumoru, popřípadě dané oblasti střeva či konečníku. U nádorů, které jsou veliké do 3 cm, nemetastazovaly do lymfatických uzlin a nehrozí u nich hematogenní šíření, je možné provést jejich lokální vyříznutí. Chirurgické odstranění nádoru se může provést několika způsoby – přes anální vstup nebo přes dutinu břišní. Karcinomy, u kterých nelze aplikovat metodu lokální excize a nemají druhotná ložiska, se odstraňují radikální resekcí. Podle radikalitity se výsledky chirurgického zákroku hodnotí do tří stupňů. R0 značí žádný reziduální tumor (je to tedy nejlepší výsledek), R1 charakterizuje mikroskopicky reziduální tumor a R2 jak mikroskopicky, tak i makroskopicky reziduální tumor (v tomto případě je doporučena paliativní léčba). Pacienti jsou poučeni a před zákrokem požijí laxativní roztoky k pročištění střev. Jako prevence před zanesením infekce do organismu při zákroku bývají indikována širokospektrá antibiotika (Vodička et al, 2014; Looijaard et al, 2019; Ihnát, 2021; Pallan et al, 2021; Pazdírek et al, 2022; Union For International Cancer Control, 2023).

3.8.3.1 Metody resekce

- Regionální resekce (viz Obrázek 11)

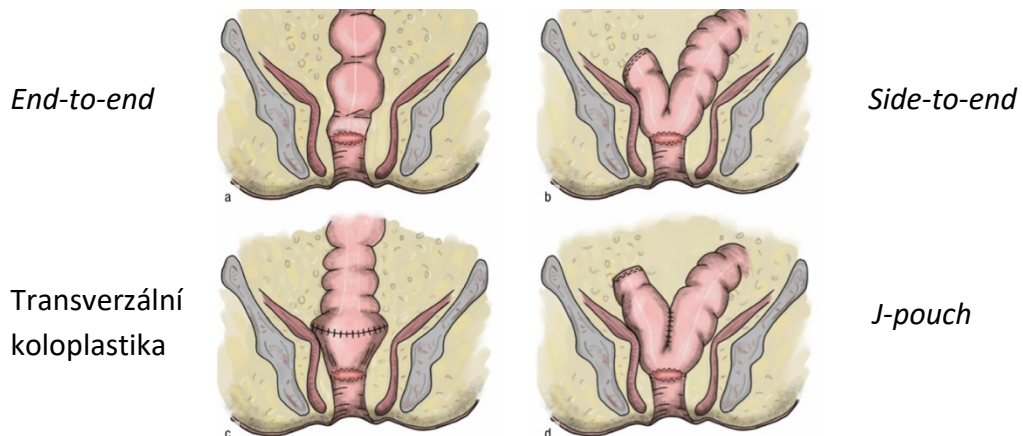
Principem je odstranění postiženého úseku střeva a vytvoření spoje. Gastrointestinální anastomóza je chirurgicky vytvořené spojení zbylého proximálního a distálního úseku střeva. Na snímcích zobrazovacích technik potom budou vidět kovové svorky a malý sestup orgánů do prostoru vzniklého po resekci (Pallan et al, 2021).

Obrázek 11 Resekce segmentu střeva (převzato z Pallan et al, 2021)



Anastomózu lze vytvořit čtyřmi způsoby (viz Obrázek 12). Prvním způsobem je přímé spojení (*straight, end-to-end*). Dalším typem je spojení strany a konce (*side-to-end*). Výsledkem je slepě končící pahýl střeva, od kterého se pár centimetrů směrem k rektu vytvoří spojení. *Side-to-end* spojení má lepší prokrvení, než je u prvního typu. Kolický *J-pouch* je třetím způsobem vytvoření anastomózy. Vzniká jakýsi rezervoár, který vypadá podobně jako u *side-to-end* spojení. Jeho vytvoření je náročnější a pro pacienty představuje častou potřebu laxativ. Posledním typem je spojení *end-to-end* anastomóza s transverzální koloplastikou. Plní také funkci rezervoáru, anastomóza je provedená podobně jako u *J-pouchu*. Navíc je proveden podélný řez na stěvě, který se sešije napříč stěnou střeva (Ihnát, 2021).

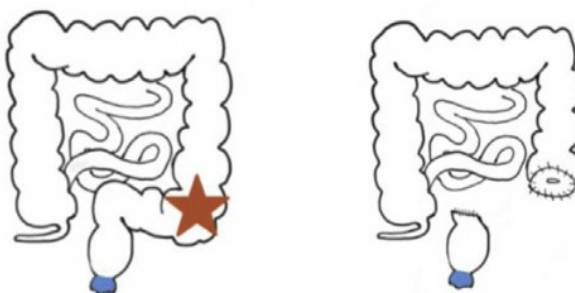
Obrázek 12 Kolorektální anastomózy (převzato z Ihnát, 2021)



- Hartmannova operace (viz Obrázek 13)

Protože anastomóza představuje určité riziko pooperačních komplikací a pro urgentní případy není vhodná, postupuje se podle Hartmannova postupu. Výsledkem je kolonostomie a slepě uzavřený zbylý distální pahýl. Z důvodu vytvoření stomie by se tento postup měl zvažovat, zda je pro pacienta vhodný a nelze ho nahradit jiným postupem (Horesh et al, 2017; Pallan et al, 2021).

Obrázek 13 Výsledek Hartmannova postupu (převzato z Pallan et al, 2021)



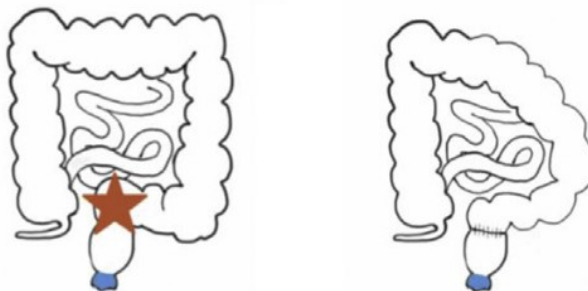
- Přední resekce (viz Obrázek 15)

Mezorektální fascie pokrývá celý povrch nízkého úseku rektu. Podle lokalizace nádorů se provede buď jako totální mezorektální excize (lokalizace nízko) nebo částečná (lokalizace výš). Jestliže je tumor vzdálený od hranice análu více jak 5 cm, provádí se nízká přední resekce (LAR). U této metody je důležité vytvoření anastomózy. Podle potřebného typu anastomózy se volí ze dvou postupů. Pokud je po resekci střeva zbývající pahýl dost velký, volí se primárně metoda Staplerové anastomózy. Pahýl se uzavře na obou částech cirkulárním staplerem (viz Obrázek 14) (tzv. tabákový steh). Druhou metodou je mechanicky (ručně) ušitá anastomóza, a to v případech krátkého pahýlu nebo intersfinkterické resekce (koloanální anastomóza). Po vysoké přední resekci je anastomóza vytvořená mezi levým tračníkem a rektem. Novější metodou je transanální totální mezorektální excize (TaTME), která kombinuje transanální a transabdominální přístup (Ihnát, 2021; Pallan et al, 2021).

Obrázek 14 Cirkulární stapler (převzato z <http://www.topclassmedical.cz/cirkularni-stapler/>)

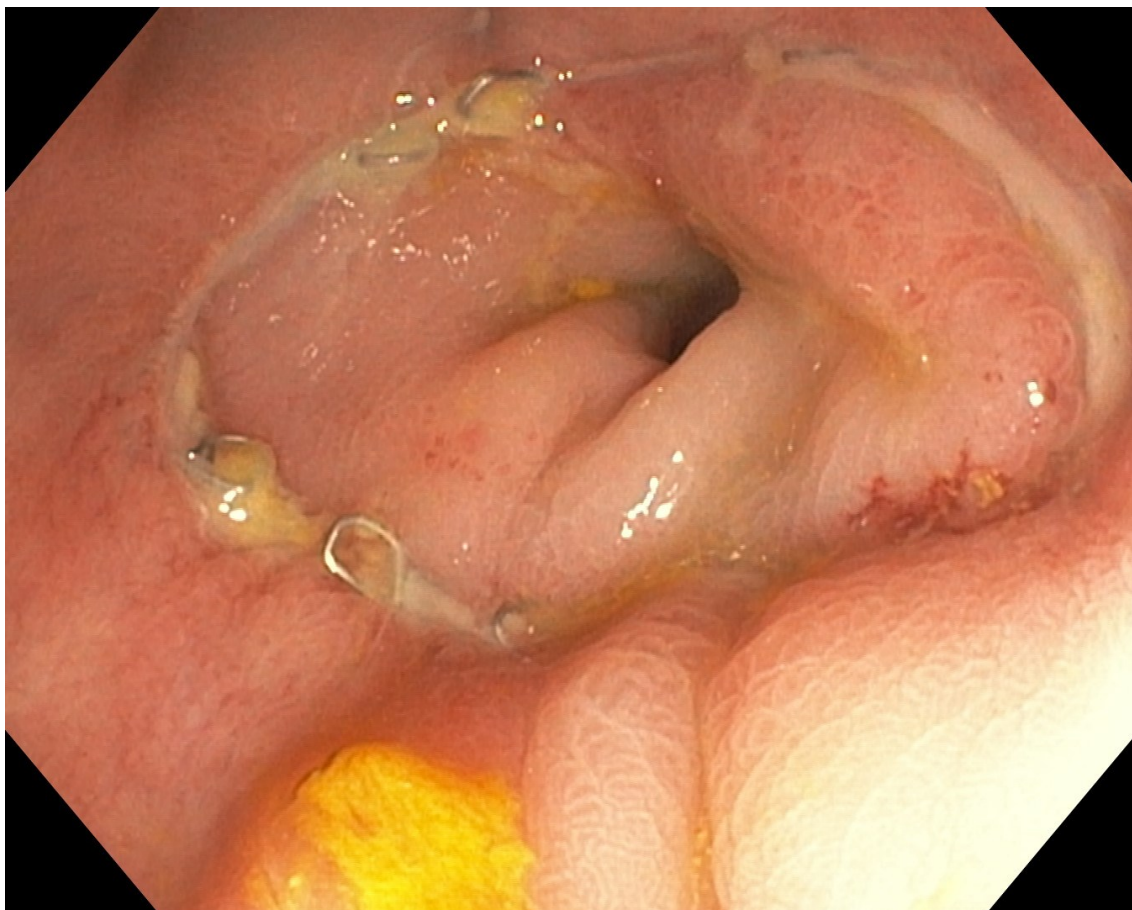


Obrázek 15 End-to-end vzniklá anastomóza po přední resekci (převzato z Pallan et al, 2021)



Obrázek 16 poskytuje pohled na zhojenou anastomózu, kterou vytvořili chirurgové ve Fakultní nemocnici Hradec Králové.

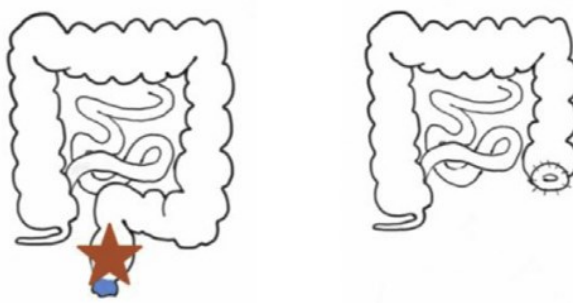
Obrázek 16 Zhojená anastomóza – snímek z pooperační endoskopie (Chirurgická klinika Fakultní nemocnice Hradec Králové)



- Abdominoperineální resekce (viz. Obrázek 17)

Touto metodou jsou odstraňovány tumory, které napadly oblast rektu a análních svěračů. Výsledkem je vytvoření terminální kolostomie se současným odstraněním rektu a análního kanálu. Pokud nádor zasáhl svaly pánevního dna (*m. levator ani*) a je potřeba jejich radikální resekce, označuje se jako extralevátorová abdominoperineální excize (ELAPE) (Kala et al, 2017; Pallan et al, 2021).

Obrázek 17 Resekce análního kanálu a rektu s vytvořením stomie (převzato z Pallan et al, 2021)



- Transanální endoskopická mikrochirurgie (TEMS) a transanální minimálně invazivní chirurgie (TAMIS)

TEMS je přístup, kdy je rektoskopem odstraněna léze na rektu. Používá se tedy převážně u brzy objevených tumorů. TAMIS je méně finančně náročný. Jedná se o laparoskopický přístup a je lépe dostupný. Jejich výhodou je zachování anatomického uspořádání, popřípadě se může objevit ztenčení střešní stěny. Pacienti jsou po operaci schopni se normálně stravovat a jsou brzy propuštěni z nemocnice (Pallan et al, 2021; Web D: Basingstoke Colorectal).

Chirurgické postupy mohou být doplněny o radioterapii, systémovou léčbu nebo jejich kombinaci. Před operací se označují jako neoadjuvantní terapie. Jejím cílem je zmenšení velikosti nádoru, což pak usnadní jeho odstranění během operace. Po zákroku hovoříme o adjuvantní terapii pro minimalizaci rizika recidivy. U nádorů rektu se používají cytostatika jako 5-fluorouracil, kapecitabin, leukovorin a oxaliplatin (Slezáková et al, 2019; Looijaard et al, 2019; Ihnát, 2021; Pazdírek et al, 2022).

Po chirurgickém zákroku jsou pacienti dispenzarizováni, pravidelně podstupují kolonoskopická vyšetření a jsou jim sledovány hladiny tumorových markerů (Slezáková et al, 2019).

3.9 POOPERAČNÍ KOMPLIKACE KOLOREKTÁLNÍ CHIRURGIE

Zdravotnictví prošlo určitým pokrokem, technologie jsou vylepšené, přesto jsou chirurgické postupy v kolorektální chirurgii spojené s komplikacemi, které mohou vést až k morbiditě pacienta. Proto, za účelem co nejvíce snížit úmrtnost, je důležité včas tyto komplikace odhalit. Protože se v některých případech hraje o čas, jsou k tomu zapotřebí zobrazovací metody, které pracují rychle. Používají se techniky již zmíněné, počítačová tomografie, magnetická rezonance a ultrazvuk (Zawadzki et al, 2019; Pallan et al, 2021).

K určení závažnosti chirurgických komplikací byla roku 2004 zavedena Clavien-Dindo klasifikace (viz Tabulka 5). Na jejím podkladě se odráží kvalita práce v chirurgii (Pekařová et al, 2020).

Tabulka 5 Clavien-Dindo klasifikace závažnosti chirurgických komplikací (převzato a upraveno z Wildmar et al, 2021)

Stupeň	Definice
I	Jakákoliv odchylka od normálního pooperačního průběhu bez léčiv, chirurgické, endoskopické nebo radiologické intervence (mezi povolenými léky jsou antiemetika, analgetika, diuretika nebo fyzioterapie)
II	Stav vyžadující použití jiných léčiv, krevní transfúze, parenterální nutriční
III IIIa/ IIIb	Stav vyžadující chirurgické, endoskopické nebo radiologické intervence Základní provedení bez celkové anestezie/ s celkovou anestezí
IV IVa/ IVb	Život ohrožující komplikace vyžadující péči na JIP (CNS komplikace) Selhávání jednoho orgánu/ multiorgánové selhání
V	Smrt pacienta

Zde si uvedeme výčet pár typických komplikací pro kolorektální chirurgii.

- Anastomický *leak*, dehiscence (únik, porucha hojení)

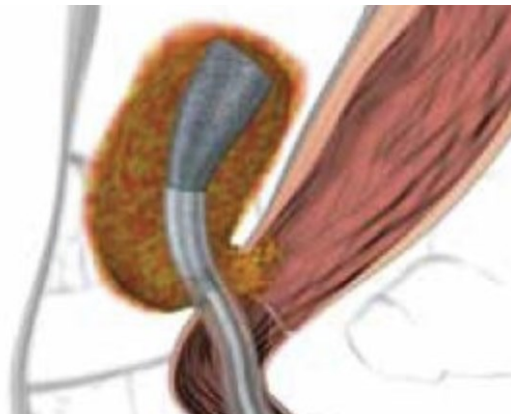
Zásadní a závažnou komplikací s výskytem mezi 8 % až 15 % je *leak* z kolorektální anastomózy. Podle ISREC zní jeho definice jako defekt v integritě střevní stěny v místě kolorektální anastomózy, což vede k vzájemnému spojení intraluminálních úseků s extraluminálními. Mezi projevy patří tachykardie, tachypnoe a citlivost v abdominální oblasti s neustupujícím nafouklým břichem, což může vyústit až v celkovou sepsi. K diagnostice se používá CT technologie s využitím intravenózních i orálních kontrastních látek (Jasarovic et al, 2020; Pallan et al, 2021).

Na základě nutnosti terapeutického řešení podle závažnosti klinického stavu *leaku* se rozpoznávají tři stupně. Stupeň A je označení pro klinicky němý defekt anastomózy, který nevyžaduje žádnou léčbu. Stupeň B značí již klinicky manifestní komplikaci, kterou lze řešit neoperačně (antibiotika, parenterální výživa, *Endo-SPONGE*). *Endo-SPONGE* (viz Obrázek 18) je systém, který se skládá z houbičky (polyuretanová, zavede se do dutiny, kam uniká materiál z anastomózy) a hadiček. Působením podtlaku v hadičkách se infekční materiál transportuje pryč z těla a zároveň se smršťuje plocha vytvořené anastomózy (viz Obrázek 19). Použití systému *Endo-SPONGE* podporuje granulaci tkáně. Poslední stupeň C vyžaduje operační řešení. Podle doby nástupu lze *leak* popsat jako časný (do 30 dní po operaci) a pozdní (Pallan et al, 2021; Ihnát, 2021; Web E: Braunoviny).

Obrázek 18 Systém *Endo-SPONGE* (převzato z <https://www.bbraun.cz/cs/products/b0/endo-sponge.html>)



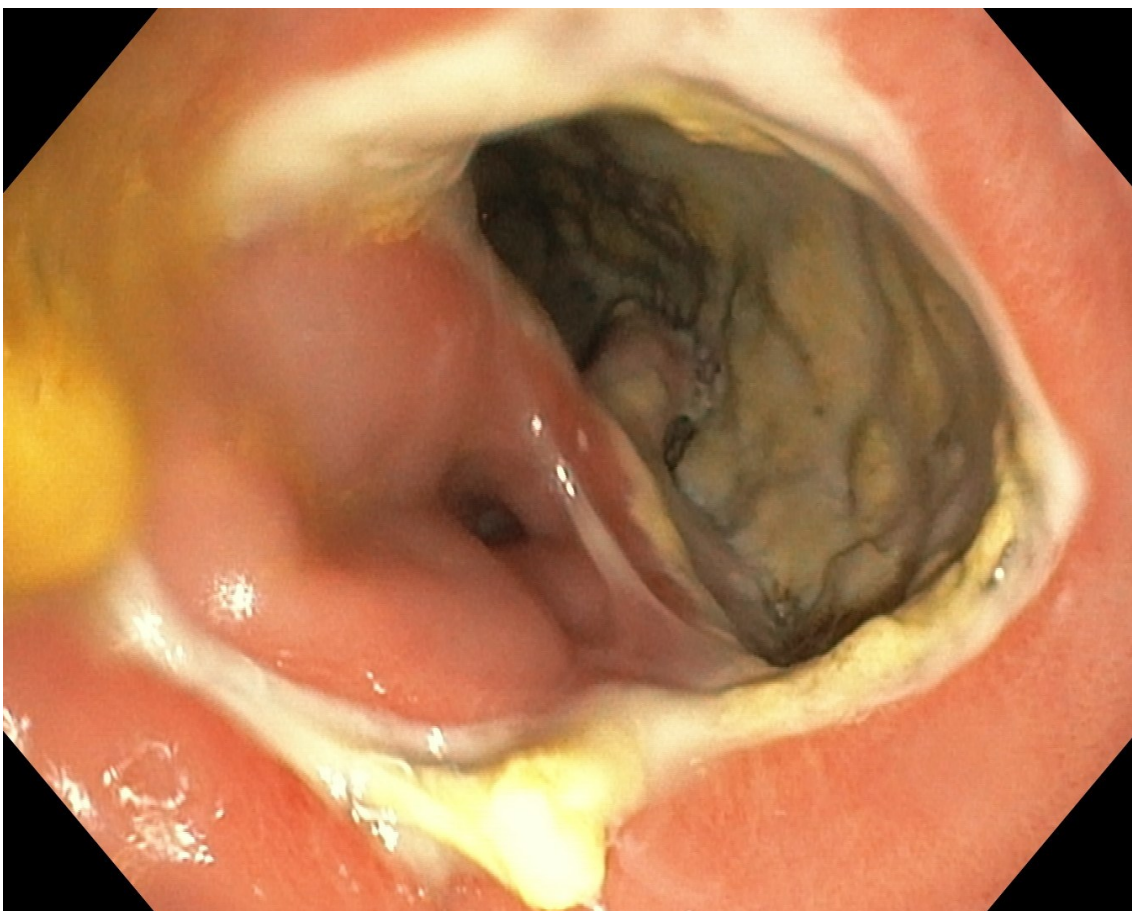
Obrázek 19 Systém Endo-SPONGE po zavedení do místa prosakování z anastomózy (převzato z <https://www.braunoviny.cz/podtlakova-terapie-anastomotickeho-leaku-po-resekcii-konecniku>)



Rizikovým faktorem pro vznik *leaku* je výška, ve které je anastomóza provedena, s tím, že čím níž, tím větší četnost úniku. Dále je to mužské pohlaví nebo *diabetes mellitus*. Jejím vlivem může pacienta postihnout peritonitida nebo absces v pánevní oblasti a představuje riziko lokální recidivy nádoru. Snížit závažnost a riziko vzniku *leaku* lze dvěma způsoby. Protektivním založením stomie a transanální pertubací anastomózy (vyšetření průchodnosti). Jako další rizikové faktory se uvádí kouření, vysoké BMI, užívání kortikosteroidů nebo krevní ztráty (Pak et al, 2020; Pallan et al, 2021; Ihnát, 2021).

Obrázek 20 ukazuje pohled na dehiscenci anastomózy u pacienta Fakultní nemocnice Hradec Králové.

Obrázek 20 Dehiscence anastomózy – snímek z pooperační endoskopie (Chirurgická klinika Fakultní nemocnice Hradec Králové)



Pro správné hojení anastomózy nesmí být místo spoje napnuté a musí být dostatečně prokrvené. Nedostatečné zásobení střev krví tak může komplikovat zhojení anastomózy. Ke kontrole slouží fluorescenční angiografie s použitím fluorescenčního barviva ICG. Jedná se o ve vodě rozpustnou sloučeninu, která po absorpci světla v infračervené oblasti fluoreskuje. Barvivo je vpraveno do těla intravenózní cestou během chirurgického výkonu – ještě tedy před dokončením anastomózy. V těle se váže na plazmatické bílkoviny a poté je z těla vyloučeno žlučí. Jako zdroj ultrafialového světla se používá Woodova lampa. Na snímcích po aplikaci ICG barviva se hodnotí, zda se linie plánované resekce vyskytuje v oblasti fyziologické perfúze. Pokud ano, provede se v těchto místech resekce a vytvoří anastomóza. Jestliže se ale tato linie na snímcích objeví v místech, kde perfúze je nedostatečná, musí se linie transekce posunout. Další možností, jak zjistit správné zásobení střeva kyslíkem je pomocí pulzního oxymetru (Páral, 2012; Ogino et al, 2019; Pak et al, 2020; Ihnát, 2021).

- Píštěl (*fistula*)

Píštěl není tolik častá v kolorektální chirurgii, přesto její výskyt komplikuje pooperační stav pacienta. Jedná se o patologický stav, kdy vlivem chronického zánětu dojde k propojení dvou sousedních tkání. Příkladem může být enterokutánní, kolokutánní nebo rektovaginální píštěl, která může nastat jako následek rizikových faktorů (delší operační doba, velké ztráty krve) (Zheng et al, 2017; Pallan et al, 2021).

- Stenóza anastomózy

Častou (výskyt v 3-30 % případů) komplikací je stenóza anastomického místa. Projevuje se obstrukcí části střeva. Rizikové vlivy má ischemie, únik z anastomózy a radioterapie. Ke zhodnocení závažnosti stenózy se používá endoskopie, i když ta ve všech případech nestačí, a tak napomáhají jiné zobrazovací techniky (CT s kontrastní látkou, CT kolonoskopie) (Pallan et al, 2021).

- Krvácení a trombotické stavy

Malou část pacientů po resekcích postihne krvácení z vytvořené anastomózy. Řeší se konzervativním přístupem (transfúze), endoskopicky nebo reoperací. Krvácení se objevuje i v jiných místech. Při poranění sleziny během resekce v levé straně tračníku, v jiných rekurentních případech dochází ke krvácení z žil (horní mesenterická žíla). Komplikací může být i trombóza cév způsobená nešetrnou manipulací s nimi. Na vznik trombu má vliv trvání operace. Pro zobrazení je využívána technika kontrastního CT (intravenózní podání) (Manigrasso et al, 2019; Pallan et al, 2021).

- Paralýza střev

Střevní obstrukce je poměrně častá. Projevuje se jako nevolnost, zvracení, bolesti břicha a zácpa. Do jisté míry se s ní dá po operaci počítat, ale díky CT se dá rozeznat od neprůchodnosti střeva. Orální kontrastní látky lze podat, pokud pacient nezvrací, jinak se aplikují intravenózně. Na snímcích je vidět jako rozšířené části tenkého střeva. Příčinou obstrukcí bývají adheze, které vzniknou po poranění pobřišnice. Dalším rizikovým faktorem je také mužské pohlaví, delší doba operace, ale i otevřené operace (Pak et al, 2020; Pallan et al, 2021).

- *Ileus*

V 10-20 % případů se po resekci objeví dočasný stav neprůchodnosti střev (po anestézii), který není způsobený mechanickou překážkou v traktu. Pokud tento stav přetrvává více jak 6 dní po operaci, považuje se za nefyziologický. Rizikové faktory pro vznik jsou vyšší BMI, kouření nebo krevní ztráty nebo zalomená střevní klička. Na snímcích z CT nejsou zobrazena dilatovaná místa střeva oproti intestinálnímu obstrukčnímu stavu (Toh et al, 2016; Pak et al, 2020; Pallan et al, 2021).

- Kýla (*hernia*)

Kýla po kolorektální chirurgii je jev, kdy dojde k vyklenutí kýlního vaku (obsahuje vnitřnosti) tvořeného z pobřišnice skrz ztenčenou břišní stěnu. Část střeva, která vyčnívá mimo dutinu, nemusí být správně zásobena krví a hrozí ischemie nebo obstrukce. Rizikovými faktory k výskytu kýly jsou chirurgické komplikace a vytvoření stomie, BMI, kvalita tkáně a dehiscence rány (Toh et al, 2016; Pallan et al, 2021).

- Infekce

V kolorektální chirurgii jsou infekce až čtyřikrát častější než u jiných operací v abdominální oblasti. Důvodem je, že oblast střev a konečníku je už fyziologicky osídlena mikroorganismy a jejich možným přemnožením dochází k rozvoji infekce (*Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, enterokoky, streptokoky, stafylokoky). Riziko mohou představovat také pokročilý věk, komplikace během operace, čistota rány, *diabetes mellitus*, užívání kortikosteroidů nebo chemoterapie. Jako prevence se doporučuje mechanická příprava střeva (MBP) před operací. Zahrnuje především použití klystýrů nebo projímadel. Druhým možným protektivním přístupem je antibiotická profylaxe (Pak et al, 2020; Zhang et al, 2020).

- Poranění močového traktu

K poškození močového traktu dochází ojediněle, souvisí spíše s vyššími stádii nádoru a radioterapií (vyvolá fibrotizaci močového měchýře). Během operace se poranění močovodu a močového měchýře téměř nepoznává, takže až symptomy (hematurie, únik moči, bolest) upozorní na možné problémy. Únik z močového ústrojí lze pozorovat na snímcích z CT po podání kontrastní látky. Stejně tak může dojít

k porušení inervace zodpovědné za kontinenci, a tím vzniká inkontinence (Pallan et al, 2021; Ihnát, 2021).

- Plicní komplikace

Velmi častou komplikací zasahující plíce je pneumonie (zápal plic). Dále se také vyskytují případy plicní embolie. K předcházení těchto komplikací přispívá časná mobilizace a omezení nasogastrických sond (přestože slouží jako prevence aspirace). Podle jedné studie během pandemie COVID-19, pacienti s tímto onemocněním trpěli na plicní komplikace často a v takové populaci byla zaznamenána i zvýšená mortalita (Jurt et al, 2018; Pallan et al, 2021).

- Stomie

V kolorektální chirurgii znamenají stomie vyústění střeva na povrch těla. Jejich označení (kolostomie, ileostomie) se odvíjí od toho, jaká část střeva je vyvedená na povrch těla. Pro pacienta to představuje velký dopad na jeho kvalitu života, který obnáší možné komplikace (záněty, infekce, kýly), zvýšenou morbiditu a nárůst finančních nákladů na léčbu (pomůcky, komplikace). Při jejich málo časté výměně a špatné hygieně se může v okolí podráždit kůže (dermatitida) v okolí vývodu a vést k rozvoji infekcí (Jochum et al, 2019; Ihnát, 2021; Pallan et al, 2021; Web F: Bladder&Bowel Community).

3.9.1 Riziko komplikací v souvislosti s celkovým stavem pacienta

Ke zlepšení kvality pacientova života po chirurgické resekcii střeva a konečniku přispívá strategie, kdy se před operací hodnotí operační rizika. Na základě toho se stanoví vhodný a účinný terapeutický plán, díky kterému se sníží riziko komplikací a úmrtí, zkrátí se pobyt v nemocnici a sníží náklady na zdravotní péči (Shi et al, 2019).

Za zmínku stojí předoperační soubor mnoha opatření ERAS, které po operaci mají pacientovi ulehčit a urychlit návrat ke správným fyziologickým funkcím. Provádí se za účelem snížení výskytu komplikací a zkrácení pobytu v nemocnici. Spadá zejména do kompetence anesteziologů a chirurgů. Zahrnuje edukaci pacienta o průběhu výkonu, jeho následcích a snahu uvést pacienta do psychického klidu (stresem se produkuje více glukokortikoidů, které komplikují hojení). Dalším krokem je připravit pacienta na zákrok (antikoagulační léčba, antibiotika, přestat kouřit, omezit alkohol). Dále vymezuje

prehabilitaci a nutriční podporu pacienta. Popisuje i zásady, které se mají dodržovat během operace (udržování tělesné teploty, méně invazivní přístup) a v pooperačním období (perorální strava, mobilizace – čím dřívější, tím lepší) (Adamová, 2019; Ihnát, 2021).

3.9.1.1 Význam prehabilitace

Prehabilitace představuje různé kroky a postupy, jak připravit tělo na nadcházející zásah do organismu. Cílem je zlepšit funkční kapacitu (fyzické schopnosti) těla před operací a usnadnit následné zotavování. Přestože se po operacích nevyskytnou žádné komplikace, po chirurgickém výkonu se sníží funkční i fyziologické schopnosti. Pacienti pociťují větší únavu, svalovou slabost a neschopnost se pořádně soustředit. Jako nejnáchylnější se jeví starší pacienti, ti s omezenými zásobami proteinů a ti, kteří navíc k operaci podstupovali chemoterapie a radiologickou léčbu. Stav operovaného člověka a výskyt komplikací může být tedy dosti závislý na předoperačním stavu (Mayo et al, 2011; West et al, 2019).

Pacienti mohou před operací dostat k vyplnění dotazník ke zhodnocení kvality života, dále dotazník na zhodnocení zdraví jako takového, vyjádří i názor na svou fyzickou zdatnost a z nemocniční škály deprese a úzkosti (HADS) se odhadne přítomnost deprese a jiných psychických potíží (Mayo et al, 2011; Hijazi et al, 2017).

Program má dvě fáze. V první, prehabilitační fázi pacienti podstupují testy chůze (2 minuty nebo 6 minut). V druhé fázi, po operaci, se sledují vlivy změn schopností před operací na rekonvalescenci (Mayo et al, 2011; West et al, 2019; Heger et al, 2019).

Z dřívějších poznatků se ukázala přínosnější pro obnovení funkcí a schopností předoperační trénování chůze a dechová cvičení oproti cvičením na rotopedu a silovým tréninkům. Pacienti, kteří jsou zařazení do prehabilitačních programů jsou pravidelně před operací kontrolovány, zda je dodržují. Avšak ne vždy mají všichni vůli celý program zvládnout do konce. Výsledkem jsou zlepšené funkční schopnosti chůze (které se po operaci rychleji navrátí) společně i s podpořením duševního zdraví (Mayo et al, 2011; Heger et al, 2019).

3.9.1.2 Nutriční stav jedince a sarkopenie jako komplikace

Aby se předcházelo rizikům, následným komplikacím a bezproblémové rekonvalescenci, je také důležité, aby pacient byl správně vyživen. K tomu má dopomáhat především vhodná nutriční terapie v předoperačním období, která následuje i po operaci. Důležité jsou dříve zmíněné proteiny (arginin pro správnou funkci lymfocytů), vitamín D a další doplňky stravy (zinek, selen, vitamín C, E). Pro podporu chuti u starších pacientů bez apetitu lze použít například megestrol acetát nebo ghrelin. K předpovědi prognózy u pokročilého nádorového onemocnění se mohou použít nutriční indexy jako krevní testy (ty ale mohou vykazovat různé výsledky v závislosti na podávaných antibioticích či substituční terapii) nebo měření objemu kosterního svalstva (*psaos muscle mass*) pomocí CT zobrazovací techniky. Prognostický nutriční index (prediktor malnutrice) zahrnuje hladinu sérového albuminu a celkový počet lymfocytů. Ke stanovení nutričního rizika se používají malnutriční dotazníky, o kterých bylo psáno již dříve, včetně NRS-2002. Na základě výsledků se může operace odložit. Prokázalo se, že správnými kroky k podpoření nutričního stavu pacienta se zlepšují pooperační výsledky a klesá riziko rozvoje infekce v místě chirurgického zákroku (Nagata et al, 2016; Endo et al, 2017; Tournadre et al, 2018; West et al, 2019; Adamová, 2019; Tuncer et al, 2021).

Jak již bylo zmíněno výše, malnutrice se sarkopenií představují komplikace. Vedou ke zvýšené morbiditě, protože tělesný imunitní systém je oslabený. V případě úrazů a operací se pacientům nemusí správně hojit rány a mají vliv také na rekonvalescenci. Stejně tak je sarkopenie považována za prediktor špatných pooperačních výsledků a mortality (respektive přežití). Velký význam nesou právě v kolorektální chirurgii (Curtis et al, 2016; Nakanishi et al, 2017; Meyer, Valentini, 2019; West et al, 2019).

4. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

4.1 Metodická část

Jak je uvedeno výše, cílem práce bylo také zhodnotit vztah mezi objemem trupového svalstva a pooperačními komplikacemi.

4.1.1 Použitý materiál

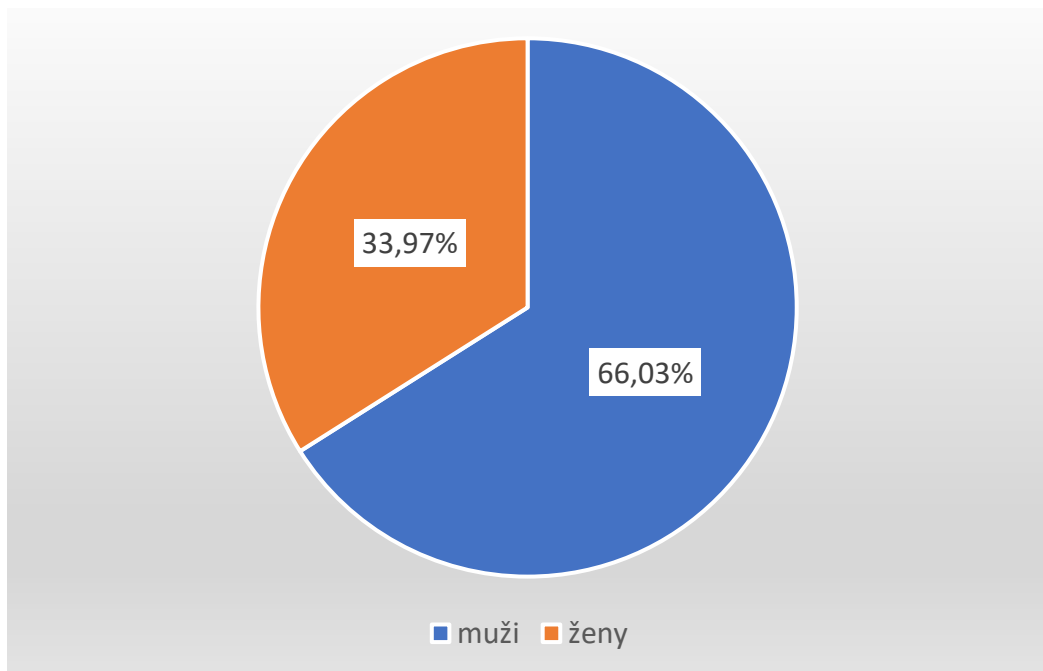
Do studie byli zařazeni pacienti Chirurgické kliniky Fakultní nemocnice v Hradci Králové, kteří podstoupili v letech 2017-2019 plánovanou resekci rekta pro onemocnění kolorektálním karcinomem. Další zařazovací kritéria byla primární konstrukce střevní anastomózy na rektu a dostupné *stagingové* CT trupu. Všichni pacienti udělili informovaný souhlas se zařazením do studie, která byla schválena Etickou komisí Fakultní nemocnice Hradec Králové.

4.1.2 Charakteristika souboru pacientů

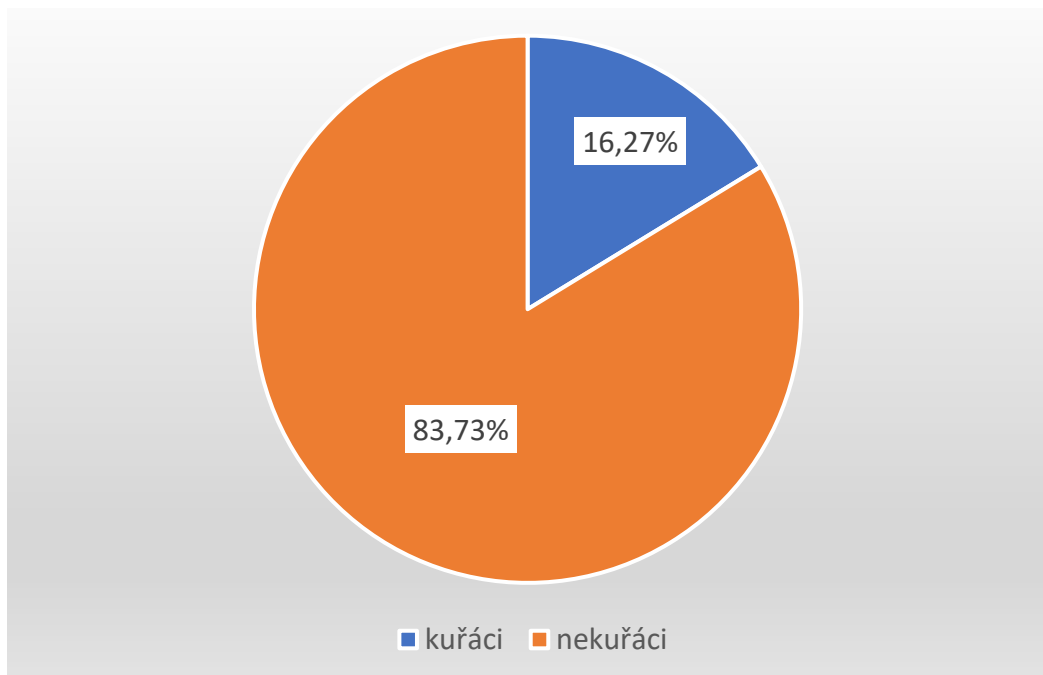
Kohorta pacientů čítala 209 pacientů, kteří podstoupili resekci rekta s vytvořením anastomózy. Sbíraná data zahrnovala jak charakteristiku pacientů (věk, pohlaví, BMI, kouření, ASA, komorbidity, užívání kortikosteroidů), tak data týkající se rozsahu onkologického onemocnění, hospitalizace a komplikací (lokalizace, *stage*, neoadjuvantní chemoradioterapie, TNM klasifikace, *grade*, radikalita zákroku, krevní testy, délku hospitalizace, komplikace a jejich zhodnocení podle Clavien-Dindo klasifikace).

Ve sledovaném souboru bylo 138 mužů a 71 žen (viz Graf 1). Věkové rozmezí bylo mezi 28 až 87 lety. Průměrný věk byl 65,2 let (se standardní odchylkou 11,5). Průměrná hodnota BMI byla 27,91 s odchylkou 4,71. V celém souboru pacientů bylo 34 kuřáků (viz Graf 2).

Graf 1 Grafické znázornění procentuálního zastoupení žen a mužů ve sledované skupině pacientů

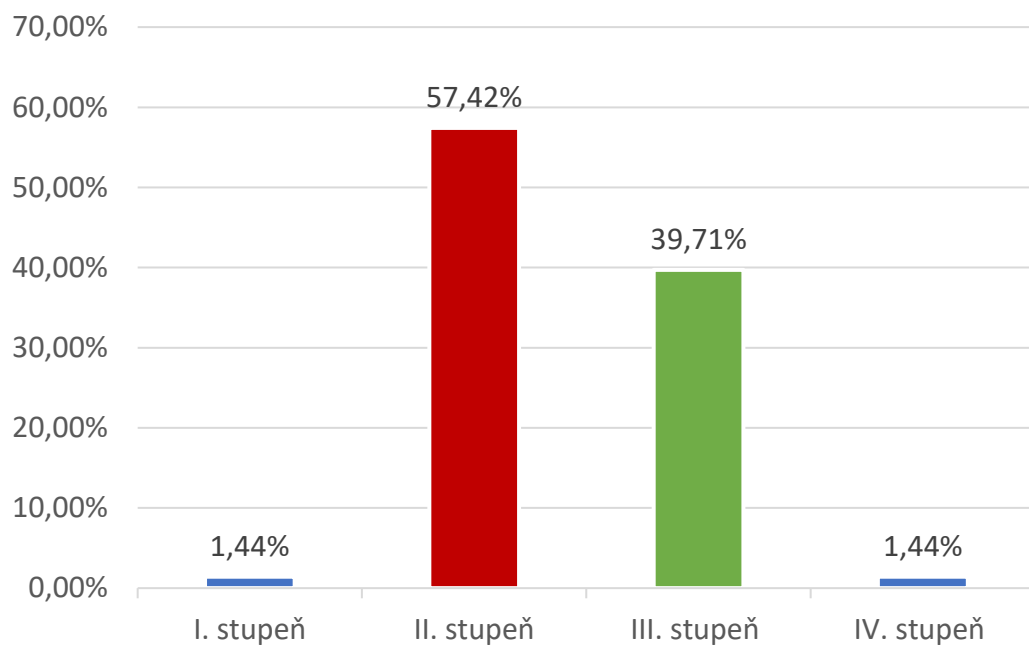


Graf 2 Grafické znázornění procentuálního zastoupení kuřáků ve sledované skupině pacientů



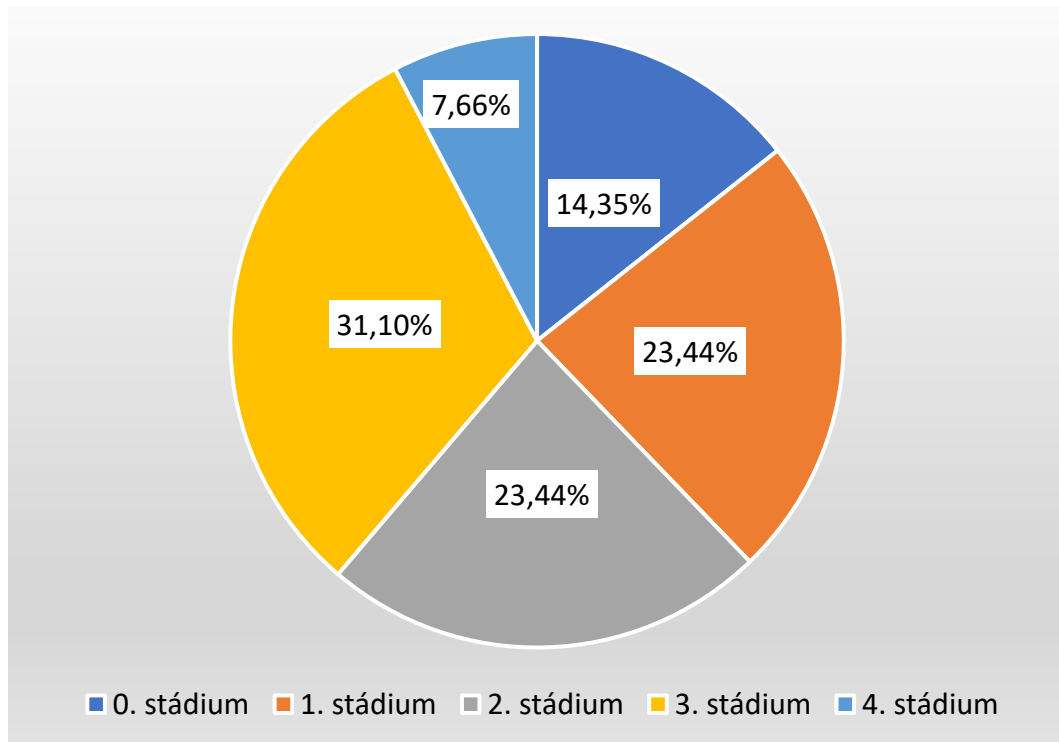
Podle anesteziologického rizika (ASA) bylo nejvíce pacientů ve 2. stupni klasifikace (120 pacientů), následoval stupeň 3 (83 pacientů) a nejmenší počet pacientů zahrnovaly stupně 1 a 4 (3 pacienti pro každý stupeň) (viz Graf 3).

Graf 3 Grafické znázornění procentuálního rozložení pacientů podle ASA klasifikace



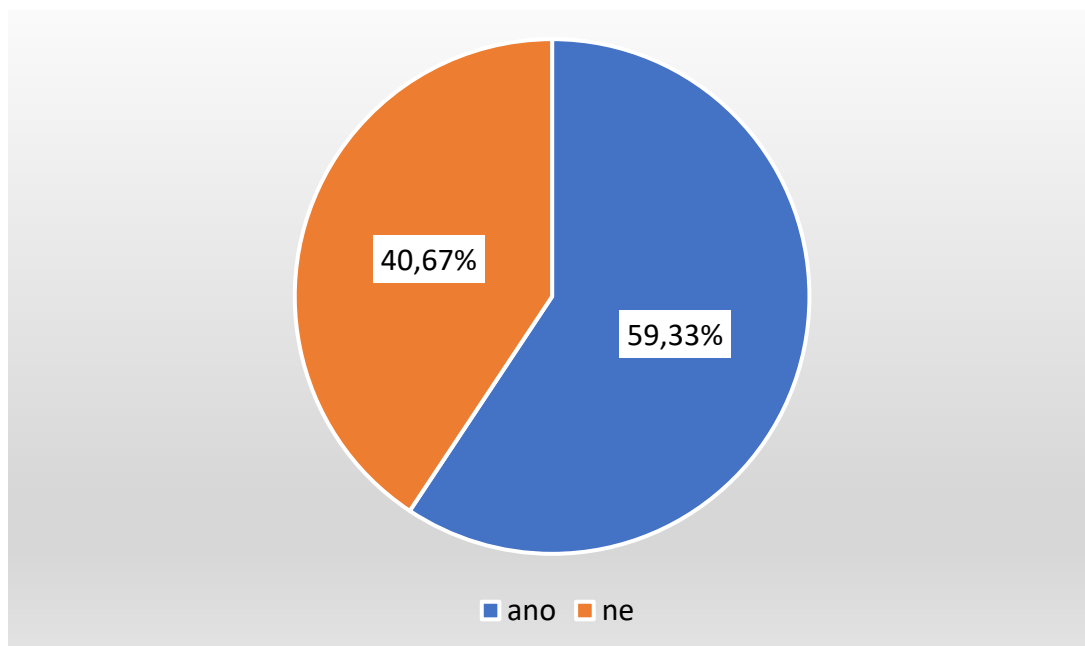
Z celkové počtu pacientů mělo nejméně z nich tumor ve stádiu 4 (16 pacientů), nejčastější bylo stádium 3 (65 pacientů) (viz Graf 4).

Graf 4 Grafické znázornění procentuálního výskytu rektálních tumorů podle stádia onemocnění



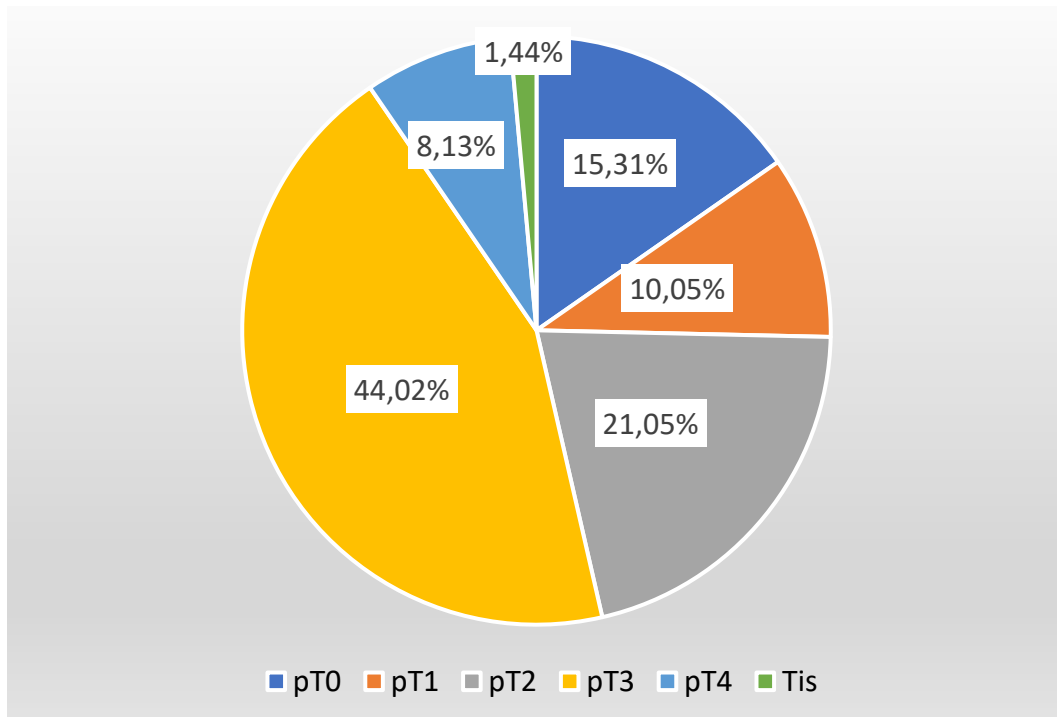
Celkem 124 pacientů podstoupilo před operací neoadjuvantní chemoradioterapii (viz Graf 5).

Graf 5 Grafické znázornění počtu pacientů v procentech, kteří podstoupili a nepodstoupili neoadjuvantní chemoradioterapii

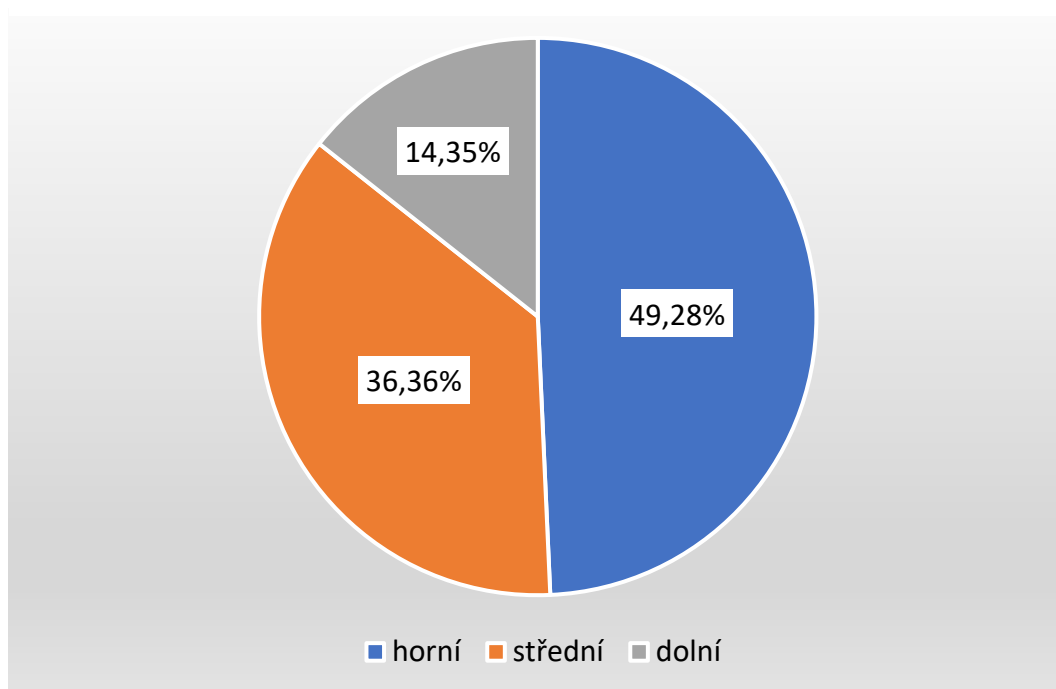


Na základě TNM klasifikace se z patologického hlediska charakterizoval nález tumoru, postižení lymfatických uzlin a výskyt metastáz. U největší skupiny pacientů (92 pacientů) byl tumor ve stádiu pT3. U 3 operovaných osob byl tumor ve stádiu Tis (viz Graf 6). Celkem 133 pacientů (63,64 %) bylo bez postižení lymfatických uzlin, ale u 16 osob (7,66 %) byl zjištěn již předoperačně metastatický proces do jiných orgánů (nejčastěji játra, plíce). Co se týče lokalizace, převládal tumor v horní části rektu (103 pacientů), nejméně se vyskytoval v dolní oblasti (30 pacientů) (viz Graf 7). U 192 pacientů byla provedena R0 resekce, tedy kompletní odstranění s dostatečným lemlem okolní zdravé tkáně. Mikroskopicky reziduální tumor (R1) zůstal 15 pacientům a tumor rozlišitelný i makroskopicky (R2) zůstal 2 pacientům (viz Graf 8).

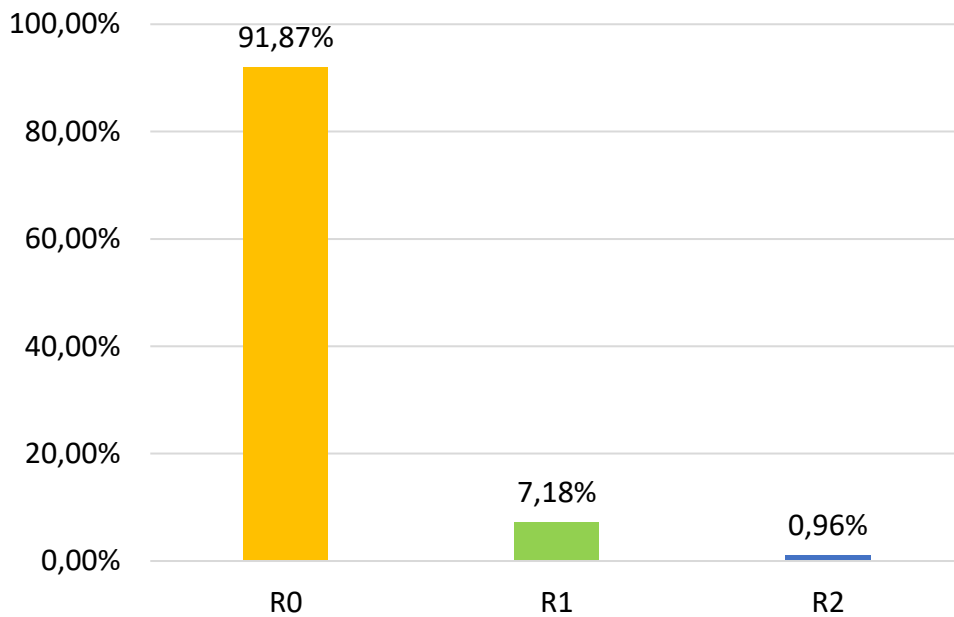
Graf 6 Grafické znázornění procentuálního zastoupení rektálních tumorů podle pT klasifikace



Graf 7 Grafické znázornění procentuálního zastoupení rektálních tumorů podle jejich lokalizace

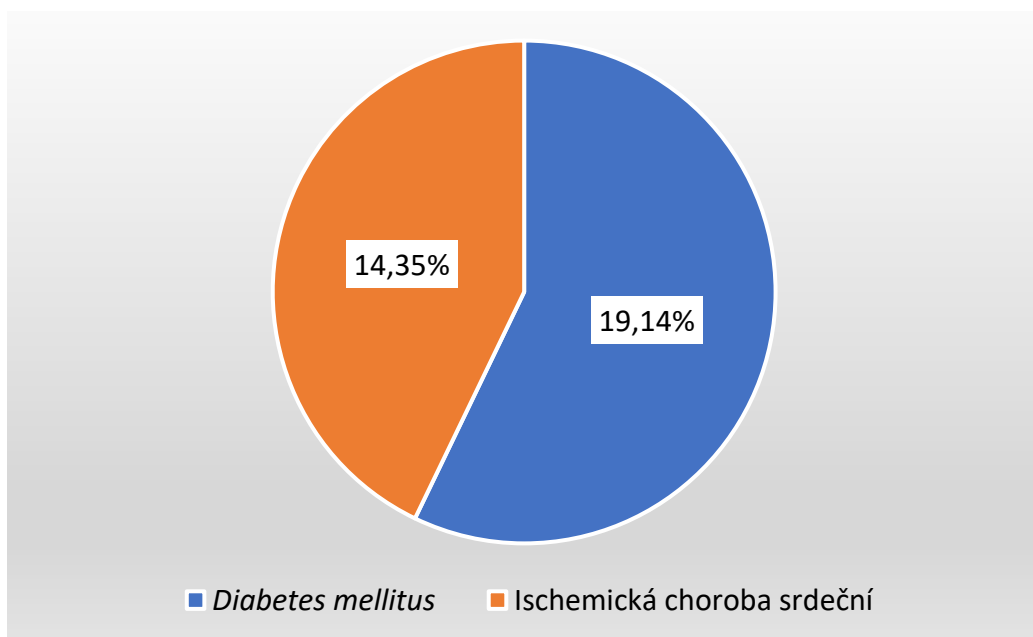


Graf 8 Grafické znázornění výsledků chirurgie v procentech podle radikality zákroku



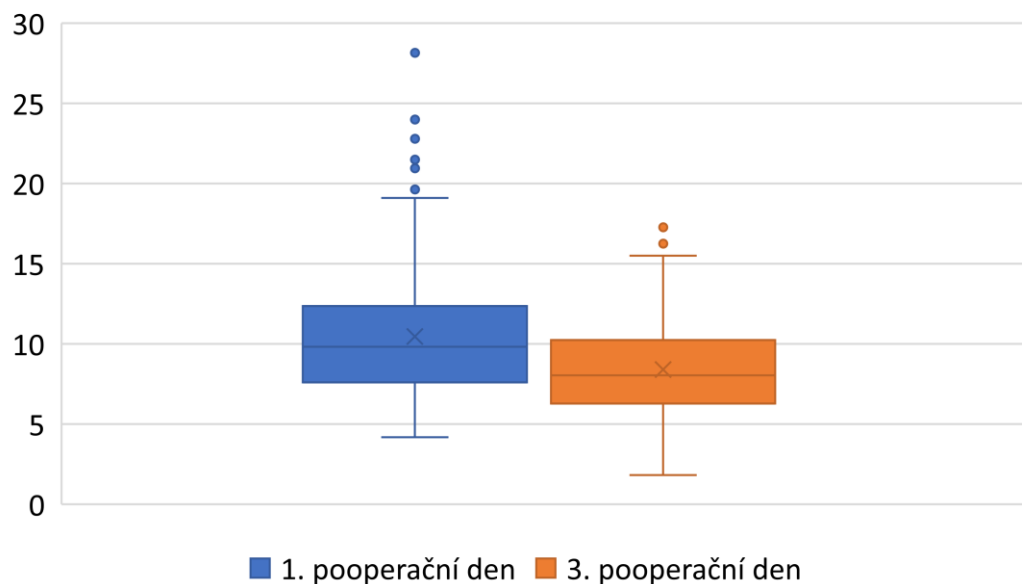
Hodnocené komorbidity zahrnovaly *diabetes mellitus* a ischemickou chorobu srdeční. V době operace se 40 pacientů léčilo s *diabetes mellitus* a 30 pacientů s ischemickou chorobou srdeční (viz Graf 9). Pouze 4 pacienti (1,91 %) před operací chronicky užívali kortikosteroidy.

Graf 9 Grafické znázornění výskytu komorbidit ve sledované skupině pacientů

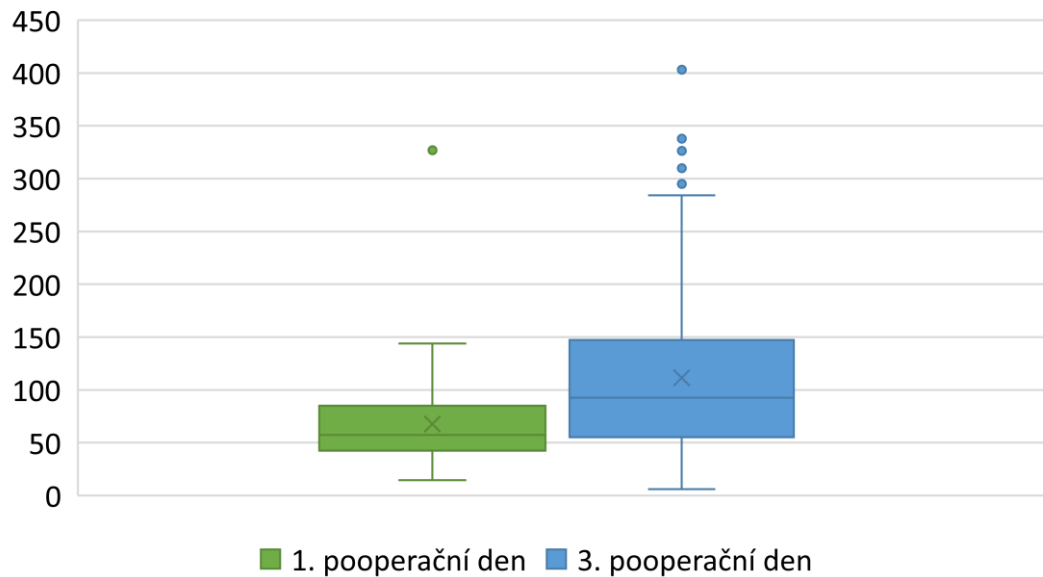


První pooperační den byl průměrný počet leukocytů $10,44 \times 10^9/l$ se směrodatnou odchylkou $3,87 \times 10^9/l$. CRP první pooperační den nabývalo průměrné hodnoty 67,70 mg/l se směrodatnou odchylkou 42,14 mg/l. Třetí pooperační den byla průměrná hladina leukocytů $8,41 \times 10^9/l$ se směrodatnou odchylkou $2,85 \times 10^9/l$. Průměrné CRP 3. pooperační den bylo 111,33 mg/l se směrodatnou odchylkou 77,07 mg/l (viz Graf 10 a Graf 11).

Graf 10 Hodnoty leukocytů 1. a 3. pooperační den ve sledované skupině pacientů



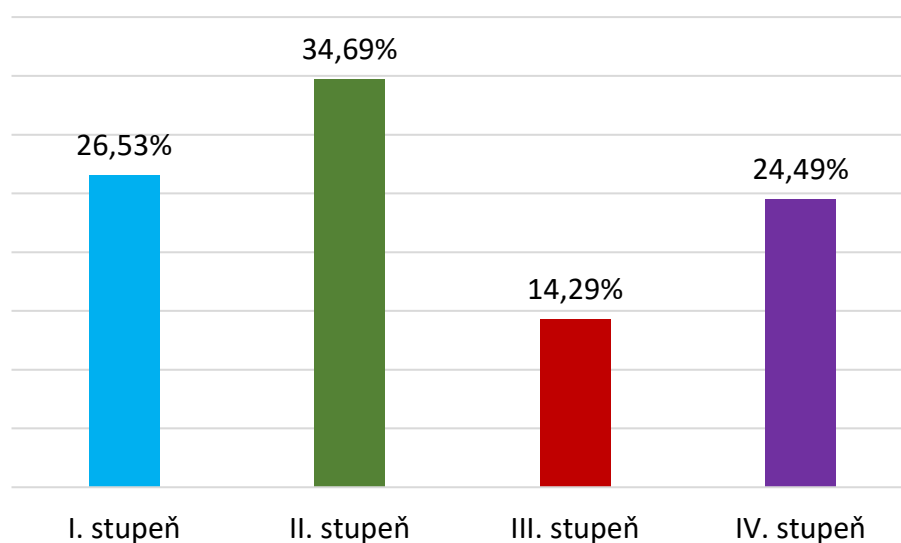
Graf 11 Hodnoty CRP 1. a 3. pooperační den ve sledované skupině pacientů



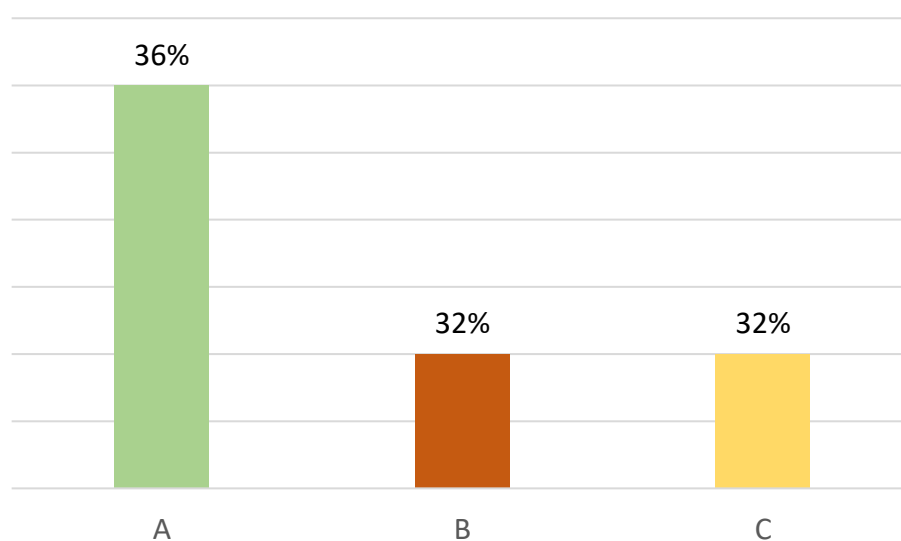
Průměrná délka hospitalizace byla 11,9 dnů se směrodatnou odchylkou 8,9 dnů.

Komplikace se objevily u 82 pacientů (39,23 %), a tedy 127 pacientů (60,77 %) bylo bez komplikací. Graf 12 popisuje zastoupení komplikací podle Clavien-Dindo klasifikace. Celkem se *leak* objevil u 50 pacientů (23,92 %). Rozložení *leaků* podle stupňů (A, B, C) znázorňuje Graf 13.

Graf 12 Procentuální zastoupení komplikací podle Clavien-Dindo klasifikace



Graf 13 Procentuální zastoupení stupňů leaku v populaci s komplikacemi



4.1.3 Postup práce

Všichni pacienti podstoupili před operací *stagingové* CT trupu. Obrazová dokumentace byla dostupná v databázi PACs. V programu MUSE JiveX, který slouží jako prohlížeč snímků, byla vyhledána dolní krycí lišta bederního obratle L3 a v jeho úrovni provedena analýza *musculus psoas*. Byla změřena plocha pravého a levého *m. psoas* a tato hodnota pak byla zprůměrována. Následně byla hodnota vztažena k výšce pacienta na druhou, čímž jsme získali *musculus psoas index*. Program MUSE JiveX provedl také vyhodnocení hustot *m. psoas* a to na základě hustoty HU (35-75 HU pro kosterní sval).

K vyhodnocení závislosti objemu svalstva a výskytu komplikací jsme použili statistický software NCSS 2021 Statistical Software (2021), LLC, Kaysville, Utah, USA. Při porovnání rozdílů kvantitativních parametrů (hustota *m. psoas* a *m. psoas index*) mezi skupinami (s komplikacemi a bez nich) jsme nejprve testovali normalitu (Shapiro-Wilk test) a poté shodu rozptylů (modifikovaný Levenův test). Jestliže normalita byla zamítnutá a shoda rozptylů ne (v případě hustoty *m. psoas*), použili jsme Mann-Whitney U test. V případě zamítnuté shody rozptylů i normality (u *m. psoas index*) byl použit neparametrický Kolmogorov-Smirnov test. Testovala se nulová hypotéza shody (hustoty/*indexu m. psoas* a skupiny s komplikacemi nebo bez nich) vůči alternativě neshody. Zvolená hladina statistické významnosti byla $\alpha < 0,05$.

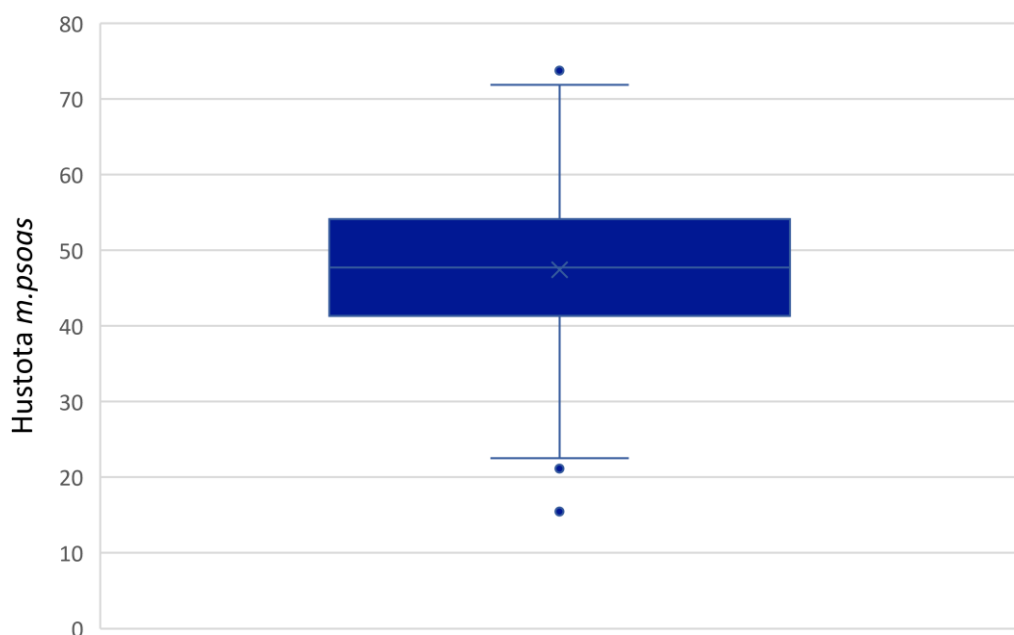
Pro vztah kvalitativních parametrů (pohlaví, komorbidity, kouření, užívání kortikosteroidů, lokalizace tumoru atd.) jsme použili Pearsonův chí-kvadrát test. Zvolená hladina statistické významnosti byla i zde $\alpha < 0,05$.

Pro grafické zobrazení výsledků jsme použili krabicový graf v tabulkovém procesoru Excel (Microsoft).

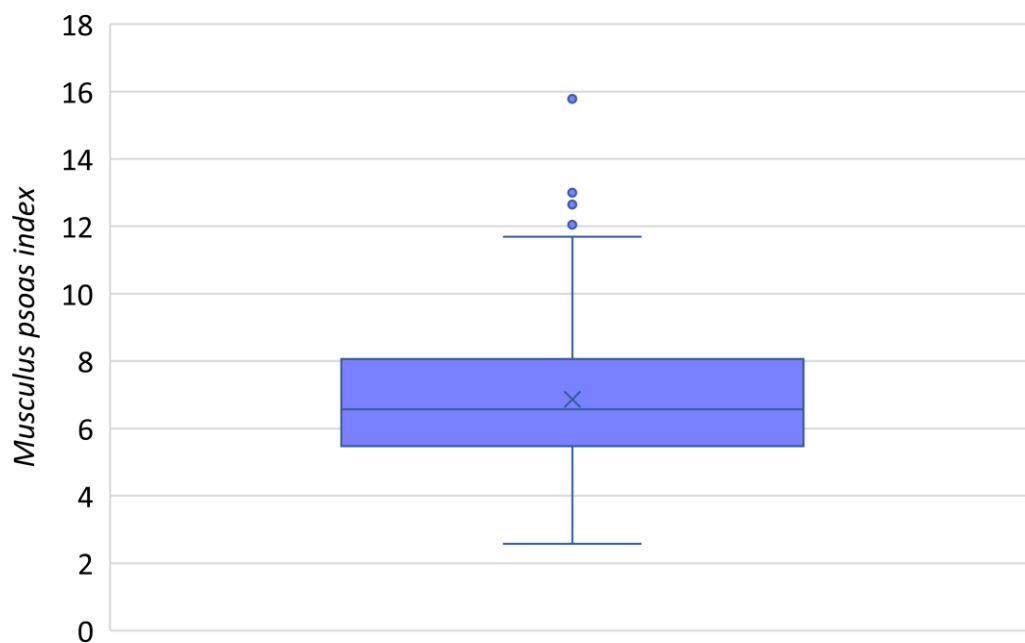
4.2 Výsledková část

Průměrná hodnota hustoty *m. psoas* napříč celým naším souborem pacientů byla 47,42 HU se směrodatnou odchylkou 10,31 HU (medián byl 47,7 HU, 1. kvartil byl 41,31 HU a 3. kvartil byl 54,13 HU). *Index m. psoas* měl průměrnou hodnotu 6,86 cm²/m² se směrodatnou odchylkou 2,05 cm²/m² (medián byl 6,57 cm²/m², 1. kvartil byl 5,47 cm²/m², 3. kvartil byl 8,06 cm²/m²). Hodnoty těchto dvou parametrů znázorňuje Graf 14 a 15.

Graf 14 Hodnoty hustoty m. psoas ve sledované skupině pacientů

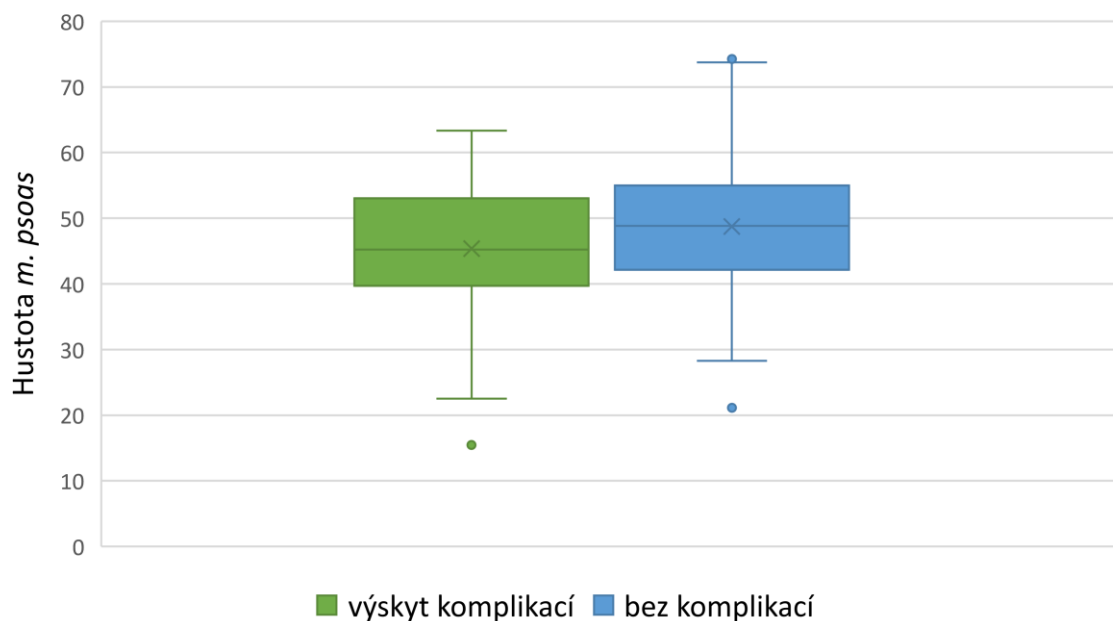


Graf 15 Hodnoty indexu m. psoas ve sledované skupině pacientů



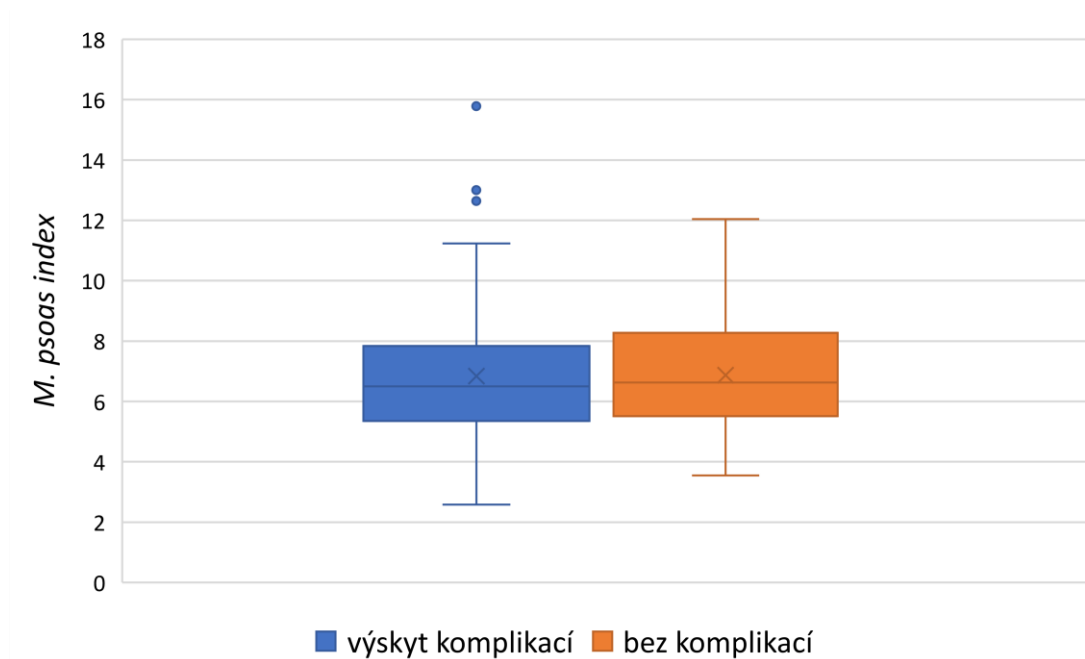
Průměrná hodnota hustoty *m. psoas* u pacientů, u kterých se nevyskytly komplikace byla 48,75 HU se směrodatnou odchylkou 10,01 HU (medián byl 48,84 HU, 1. kvartil byl 42,16 HU a 3. kvartil byl 54,99 HU). Ve skupině s komplikacemi byla průměrná hustota *m. psoas* 45,37 HU se směrodatnou odchylkou 10,50 HU (medián byl 45,21 HU, první kvartil byl 39,51 HU a 3. kvartil byl 53,11 HU). Nebyl nalezen statisticky významný rozdíl, hladina významnosti byla hraniční $p=0,068$ (Mann-Whitney U test). Hodnoty hustoty *m. psoas* u pacientů s komplikacemi a u pacientů bez komplikací ukazuje Graf 16.

Graf 16 Hustota *m. psoas* podle komplikací



Pro *m. psoas index* u pacientů bez komplikací byly průměrné hodnoty 6,87 cm^2/m^2 se směrodatnou odchylkou 1,88 cm^2/m^2 (medián byl 6,62 cm^2/m^2 , 1. kvartil byl 5,51 cm^2/m^2 a 3. kvartil byl 8,28 cm^2/m^2). Pacienti s komplikacemi měli průměrné hodnoty 6,84 cm^2/m^2 se směrodatnou odchylkou 2,30 cm^2/m^2 (medián byl 6,50 cm^2/m^2 , 1. kvartil byl 5,35 cm^2/m^2 a 3. kvartil byl 7,83 cm^2/m^2). Nebyl nalezen statisticky významný rozdíl, hladina významnosti Kolmogorov-Smirnova testu byla $p=0,828$. Hodnoty *m. psoas indexu* u pacientů s komplikacemi a u pacientů bez komplikací ukazuje Graf 17.

Graf 17 Hodnoty *m. psoas indexu* podle komplikací



Souhrn průměrných hodnot kvantitativních parametrů a jejich výsledků Kolmogorov-Smirnova testu shrnuje Tabulka 6. Lze tedy říci, že statisticky významný rozdíl se objevil mezi hladinou leukocytů, CRP 3. a 5. pooperační den a komplikacemi.

Tabulka 6 Shrnutí výsledků Kolmogorov-Smirnova testu pro kvantitativní veličiny

	Průměrná hodnota u pacientů s komplikacemi	Průměrná hodnota u pacientů bez komplikací	Hodnota p
Věk	65,5 ± 12,1 let	65,1 ± 11,1 let	0,6732
BMI	27,76 kg/m ² ± 4,33 kg/m ²	28,01 kg/m ² ± 4,96 kg/m ²	0,0819
Leukocyty 3. den po operaci	9,21x10 ⁻⁹ /l ± 3,26x10 ⁻⁹ /l	7,85x10 ⁻⁹ /l ± 2,38x10 ⁻⁹ /l	0,0047
Leukocyty 5. den po operaci	8,83x10 ⁻⁹ /l ± 3,30x10 ⁻⁹ /l	7,21x10 ⁻⁹ /l ± 2,68x10 ⁻⁹ /l	0,0038
Hemoglobin 3. den po operaci	115,18 g/l ± 17,00 g/l	118,49 g/l ± 18,20 g/l	0,5370
Hemoglobin 5. den po operaci	118,20 g/l ± 17,65 g/l	122,20 g/l ± 18,84 g/l	0,3637
CRP 3. den po operaci	153,01 mg/l ± 92,50 mg/l	82,34 mg/l ± 45,94 mg/l	<0,001
CRP 5. den po operaci	120,38 mg/l ± 100,61 mg/l	44,37 mg/l ± 32,70 mg/l	<0,001
Hustota <i>m. psoas</i>	45,37 HU ± 10,50 HU	48,75 HU ± 10,01 HU	0,2426
<i>Index m. psoas</i>	6,84 cm ² /m ² ± 2,30 cm ² /m ²	6,87 cm ² /m ² ± 1,88 cm ² /m ²	0,8275

Z kvalitativních parametrů byl prokázán statisticky významně pouze vztah mezi *diabetes mellitus* a komplikacemi. Hladina významnosti Pearsonova chí-kvadrát testu byla $p=0,040$. Závislost byla paradoxně způsobená tím, že ve skupině diabetiků byl menší počet komplikací. Souhrn výsledků kvalitativních parametrů z Pearsonova chí-kvadrát testu uvádí Tabulka 7.

Tabulka 7 Shrnutí výsledků Pearsonova chí-kvadrát testu pro kvalitativní parametry

	Hodnota p
Kouření	0,7999
Pohlaví	0,5787
ASA	0,5156
Stádium onemocnění	0,3643
Neoadjuvantní chemoradioterapie	0,1798
pT	0,9053
pN	0,5110
Lokalizace tumoru	0,1055
<i>Grade</i>	0,5029
Radikalita zákroku	0,2752
<i>Diabetes mellitus</i>	0,0403
Ischemická choroba srdeční	0,1919
Chronické užívání kortikosteroidů	0,6461

5. DISKUZE

V naší práci jsme hodnotili, zda má objem svalstva na trupu vliv na výskyt pooperačních komplikací, které představují měřítko kvalitně provedené práce chirurgů na jejich pracovištích. Současně s tím jsme analyzovali, zda mají na komplikace vliv i jiné kvantitativní a kvalitativní parametry získané z dat o pacientech podstupující resekci rekta ve Fakultní nemocnici Hradec Králové. Důvodem k chirurgickému zákroku byl u všech pacientů výskyt rektálního karcinomu.

Úbytek svalové hmoty, změny v její kvalitě a snížení svalové síly je stav označovaný jako sarkopenie. K její diagnostice se používají především zobrazovací metody, méně přesné je bioimpedanční měření. Svalovou sílu lze vyhodnotit použitím výkonnostních testů. V naší studii jsme jako parametry pro sarkopenii použili hustotu *m. psoas* a *m. psoas index*. K jejich zhodnocení a stanovení jsme vycházeli z CT snímků z oblasti dolní krycí lišty 3. bederního obratle. Zobrazování tělesných struktur pomocí CT je velmi často používanou metodou, kterou ve své studii použili i Ruten et al. (2017), Herrod et al. (2019), Jochum et al. (2019) nebo Pekařová et al. (2020). Novějším parametrem k popisu sarkopenie je *sarkopenický index*, jehož vztah ke komplikacím popsal Yang et al. (2019). Prokázal, že čím nižší SI, tím nižší SMA, vyšší prevalence sarkopenie a častější výskyt pooperačních komplikací.

Looijaard et al. (2020) doporučují, aby CT u seniorů bylo zaměřené na jednotlivé skupiny svalů než jen na *m. psoas*. Věkem se totiž mění svaly především na povrchu trupu (*rectus abdominis*, vnitřní a vnější šikmé svaly) než svaly zádové a hlouběji uložené (*m. transversus abdominis*, *erector spinae*), které jsou více náchylné na fyzickou neaktivitu. V jeho studii, v populaci starších pacientů, tak vykazoval nejmenší hodnoty SMA a hustoty *rectus abdominis*, zatímco nejvyšší podíl intramuskulárního tuku byl uložen ve svalech na zádech.

V naší zkoumané populaci, která se skládala z 209 pacientů, se pooperační komplikace vyskytly u 82 pacientů (39,23 %), přičemž nejvíce (34,69 %) byl zastoupený 2. stupeň komplikací podle Clavien-Dindo klasifikace. V porovnání se studií od Benedek et al. (2021), se komplikace v naší kohortě pacientů vyskytovaly méně častěji. Benedek et al. (2021) zahrnul do studie 51 pacientů, kteří podstoupili chirurgickou operaci

z důvodu kolorektálních tumorů. Z nich se u 21 pacientů (41,2 %) objevily komplikace, přičemž 31,3 % spadalo do 1. a 2. stupně Clavien-Dindo klasifikace.

Naše skupina pacientů s komplikacemi měla průměrné hodnoty hustoty *m. psoas* 45,37 HU \pm 10,50 HU a *m. psoas indexu* 6,84 cm²/m² \pm 2,30 cm²/m². Obě průměrné hodnoty byly v porovnání se skupinou bez komplikací nižší.

Použitím Kolmogorov-Smirnova testu a Mann-Whitney U testu jsme nepotvrdili statisticky významný vztah mezi hustotou *m. psoas* (p=0,068), respektive *indexem m. psoas* (p=0,8275) a komplikacemi po resekci rekta. Looijaard et al. (2019) hodnotil hustotu svalů u starších pacientů (65 a více let). Potvrdil tak souvislost mezi nižší hustotou svalů a vážnými pooperačními komplikacemi. Prokázali statisticky významný vztah mezi vyššími hodnotami SMA a častějším výskytem komplikací. Vysvětluje to tím, že pacienti, kteří měli vyšší hodnoty SMA, byli léčeni agresivněji, což mělo za následek komplikace. Pekařová et al. (2020) zahrnuje do své studie pacienty, kteří podstoupili resekci rekta i tlustého střeva. Jejím výsledkem byl statisticky významný rozdíl v hodnotách hustoty *m. psoas*. To znamená, že čím nižší hodnoty HU, tím vyšší riziko výskytu komplikací (anastomózy). Naopak PMA nevykazoval rozdíly mezi skupinou bez komplikací a s nimi. Jak uvádí Herrod et al. (2019), i v jeho zkoumané populaci značily vyšší hodnoty hustoty *m. psoas* menší riziko komplikací, a tedy i výskyt *leaku*. Benedek et al. (2021) se zabýval vztahem PMI a komplikacemi a došel k závěru, že tento parametr v jeho studii slouží jako vhodný prediktor pooperačních výsledků.

Jochum et al. (2019) ve své studii, která zahrnovala pacienty s karcinomem rekta, kteří podstupovali neoadjuvantní chemoradioterapii, uvádí, že obezita (BMI>30 kg/m²) a nadváha nijak nepředpovídala sarkopenii a pooperační komplikace. Podobně tak jsme ani my, v naší studii, neprokázali statisticky významný rozdíl BMI ve vztahu k pooperačním komplikacím. Jiná studie, Looijaard et al. (2019), která byla zaměřená na starší populaci, udává, že vyšší hodnota BMI predikovala vysoké riziko komplikací a prodlouženého pobytu v nemocnici.

Jochum et al. (2019) také potvrdil, že signifikantní význam v souvislosti se sarkopenií vykazovaly parametry jako je vyšší věk, nízké hladiny předoperačního hemoglobinu a albuminu. My jsme hypotézu, že by věk a pooperační hladina hemoglobinu souvisely s výskytem komplikací, zamítli. Statisticky významnou hodnotu

jsme prokázali u hladiny leukocytů a CRP 3. a 5. pooperační den (leukocyty: $p=0,0047$ a $p=0,0038$, CRP: $p<0,001$). Yeung et al. (2021) ve svém systematickém článku a metaanalýze došel k závěru, že mezi hladinami pooperačního CRP jsou statisticky významné rozdíly. Vyšší hladiny CRP značily komplikace (anastomický *leak*). Benedek et al. (2021) poukazoval ve své studii na spojitost mezi vyšší hladinou CRP a komplikacemi vyšších stupňů Clavien-Dindo klasifikace.

S hodnotou $p=0,0403$ jsme prokázali *diabetes mellitus*, s tím, že pacienti s *diabetes mellitus* měli méně komplikací. Tan et al. (2021) uvádí, že v jeho studii vykazovalo toto onemocnění také statisticky významné hodnoty. Tady ale diabetičtí pacienti trpěli častěji na pooperační komplikace (infekce, anastomický *leak*, komplikace postihující močový trakt) a četnější rehospitalizace.

6. ZÁVĚR

Pro včasné odhalení rizik a pooperačních komplikací je vhodné předoperační vyšetření pacienta. Onkologičtí pacienti podstupují CT vyšetření už z důvodu přesné diagnostiky tumoru, a tak se tato metoda dá použít ke zhodnocení stavu svalstva a sarkopenie.

Dle retrospektivně vyhodnocených dat jsme došli k závěru, že ani hustotu *m. psoas* a ani *m. psoas index* není vhodné použít jako prediktory pooperačních komplikací v kolorektální chirurgii. Prokázali jsme ale statisticky významný vztah jedné z komorbidit (*diabetes mellitus*) k výskytu komplikací. Důvodem byl méně častý výskyt komplikací ve skupině pacientů s tímto onemocněním.

7. POUŽITÉ ZKRATKY

ZKRATKA	ČESKÝ VÝZNAM	ANGLICKÝ/LATINSKÝ VÝZNAM
γTNM klasifikace	TNM klasifikace po adjuvantní léčbě	<i>TNM classification after adjuvant therapy</i>
3D	Trojrozměrný	<i>Three-dimensional</i>
a.	Artérie, tepna	<i>Arteria</i>
aa.	Artérie, tepny	<i>Arteriae</i>
ASA klasifikace	Klasifikace anesteziologického rizika	<i>American Association of Anesthesiologists classification</i>
atd.	A tak dále	<i>Etc.</i>
ATP	Adenosintrifosfát	<i>Adenosine triphosphate</i>
BIA	Bioimpedanční analýza	<i>Bioimpedance Analysis</i>
BMI	Index tělesné hmotnosti	<i>Body mass index</i>
CA 19-9	Karbohydrátový antigen 19-9	<i>Carbohydrate antigen 19-9</i>
cAMP	Cyklický adenosinmonofosfát	<i>Cyclic adenosine monophosphate</i>
CEA	Karcinoembryonální antigen	<i>Carcinoembryonic antigen</i>
cm	Centimetr	<i>Centimetre</i>
CO₂	Oxid uhličitý	<i>Carbon dioxide</i>
COVID-19	Koronavirové onemocnění (způsobené SARS-CoV-19)	<i>Coronavirus disease 2019</i>
CRP	C-reaktivní protein	<i>C-reactive protein</i>
CT	Počítačová tomografie	<i>Computed tomography</i>

cTNM klasifikace	Klinická TNM klasifikace	<i>Clinical TNM classification</i>
CysC	Cystatin C	<i>Cystatin C</i>
DXA	Dvoufotonová absorpční fotometrie	<i>Dual-Energy X-Ray Absorptiometry</i>
ELAPE	Extralevátorová abdominoperineální excize	<i>Extra-levator abdominoperineal excision</i>
ERAS	Koncepce rychlého zotavení po chirurgických výkonech	<i>Enhanced Recovery After Surgery</i>
EUS	Endoskopická ultrasonografie	<i>Endoscopic ultrasound</i>
EWGOP2	Evropské sdružení, které vydalo definici a diagnostická kritéria sarkopenie	<i>European Working Group on Sarcopenia in Older People</i>
F-A-C-S	Odhalit případy, zhodnotit, potvrdit, určit závažnost	<i>Find cases-Assess-Confirm- Severity</i>
FFM	Netuková tkáň	<i>Fat-free mass</i>
FM	Tuková tkáň	<i>Fat-mass</i>
g	Gram	<i>Gram</i>
G1-G4	Stupeň diferenciacie 1-4	<i>Grade 1-4</i>
GIT	Gastrointestinální trakt	<i>Gastrointestinal system</i>
GLIM	Světové sdružení, které stanovilo postupy a indikátory malnutrice	<i>Global Leadership Initiative on Malnutrition</i>
GP2	Glykoproteinový receptor 2	<i>Glycoprotein receptor 2</i>
H₂	Vodík	<i>Hydrogen</i>

H₂S	Sulfan	<i>Sulfane</i>
HADS	Nemocniční škála úzkosti a deprese	<i>Hospital anxiety and depression scale</i>
HU	Hounsfieldova jednotka	<i>Hounsfield unit</i>
ICG	Indocyaninová zeleň	<i>Indocyanine green</i>
IgA	Imunoglobulin A	<i>Immunoglobulin A</i>
IGF-1	Inzulínový růstový faktor 1	<i>Insuline-like growth factor 1</i>
IL-4	Interleukin 4	<i>Interleukin 4</i>
IL-6	Interleukin 6	<i>Interleukin 6</i>
JIP	Jednotka intenzivní péče	<i>Intensive Care Unit</i>
ISREC	Mezinárodní skupina zabývající se studií rektálního karcinomu	<i>International Study Group of Rectal Cancer</i>
K	Draslík	<i>Potassium</i>
kcal	Kilokalorie	<i>Kilocalories</i>
kg	Kilogram	<i>Kilogram</i>
l	litr	<i>Litre</i>
L3 (L1-4)	Třetí lumbální (bederní) obratel (první až čtvrtý)	<i>The third lumbar vertebra (the first – the fourth)</i>
LAR	Nízká přední resekce	<i>Low anterior resection</i>
m	Metr	<i>Metre</i>
m.	Sval	<i>Musculus</i>
MALT	Slizniční imunitní systém	<i>Mucosa associated lymphoid tissue</i>

MBP	Mechanická příprava střeva	<i>Mechanical bowel preparation</i>
mg	Miligram	<i>Milligram</i>
ml	Mililitr	<i>Millilitre</i>
MR, MRI	Magnetická rezonance	<i>Magnetic Resonance Imaging</i>
mTORc1	Komplex 1 aktivovaný rapamycinem	<i>Mammalian Target of Rapamycin Complex 1</i>
n.	Nerv	<i>Nervus</i>
Na	Sodík	<i>Sodium</i>
ng	Nanogram	<i>Nanogram</i>
NRS-2002	Nutriční rizikový <i>screening</i>	<i>Nutrition Risk Sreening 2002</i>
PACs	Systém pro archivaci a nahlížení do obrazové dokumentace	<i>Picture Archiving and Communication System</i>
PET	Pozitronová emisní tomografie	<i>Positron Emission Tomography</i>
PMA	Plocha <i>m. psoas</i>	<i>Psoas muscle area</i>
PMI	Index <i>m. psoas</i>	<i>Psoas muscle index</i>
PP buňky	Pankreatické polypeptidové buňky	<i>Pancreatic polypeptide cells</i>
PrP^C	Prionový buněčný protein	<i>Cellular prion protein</i>
pTNM klasifikace	Patologická TNM klasifikace	<i>Pathological TNM classification</i>
rTNM klasifikace	Rekurenční TNM klasifikace	<i>Recurrence TNM classification</i>
s.	Neboli	<i>Seu</i>

SARC-F	Síla, pomoc při chůzi, zvedání ze židle, chůze do schodů, pády	<i>Strength, Assistance in walking, Rise from a chair, Climbs stairs, Falls</i>
Scr	Sérový kreatinin	<i>Serum creatinine</i>
SI	Index sarkopenie	<i>Sarcopenia Index</i>
SMA	Plocha kosterního svalstva	<i>Skeletal muscle area</i>
SMI	Index kosterního svalstva	<i>Skeletal muscle index</i>
T10-T12	Desátý až dvanáctý thorakální (hrudní) obratel	<i>The tenth – the twelfth thoracic vertebra</i>
TAMIS	Transanální minimálně invazivní chirurgie	<i>Transanal minimally invasive surgery</i>
TaTME	Transanální totální mezorektální excize	<i>Transanal total mesorectal excision</i>
TEMS	Transanální endoskopická mikrochirurgie	<i>Transanal Endoscopic Microsurgery</i>
TNF-α	Tumor nekrotizující faktor α	<i>Tumor necrosis factor α</i>
TNM klasifikace	Klasifikace tumoru, uzliny, metastázy	<i>Tumor, node, metastasis classification</i>
Tzv.	Takzvaný	<i>So called</i>
Umod	Uromodulin	<i>Uromodulin</i>
v.	Žíla	<i>Vena</i>
vv.	Žíly	<i>Venae</i>
WHO	Světová zdravotnická organizace	<i>World Health Organisation</i>

8. SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Dukesova klasifikace rektálních tumorů	64
Tabulka 2 TNM klasifikace	64
Tabulka 3 Určení stádií karcinomu rekta podle TNM klasifikace	65
Tabulka 4 ASA klasifikace	66
Tabulka 5 Clavien-Dindo klasifikace závažnosti chirurgických komplikací.....	72
Tabulka 6 Shrnutí výsledků Kolmogorov-Smirnova testu pro kvantitativní veličiny.....	95
Tabulka 7 Shrnutí výsledků Pearsonova chí-kvadrát testu pro kvalitativní parametry .	96

9. SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Mikroskopický popis trávicí trubice	16
Obrázek 2 <i>Rectum</i>	19
Obrázek 3 Sarkomera	29
Obrázek 4 Struktura hemové jednotky	30
Obrázek 5 Rozdílná struktura myoglobinu a hemoglobinu.....	30
Obrázek 6 Průřezy paralelními svalovými vlákny a zpeřeným svalem.....	31
Obrázek 7 Molekulární popis posouvání vláken aktinu a myozinu při kontrakci	34
Obrázek 8 CT snímek na úrovni L3 obratle.....	57
Obrázek 9 CT snímek v oblasti dolní krycí lišty L3 obratle s vyznačeným pravým a levým <i>m. psoas</i>	58
Obrázek 10 Snímek z CT kolonoskopie.....	62
Obrázek 11 Resekce segmentu střeva.....	67
Obrázek 12 Kolorektální anastomózy.....	68
Obrázek 13 Výsledek Hartmannova postupu.....	69
Obrázek 14 Cirkulární stapler	69
Obrázek 15 <i>End-to-end</i> vzniklá anastomóza po přední resekci	70
Obrázek 16 Zhojená anastomóza – snímek z pooperační endoskopie	70
Obrázek 17 Resekce análního kanálu a rekta s vytvořením stomie.....	71
Obrázek 18 Systém <i>Endo-SPONGE</i>	73
Obrázek 19 Systém <i>Endo-SPONGE</i> po zavedení do místa prosakování z anastomózy ..	74
Obrázek 20 Dehiscence anastomózy – snímek z pooperační endoskopie.....	75

10. SEZNAM GRAFŮ

Graf 1 Grafické znázornění procentuálního zastoupení žen a mužů ve sledované skupině pacientů.....	82
Graf 2 Grafické znázornění procentuálního zastoupení kuřáků ve sledované skupině pacientů	82
Graf 3 Grafické znázornění procentuálního rozložení pacientů podle ASA klasifikace..	83
Graf 4 Grafické znázornění procentuálního výskytu rektálních tumorů podle stádia onemocnění	84
Graf 5 Grafické znázornění počtu pacientů v procentech, kteří podstoupili a nepodstoupili neoadjuvantní chemoradioterapii.....	85
Graf 6 Grafické znázornění procentuálního zastoupení rektálních tumorů podle pT klasifikace.....	86
Graf 7 Grafické znázornění procentuálního zastoupení rektálních tumorů podle jejich lokalizace.....	86
Graf 8 Grafické znázornění výsledků chirurgie v procentech podle radikality zákroku .	87
Graf 9 Grafické znázornění výskytu komorbidit ve sledované skupině pacientů	87
Graf 10 Hodnoty leukocytů 1. a 3. pooperační den ve sledované skupině pacientů.....	88
Graf 11 Hodnoty CRP 1. a 3. pooperační den ve sledované skupině pacientů	89
Graf 12 Procentuální zastoupení komplikací podle Clavien-Dindo klasifikace	89
Graf 13 Procentuální zastoupení stupňů leaku v populaci s komplikacemi.....	90
Graf 14 Hodnoty hustoty m. psoas ve sledované skupině pacientů	92
Graf 15 Hodnoty indexu m. psoas ve sledované skupině pacientů.....	92
Graf 16 Hustota m. psoas podle komplikací.....	93
Graf 17 Hodnoty m. psoas index podle komplikací.....	94

11. POUŽITÁ LITERATURA

ADAMOVÁ Z.: *Předoperační příprava v onkochirurgii – ERAS doporučení v ambulanci praktického lékaře.* *Medicína pro praxi* [online]. Solen, 2019, 1.10.2019, 16(4), 277-279 [cit. 2023-03-28]. Dostupné z: <https://www.solen.cz/pdfs/med/2019/04/15.pdf>

Anonymous A. *Architektura svalu.* (cit.2023-03-29) Dostupné z: https://is.muni.cz/el/fsps/podzim2021/np4311/um/8_Mechanicke_vlastnosti_kosternich_svalu_upraveno_KT.pdf

Anonymous B. *Muscle Fibre Contraction and Relaxation.* (cit.2023-03-29) Dostupné z: <https://courses.lumenlearning.com/suny-ap1/chapter/muscle-fiber-contraction-and-relaxation/>

Anonymous C. *Reduced Skeletal Muscle Mass And Lifestyle.* (cit. 2023-03-22) Dostupné z: <https://cpncampus.com/biblioteca/files/original/812982a0d95ef535aa53710c140dcffb.pdf>

AZZOUZ L.L., SHARMA S.: *Physiology, Large Intestine.* 2022 Aug 1. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 Jan–. PMID: 29939634. (cit. 2023-03-23) Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK507857/>

BEAUDART C., MCCLOSKEY E., BRUYÈRE O., CESARI M., ROLLAND Y., RIZZOLI R., ARAUJO DE CARVALHO I., AMUTHAVALLI THIYAGARAJAN J., BAUTMANS I., BERTIÈRE M.C., BRANDI M.L., AL-DAGHRI N.M., BURLET N., CAVALIER E., CERRETA F., CHERUBINI A., FIELDING R., GIELEN E., LANDI F., PETERMANS J., REGINSTER J.Y., VISSER M., KANIS J., COOPER C.: *Sarcopenia in daily practice: assessment and management.* *BMC Geriatr.* 2016 Oct 5;16(1):170. doi: 10.1186/s12877-016-0349-4. PMID: 27716195; PMCID: PMC5052976. (cit. 2022-01-11) Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5052976/>

BENEDEK Z., TODOR-BOÉR S., KOCSIS L., BAUER O., SUCIU N., COROȘ M.F.: *Psoas Muscle Index Defined by Computer Tomography Predicts the Presence of Postoperative Complications in Colorectal Cancer Surgery.* *Medicina (Kaunas).* 2021 May 11;57(5):472. doi: 10.3390/medicina57050472. PMID: 34064607; PMCID:

PMC8151336. (cit.2023-04-12) Dostupné z: <https://www.mdpi.com/1648-9144/57/5/472>

BOROS K., FREEMONT T.: *Physiology of ageing of the musculoskeletal system*. Best Pract Res Clin Rheumatol. 2017 Apr;31(2):203-217. doi: 10.1016/j.berh.2017.09.003. Epub 2017 Oct 14. PMID: 29224697. (cit. 2023-03-21) Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1521694217300207?via%3Dihub>

BUREŠ J. ET AL. *Vnitřní lékařství 1*. Druhé, přepracované a rozšířené vydání. Praha: Galén, 2014. 401-402, 423-429. ISBN 978-80-7492-145-2.

CAMPINS L., CAMPS M., RIERA A., PLEGUEZUELOS E., YEBENES J.C., SERRA-PRAT M.: *Oral Drugs Related with Muscle Wasting and Sarcopenia. A Review*. Pharmacology. 2017;99(1-2):1-8. doi: 10.1159/000448247. Epub 2016 Aug 31. PMID: 27578190. (cit. 2023-03-28) Dostupné z: <https://www.karger.com/Article/FullText/448247>

CAPOZZI A., SCAMBIA G., LELLO S.: *Calcium, vitamin D, vitamin K2, and magnesium supplementation and skeletal health*. Maturitas. 2020 Oct;140:55-63. doi: 10.1016/j.maturitas.2020.05.020. Epub 2020 May 30. PMID: 32972636. (cit. 2023-03-24) Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S037851222030284X>

CRUZ-JENTOFT A.J., BAHAT G., BAUER J., BOIRIE Y., BRUYÈRE O., CEDERHOLM T., COOPER C., LANDI F., ROLLAND Y., SAYER A.A., SCHNEIDER S.M., SIEBER C.C., TOPINKOVA E., VANDEWOUDE M., VISSER M., ZAMBONI M.; WRITING GROUP FOR THE EUROPEAN WORKING GROUP ON SARCOPENIA IN OLDER PEOPLE 2 (EWGSOP2), AND THE EXTENDED GROUP FOR EWGSOP2.: *Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis*. Age Ageing. 2019 Jan 1;48(1):16-31. doi: 10.1093/ageing/afy169. Erratum in: Age Ageing. 2019 Jul 1;48(4):601. PMID: 30312372; PMCID: PMC6322506. (cit. 2022-01-11) Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6322506/>

CUDA T.J., HE Y., KRYZA T., KHAN T., TSE B.W., SOKOLOWSKI K.A., LIU C., LYONS N., GOUGH M., SNELL C.E., WYLD D.K., ROSE S., RIDDELL A.D., STEVENSON A.R.L., THOMAS P.A., CLARK D.A., PUTTICK S., HOOPER J.D.: *Preclinical Molecular PET-CT Imaging Targeting CDCP1 in Colorectal Cancer*. Contrast Media Mol Imaging. 2021 Sep

13;2021:3153278. doi: 10.1155/2021/3153278. PMID: 34621145; PMCID: PMC8455202. (cit. 2023-03-28) Dostupné z:

<https://www.hindawi.com/journals/cmami/2021/3153278/>

CURTIS L.J., BERNIER P., JEEJEBHOY K., ALLARD J., DUERKSEN D., GRAMLICH L., LAPORTE M., KELLER H.H.: *Costs of hospital malnutrition*. Clin Nutr. 2017

Oct;36(5):1391-1396. doi: 10.1016/j.clnu.2016.09.009. Epub 2016 Sep 19. PMID: 27765524. (cit. 2023-03-28) Dostupné z:

https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S026156141631247X?casa_token=ncn63k88pSoAAAAA:DaTv-5ZKZ8nMQdJvfeQhDODGWXjfeWTWPIoUMYD2ikycZ4okiz78wunIFbEAPII8S5LQUXpWdW

ČIHÁK R. *Anatomie 1*. Třetí, upravené a doplněné vydání. Praha: Grada, 2011. 23-26, 349-356. ISBN 978-80-247-3817-8.

ČIHÁK R. *Anatomie 2*. Třetí, upravené a doplněné vydání. Praha: Grada, 2013. 14-15, 112-127, 129-132, 143-154. ISBN 978-80-247-4788-0.

DE MARCO D., MAMANE S., CHOO W., MULLIE L., XUE X., AFILALO M., AFILALO J.:

Muscle Area and Density Assessed by Abdominal Computed Tomography in Healthy Adults: Effect of Normal Aging and Derivation of Reference Values. J Nutr Health Aging. 2022;26(2):243-246. doi: 10.1007/s12603-022-1746-3. PMID: 35297466. (cit. 2022-04-19) Dostupné z: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12603-022-1746-3>

DESAI S., GUDDATI A.K.: *Carcinoembryonic Antigen, Carbohydrate Antigen 19-9, Cancer Antigen 125, Prostate-Specific Antigen and Other Cancer Markers: A Primer on Commonly Used Cancer Markers*. World J Oncol. 2023 Feb;14(1):4-14. doi:

10.14740/wjon1425. Epub 2023 Feb 26. PMID: 36895994; PMCID: PMC9990734. (cit. 2023-03-28) Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9990734/>

DODDS R.M., ROBERTS H.C., COOPER C., SAYER A.A.: *The Epidemiology of Sarcopenia*.

J Clin Densitom. 2015 Oct-Dec;18(4):461-6. doi: 10.1016/j.jocd.2015.04.012. Epub 2015 Jun 12. PMID: 26073423; PMCID: PMC4629409. (cit. 2022-01-11) Dostupné z:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4629409/>

DOYLE D.J., HENDRIX J.M., GARMON E.H. *American Society of Anesthesiologists Classification*. 2022 Dec 4. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 Jan–. PMID: 28722969. (cit. 2023-03-28) Dostupné z:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK441940/>

DYLEVSKÝ I. *Somatologie: pro předmět Základy anatomie a fyziologie člověka*. Třetí přepracované a doplněné vydání. Praha: Grada, 2019. 37. ISBN 978-80-271-2111-3.

EATON W.A.: *Impact of Conformational Substates and Energy Landscapes on Understanding Hemoglobin Kinetics and Function*. *J Biol Phys*. 2021 Dec;47(4):337-353. doi: 10.1007/s10867-021-09588-3. Epub 2021 Nov 11. PMID: 34762226; PMCID: PMC8603986. (cit. 2023-03-29) Dostupné z:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8603986/>

EBADI M., BHANJI R.A., MAZURAK V.C., MONTANO-LOZA A.J.: *Sarcopenia in cirrhosis: from pathogenesis to interventions*. *J Gastroenterol*. 2019 Oct;54(10):845-859. doi: 10.1007/s00535-019-01605-6. Epub 2019 Aug 7. PMID: 31392488; PMCID: PMC6759678. (cit. 2022-01-11) Dostupné z:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6759678/>

ENDO T., MOMOKI C., YAMAOKA M., HACHINO S., IWATANI S., KIYOTA S., TANAKA H., HABU D.: *Validation of Skeletal Muscle Volume as a Nutritional Assessment in Patients With Gastric or Colorectal Cancer Before Radical Surgery*. *J Clin Med Res*. 2017 Oct;9(10):844-859. doi: 10.14740/jocmr3129w. Epub 2017 Sep 1. Erratum in: *J Clin Med Res*. 2017 Dec;9(12):1032. PMID: 28912921; PMCID: PMC5593432. (cit. 2023-03-15) Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5593432/>

FIORENTINI D., CAPPADONE C., FARRUGGIA G., PRATA C.: *Magnesium: Biochemistry, Nutrition, Detection, and Social Impact of Diseases Linked to Its Deficiency*. *Nutrients*. 2021 Mar 30;13(4):1136. doi: 10.3390/nu13041136. PMID: 33808247; PMCID: PMC8065437. (cit. 2023-03-24) Dostupné z:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8065437/>

FORETOVÁ L. ET AL. *Hereditární nádorová onemocnění v klinické praxi*. První vydání. Praha: Grada, 2022. 36-38. ISBN 978-80-271-1293-7.

GANAPATHY A., NIEVES J.W.: *Nutrition and Sarcopenia-What Do We Know?* Nutrients. 2020 Jun 11;12(6):1755. doi: 10.3390/nu12061755. PMID: 32545408; PMCID: PMC7353446. (cit. 2023-03-24) Dostupné z:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7353446/>

GANGULY J., KULSHRESHTHA D., ALMOTIRI M., JOG M.: *Muscle Tone Physiology and Abnormalities.* Toxins (Basel). 2021 Apr 16;13(4):282. doi: 10.3390/toxins13040282. PMID: 33923397; PMCID: PMC8071570. (cit. 2023-03-24) Dostupné z:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8071570/>

GREGERSEN H., WANG Y., FIELD F., WANG M., LO K.M., GUO X., COMBS W., KASSAB G.S.: *Anorectal volume-pressure relations, contraction work, and flow during defecation.* Biomech Model Mechanobiol. 2022 Oct;21(5):1613-1621. doi: 10.1007/s10237-022-01610-4. Epub 2022 Jul 30. PMID: 35908095; PMCID: PMC9633562. (cit. 2023-03-23) Dostupné z:

<https://link.springer.com/article/10.1007/s10237-022-01610-4>

GÜNTHER M., HAEUFLE D.F.B., SCHMITT S.: *The basic mechanical structure of the skeletal muscle machinery: One model for linking microscopic and macroscopic scales.* J Theor Biol. 2018 Nov 7;456:137-167. doi: 10.1016/j.jtbi.2018.07.023. Epub 2018 Jul 23. Erratum in: J Theor Biol. 2020 Mar 7;488:110143. PMID: 30048720. (cit. 2023-03-24) Dostupné z:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022519318303473?via%3Dihub>

HANSSON G.C.: *Mucins and the Microbiome.* Annu Rev Biochem. 2020 Jun 20;89:769-793. doi: 10.1146/annurev-biochem-011520-105053. Epub 2020 Apr 3. PMID: 32243763; PMCID: PMC8442341. (cit. 2023-03-23) Dostupné z:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8442341/>

HE Q., JIANG J., XIE L., ZHANG L., YANG M.: *A sarcopenia index based on serum creatinine and cystatin C cannot accurately detect either low muscle mass or sarcopenia in urban community-dwelling older people.* Sci Rep. 2018 Aug 1;8(1):11534. doi: 10.1038/s41598-018-29808-6. PMID: 30068907; PMCID: PMC6070576. (cit. 2023-03-28) Dostupné z: <https://www.nature.com/articles/s41598-018-29808-6>

HEGER P., PROBST P., WISKEMANN J., STEINDORF K., DIENER M.K., MIHALJEVIC A.L.:

A Systematic Review and Meta-analysis of Physical Exercise Prehabilitation in Major Abdominal Surgery (PROSPERO 2017 CRD42017080366). J Gastrointest Surg. 2020 Jun;24(6):1375-1385. doi: 10.1007/s11605-019-04287-w. Epub 2019 Jun 21. PMID: 31228083. (cit. 2023-03-28) Dostupné z:

<https://link.springer.com/article/10.1007/s11605-019-04287-w>

HERROD P.J.J., BOYD-CARSON H., DOLEMAN B., TROTTER J., SCHLICHTEMEIER S.,

SATHANAPALLY G., SOMERVILLE J., WILLIAMS J.P., LUND J.N.: *Quick and simple; psoas density measurement is an independent predictor of anastomotic leak and other complications after colorectal resection.* Tech Coloproctol. 2019 Feb;23(2):129-134. doi: 10.1007/s10151-019-1928-0. Epub 2019 Feb 21. PMID: 30790102; PMCID: PMC6441102. (cit. 2023-03-16) Dostupné z:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6441102/>

HIJAZI Y., GONDAL U., AZIZ O.: *A systematic review of prehabilitation programs in abdominal cancer surgery.* Int J Surg. 2017 Mar;39:156-162. doi:

10.1016/j.ijssu.2017.01.111. Epub 2017 Feb 2. PMID: 28161527. (cit. 2023-03-28) Dostupné z:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1743919117301164?via%3Dihub>

HOLMES C.J., RACETTE S.B.: *The Utility of Body Composition Assessment in Nutrition and Clinical Practice: An Overview of Current Methodology.* Nutrients. 2021 Jul 22;13(8):2493. doi: 10.3390/nu13082493. PMID: 34444653; PMCID: PMC8399582. (cit. 2023-03-21) Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8399582/>

HOLUBÁŘOVÁ J., PAVLŮ D. *Proprioceptivní neuromuskulární facilitace.* Čtvrté vydání. Praha: Karolinum, 2022. 11-12, 16, 18. ISBN 978-80-246-5296-2.

HORESH N., RUDNICKI Y., DREZNIK Y., ZBAR A.P., GUTMAN M., ZMORA O., ROSIN D.:

Reversal of Hartmann's procedure: still a complicated operation. Tech Coloproctol. 2018 Feb;22(2):81-87. doi: 10.1007/s10151-017-1735-4. Epub 2017 Dec 4. PMID: 29204724. (cit. 2023-03-28) Dostupné z:

<https://link.springer.com/article/10.1007/s10151-017-1735-4>

HORVAT N., CARLOS TAVARES ROCHA C., CLEMENTE OLIVEIRA B., PETKOVSKA I., GOLLUB M.J.: *MRI of Rectal Cancer: Tumor Staging, Imaging Techniques, and Management.* Radiographics. 2019 Mar-Apr;39(2):367-387. doi: 10.1148/rg.2019180114. Epub 2019 Feb 15. PMID: 30768361; PMCID: PMC6438362. (cit. 2023-03-28) Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6438362/>

HŮLEK P., URBÁNEK P. ET AL. *Hepatologie.* Třetí vydání. Praha: Grada, 2018. 17-18, 25-27. ISBN 978-80-271-0394-2.

IHNÁT P. *Karcinom rekta: od diagnózy po multidisciplinární léčbu.* První vydání. Praha: Grada, 2021. 27-32, 40-42, 47-63, 66-75, 103-104, 116-122, 147-158, 170, 187-189, 207-209, 249-251, 253-255. ISBN 978-80-271-3219-5.

JAIN S., MAQUE J., GALOOSIAN A., OSUNA-GARCIA A., MAY F.P.: *Optimal Strategies for Colorectal Cancer Screening.* Curr Treat Options Oncol. 2022 Apr;23(4):474-493. doi: 10.1007/s11864-022-00962-4. Epub 2022 Mar 22. PMID: 35316477; PMCID: PMC8989803. (cit. 2023-03-28) Dostupné z: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11864-022-00962-4>

JASAROVIC D., STOJANOVIC D., MITROVIC N., STEVANOVIC D.: *Anastomotic leak after colorectal cancer surgery - risk factors in 21thcentury.* J BUON. 2020 Sep-Oct;25(5):2199-2204. PMID: 33277836. (cit. 2023-02-13) Dostupné z: <https://www.jbuon.com/archive/25-5-2199.pdf>

JECH R.: *Klinické aspekty spasticity.* Neurologie pro praxi [online]. Solen, 2015; 26.1.2015, 16(1), 14-19 [cit. 2023-04-25]. Dostupné z: <https://www.neurologiepropraxi.cz/pdfs/neu/2015/01/04.pdf>

JINDAL A., JAGDISH R.K.: *Sarcopenia: Ammonia metabolism and hepatic encephalopathy.* Clin Mol Hepatol. 2019 Sep;25(3):270-279. doi: 10.3350/cmh.2019.0015. Epub 2019 Apr 22. PMID: 31006226; PMCID: PMC6759436. (cit. 2023-03-28) Dostupné z: <https://www.e-cmh.org/journal/view.php?doi=10.3350/cmh.2019.0015>

JOCHUM S.B., KISTNER M., WOOD E.H., HOSCHEIT M., NOWAK L., POIRIER J., EBERHARDT J.M., SACLARIDES T.J., HAYDEN D.M.: *Is sarcopenia a better predictor of*

complications than body mass index? Sarcopenia and surgical outcomes in patients with rectal cancer. Colorectal Dis. 2019 Dec;21(12):1372-1378. doi: 10.1111/codi.14751. Epub 2019 Jul 21. PMID: 31276286. (cit. 2023-03-16) Dostupné z: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/codi.14751>

JUNG H.: *Basic physical principles and clinical applications of computed tomography.* Progress in Medical Physics, 2021, 32.1: 1-17. (cit. 2023-03-30) Dostupné z: <https://synapse.koreamed.org/articles/1146894>

JURT J., HÜBNER M., PACHE B., HAHNLOSER D., DEMARTINES N., GRASS F.: *Respiratory Complications After Colorectal Surgery: Avoidable or Fate?* World J Surg. 2018 Sep;42(9):2708-2714. doi: 10.1007/s00268-018-4699-2. PMID: 29926123. (cit. 2023-03-28) Dostupné z: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00268-018-4699-2>

KALA Z., PROCHÁZKA V., GROlich T., ČAN V., OSTŘÍŽKOVÁ L., VÁLEK V., ŠLAMPA P.: *Moderní trendy v chirurgii kolorektálního karcinomu aneb co by měl onkolog vědět o práci chirurga.* Onkologie [online]. Solen, 2017, 1.5.2017, 11(2), 54-60 [cit. 2023-03-28]. Dostupné z: <https://www.solen.cz/pdfs/xon/2017/02/02.pdf>

KAPOUNOVÁ G. *Ošetřovatelství v intenzivní péči.* Druhé, aktualizované a doplněné vydání. Praha: Grada, 2020. 49-51. ISBN 978-80-271-0130-6.

KHAN A.S., GARCIA-ARoz S., ANSARI M.A., ATIQ S.M., SENTER-ZAPATA M., FOWLER K., DOYLE M.B., CHAPMAN W.C. *Assessment and optimization of liver volume before major hepatic resection: Current guidelines and a narrative review.* Int J Surg. 2018 Apr;52:74-81. doi: 10.1016/j.ijssu.2018.01.042. Epub 2018 Feb 7. PMID: 29425829. (cit. 2023-03-31) Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1743919118305211?via%3Dihub>

KITTNAR O. ET AL. *Lékařská fyziologie.* Druhé, přepracované a doplněné vydání. Praha: Grada, 2020. 87-116. ISBN 978-80-247-1963-4.

KITTNAR O., MLČEK M. *Regulace v lékařské fyziologii: atlas schémat.* První vydání. Praha: Grada, 2021. 140,147,169,173. ISBN 978-80-271-1240-1.

KLENER P. ET AL. *Vnitřní lékařství 4.* Čtvrté, přepracované a doplněné vydání. Praha: Galén, Karolinum, 2011. 101-102, 161-164, 813-816. ISBN 978-80-7262-705-9, 978-80-246-1986-6.

KUMRAL D, ZFASS AM.: *Gut Movements: A Review of the Physiology of Gastrointestinal Transit.* Dig Dis Sci. 2018 Oct;63(10):2500-2506. doi: 10.1007/s10620-018-5259-1. PMID: 30145693. (cit. 2023-03-23) Dostupné z:

<https://link.springer.com/article/10.1007/s10620-018-5259-1>

LODEWICK T.M., ROETH A.A., OLDE DAMINK S.W., ALIZAI P.H., VAN DAM R.M., GASSLER N., SCHNEIDER M., DELLO S.A., SCHMEDING M., DEJONG C.H., NEUMANN U.P.: *Sarcopenia, obesity and sarcopenic obesity: effects on liver function and volume in patients scheduled for major liver resection.* J Cachexia Sarcopenia Muscle. 2015 Jun;6(2):155-63. doi: 10.1002/jcsm.12018. Epub 2015 Apr 28. PMID: 26136191; PMCID: PMC4458081. (cit. 2022-09-10) Dostupné z:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4458081/>

LOOJAARD S.M.L.M., MAIER A.B., VOSKUILEN A.F., VAN ZANTEN T., BOUMAN D.E., KLAASE J.M., MESKERS C.G.M.: *Are computed tomography-based measures of specific abdominal muscle groups predictive of adverse outcomes in older cancer patients?* Heliyon. 2020 Nov 9;6(11):e05437. doi: 10.1016/j.heliyon.2020.e05437. PMID: 33225092; PMCID: PMC7662847. (cit. 2023-03-17) Dostupné z:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7662847/>

LOOJAARD S.M.L.M., MESKERS C.G.M., SLEE-VALENTIJN M.S., BOUMAN D.E., WYMENGA A.N.M., KLAASE J.M., MAIER A.B.: *Computed Tomography-Based Body Composition Is Not Consistently Associated with Outcome in Older Patients with Colorectal Cancer.* Oncologist. 2020 Mar;25(3):e492-e501. doi: 10.1634/theoncologist.2019-0590. Epub 2019 Nov 20. PMID: 32162794; PMCID: PMC7066687. (cit. 2023-03-17) Dostupné z:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7066687/>

LUKÁŠ K., HOCH J. ET AL. *Nemoci střev.* První vydání. Praha: Grada, 2018. 41-48, 413-414. ISBN 978-80-271-0353-9.

LUKÁŠ K., HOCH J. ET AL. *Obyčejné nemoci trávicího traktu.* První vydání. Praha: Grada, 2022. 116-135. ISBN 978-80-271-3405-2.

MALÍKOVÁ H. ET AL. *Základy radiologie a zobrazovacích metod.* Druhé, aktualizované vydání. Praha: Karolinum, 2022. 20-33, 43-49, 88-89. ISBN 978-80-246-5190-3.

MANG T.: *Kolorektales Karzinom: Rolle bildgebender Verfahren in der Vorsorge* [Colorectal cancer: role of imaging in screening]. *Radiologe*. 2019 Jan;59(1):23-34. German. doi: 10.1007/s00117-018-0479-0. PMID: 30564957. (cit. 2023-03-19)
Dostupné z: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00117-018-0479-0>

MANIGRASSO M., MILONE M., VELOTTI N., VERTALDI S., SCHETTINO P., MUSELLA M., APREA G., GENNARELLI N., MAIONE F., SARNELLI G., VENETUCCI P., DE PALMA G.D., MILONE F.: *Incidence and risk factors of portomesenteric venous thrombosis after colorectal surgery for cancer in the elderly population*. *World J Surg Oncol*. 2019 Nov 19;17(1):195. doi: 10.1186/s12957-019-1739-9. PMID: 31744485; PMCID: PMC6865040. (cit. 2023-02-16) Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6865040/>

MANINI T.M., PATEL S.M., NEWMAN A.B., TRAVISON T.G., KIEL D.P., SHARDELL M.D., PENCINA K.M., WILSON K.E., KELLY T.L., MASSARO J.M., FIELDING R.A., MAGAZINER J., CORREA-DE-ARAUJO R., KWOK T.C.Y., HIRANI V., KARLSSON M.K., D'AGOSTINO R.B. SR., MELLSTRÖM D., OHLSSON C., RIBOM E., JORDAN J.M., BHASIN S., CAWTHON P.M.: *Identification of Sarcopenia Components That Discriminate Slow Walking Speed: A Pooled Data Analysis*. *J Am Geriatr Soc*. 2020 Jul;68(7):1419-1428. doi: 10.1111/jgs.16524. Epub 2020 Jul 7. PMID: 32633834; PMCID: PMC8018524. (cit. 2023-03-28) Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8018524/>

MARRA M., SAMMARCO R., DE LORENZO A., IELLAMO F., SIERVO M., PIETROBELLI A., DONINI L.M., SANTARPIA L., CATALDI M., PASANISI F., CONTALDO F.: *Assessment of Body Composition in Health and Disease Using Bioelectrical Impedance Analysis (BIA) and Dual Energy X-Ray Absorptiometry (DXA): A Critical Overview*. *Contrast Media Mol Imaging*. 2019 May 29;2019:3548284. doi: 10.1155/2019/3548284. PMID: 31275083; PMCID: PMC6560329. (cit. 2023-03-20) Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6560329/>

MAYO N.E., FELDMAN L., SCOTT S., ZAVORSKY G., KIM D.J., CHARLEBOIS P., STEIN B., CARLI F.: *Impact of preoperative change in physical function on postoperative recovery: argument supporting prehabilitation for colorectal surgery*. *Surgery*. 2011 Sep;150(3):505-14. doi: 10.1016/j.surg.2011.07.045. PMID: 21878237. (cit. 2023-02-

17) Dostupné z:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0039606011003965>

MEYER F., VALENTINI L.: *Disease-Related Malnutrition and Sarcopenia as Determinants of Clinical Outcome.* Visc Med. 2019 Oct;35(5):282-291. doi: 10.1159/000502867. Epub 2019 Sep 2. PMID: 31768391; PMCID: PMC6873090. (cit. 2023-03-28) Dostupné z: <https://www.karger.com/Article/FullText/502867>

MORETTI A.: *What is the role of magnesium for skeletal muscle cramps? A Cochrane Review summary with commentary.* J Musculoskelet Neuronal Interact. 2021 Mar 1;21(1):1-3. PMID: 33657750; PMCID: PMC8020016. (cit. 2023-03-25) Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8020016/>

MOURTZAKIS M., PRADO C.M., LIEFFERS J.R., REIMAN T., MCCARGAR L.J., BARACOS V.E.: *A practical and precise approach to quantification of body composition in cancer patients using computed tomography images acquired during routine care.* Appl Physiol Nutr Metab. 2008 Oct;33(5):997-1006. doi: 10.1139/H08-075. PMID: 18923576. (cit. 2023-03-16) Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/23387561_Mourtzakis_M_Prado_CM_Lieffers_JR_Reiman_T_McCargar_LJ_Baracos_VEA_practical_and_precise_approach_to_quantification_of_body_composition_in_cancer_patients_using_computed_tomography_images_acquired_during_routine_care

MOUSTOGIANNIS A., PHILIPPOU A., TASO O., ZEVOLIS E., PAPPA M., CHATZIGEORGIU A., KOUTSILIERIS M.: *The Effects of Muscle Cell Aging on Myogenesis.* Int J Mol Sci. 2021 Apr 2;22(7):3721. doi: 10.3390/ijms22073721. PMID: 33918414; PMCID: PMC8038215. (cit. 2023-03-21) Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8038215/>

NAGATA T., NAKASE Y., NAKAMURA K., SOUGAWA A., MOCHIDUKI S., KITAI S., INABA S.: *Prognostic Impact of a Nutritional Index Including Muscle Volume in Stage 4 Colorectal Cancer.* In Vivo. 2016 11-12;30(6):885-891. doi: 10.21873/invivo.11009. PMID: 27815476. (cit. 2023-03-14) Dostupné z: <https://iv.iiarjournals.org/content/30/6/885.long>

NAKAMURA Y., KIMURA S. & HASE, K.: *M cell-dependent antigen uptake on follicle-associated epithelium for mucosal immune surveillance.* 2018;38:15. Published 2018 Sep 3. doi:10.1186/s41232-018-0072-y (cit. 2023-03-23) Dostupné z:

<https://inflammregen.biomedcentral.com/articles/10.1186/s41232-018-0072-y>

NAKANISHI R., OKI E., SASAKI S., HIROSE K., JOGO T., EDAHIRO K., KOREHISA S., TANIGUCHI D., KUDO K., KURASHIGE J., SUGIYAMA M., NAKASHIMA Y., OHGAKI K., SAEKI H., MAEHARA Y.: *Sarcopenia is an independent predictor of complications after colorectal cancer surgery.* Surg Today. 2018 Feb;48(2):151-157. doi: 10.1007/s00595-017-1564-0. Epub 2017 Jul 11. PMID: 28699003. (cit. 2023-03-28) Dostupné z:

<https://link.springer.com/article/10.1007/s00595-017-1564-0>

OGINO T., HATA T., KAWADA J., OKANO M., KIM Y., OKUYAMA M., TSUJINAKA T.: *The Risk Factor of Anastomotic Hypoperfusion in Colorectal Surgery.* J Surg Res. 2019 Dec;244:265-271. doi: 10.1016/j.jss.2019.06.050. Epub 2019 Jul 11. PMID: 31302324. (cit. 2023-02-16) Dostupné z:

https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022480419304469?casa_token=-O_pyUXRueIAAAAA:dfe_IDAINalq-Lg49vyfKEvM8-8-dWKKqestxLJRwBZwWn7CUYsfKD5FYNHqWwUoLrpKB3PTow

OHKAWARA B., ITO M., OHNO K.: *Secreted Signaling Molecules at the Neuromuscular Junction in Physiology and Pathology.* Int J Mol Sci. 2021 Feb 28;22(5):2455. doi: 10.3390/ijms22052455. PMID: 33671084; PMCID: PMC7957818. (cit. 2023-03-24) Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7957818/>

PAK H., MAGHSOUDI L.H., SOLTANIAN A., GHOLAMI F.: *Surgical complications in colorectal cancer patients.* Ann Med Surg (Lond). 2020 May 11;55:13-18. doi: 10.1016/j.amsu.2020.04.024. PMID: 32435475; PMCID: PMC7229272. (cit.2023-03-27) Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7229272/>

PALLAN A., DEDELAITE M., MIRAJKAR N., NEWMAN P. A., PLOWRIGHT J. & ASHRAF S.: (2021). *Postoperative complications of colorectal cancer.* Clinical radiology, 76(12), 896-907. (cit. 2023-03-22) Dostupné z: https://www.researchgate.net/profile/Shazad-Ashraf/publication/353369863_Postoperative_complications_of_colorectal_cancer/links/60fa62ec0c2bfa282af5d696/Postoperative-complications-of-colorectal-cancer.pdf

PÁRAL J.: *Akutní mezenterální ischemie: Moderní diagnostika a léčba akutní ischemie střeva.* První vydání. Praha: Grada, 2012. 54-58. ISBN 978-80-247-3996-0.

PAZDÍREK F., VJACLOVSKÝ M., GREGA M., HOCH J.: *Možnosti léčby karcinomu rekta.* Onkologie [online]. Solen, 2022, 22.2.2022, 16(1), 33-37 [cit. 2023-03-18].
Dostupné z: <https://www.solen.cz/pdfs/xon/2022/01/06.pdf>

PEKAŘOVÁ A., PEKAŘ M., SOLTES M., HAVRELETOVÁ L., CHOVANCOVÁ T.: *Psoas density – an optimal sarcopaenic indicator associated with postoperative complications after colorectal resection for cancer?* *Wideochir Inne Tech Maloinwazyjne.* 2021 Mar;16(1):91-97. doi: 10.5114/wiitm.2020.100880. Epub 2020 Nov 13. PMID: 33786121; PMCID: PMC7991955. (cit. 2023-03-17) Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7991955/>

RIVERA-ESTEBAN J., ARMANDI A., AUGUSTIN S., BUGIANESI E.: *Outcomes and potential surrogate markers for future clinical trials of non-alcoholic steatohepatitis cirrhosis.* *Liver Int.* 2021 Sep;41(9):1999-2008. doi: 10.1111/liv.15013. Epub 2021 Jul 21. PMID: 34242466; PMCID: PMC8457215. (cit. 2023-03-28) Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8457215/>

ROBINSON S., GRANIC A., SAYER A.A.: *Nutrition and Muscle Strength, As the Key Component of Sarcopenia: An Overview of Current Evidence.* *Nutrients.* 2019 Dec 3;11(12):2942. doi: 10.3390/nu11122942. PMID: 31817048; PMCID: PMC6950468. (cit. 2023-03-21) Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6950468/>

ROHEN J. W., LÜTJEN-DRECOLL E. *Anatomie v přehledech a schématech: Anatomie: die Lerntafeln.* Přeložil Ondřej NAŇKA. První vydání. Praha: Grada, 2018. 26-33, 39. ISBN 978-80-271-0669-1.

ROKYTA R. ET AL. *Fyziologie a patologická fyziologie: pro klinickou praxi.* První vydání. Praha: Galén, 2015. 221-226, 229, 232-237, 240, 415-422. ISBN 978-80-247-4867-2.

ROLLINS KE, GOPINATH A, AWWAD A, MACDONALD IA, LOBO DN.: *Computed tomography-based psoas skeletal muscle area and radiodensity are poor sentinels for whole L3 skeletal muscle values.* *Clin Nutr.* 2020 Jul;39(7):2227-2232. doi: 10.1016/j.clnu.2019.10.003. Epub 2019 Oct 14. PMID: 31668722; PMCID:

PMC7359407. (cit. 2023-03-17) Dostupné z:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7359407/>

ROSA-CALDWELL M.E., GREENE N.P.: *Muscle metabolism and atrophy: let's talk about sex.* Biol Sex Differ. 2019 Aug 28;10(1):43. doi: 10.1186/s13293-019-0257-3. PMID:

31462271; PMCID: PMC6714453. (cit. 2023-03-21) Dostupné z:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6714453/>

RUTTEN I.J.G., UBACHS J., KRUITWAGEN R.F.P.M., BEETS-TAN R.G.H., OLDE DAMINK S.W.M., VAN GORP T.: *Psoas muscle area is not representative of total skeletal muscle area in the assessment of sarcopenia in ovarian cancer.* J Cachexia Sarcopenia Muscle. 2017 Aug;8(4):630-638. doi: 10.1002/jcsm.12180. Epub 2017 May 16. PMID:

28513088; PMCID: PMC5566632. (cit. 2023-03-17) Dostupné z:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5566632/>

SAWHNEY S., WILSON S.R.: *Can Ultrasound With Contrast Enhancement Replace Nonenhanced Computed Tomography Scans in Patients With Contraindication to Computed Tomography Contrast Agents?* Ultrasound Q. 2017 Jun;33(2):125-132. doi: 10.1097/RUQ.0000000000000271. PMID: 28141682; PMCID: PMC5457816. (cit. 2023-03-28) Dostupné z: [https://journals.lww.com/ultrasound-](https://journals.lww.com/ultrasound-quarterly/Fulltext/2017/06000/Can_Ultrasound_With_Contrast_Enhancement_Replac)

[e.3.aspx](https://journals.lww.com/ultrasound-quarterly/Fulltext/2017/06000/Can_Ultrasound_With_Contrast_Enhancement_Replac)

SHI B., LIU S., CHEN J., LIU J., LUO Y., LONG L., LAN Q., ZHANG Y.: *Sarcopenia is Associated with Perioperative Outcomes in Gastric Cancer Patients Undergoing Gastrectomy.* Ann Nutr Metab. 2019;75(4):213-222. doi: 10.1159/000504283. Epub 2019 Dec 17. PMID: 31846973. (cit. 2023-03-15) Dostupné z:

<https://www.karger.com/Article/FullText/504283>

SCHNEIDER S.M., CORREIA M.I.T.D.: *Epidemiology of weight loss, malnutrition and sarcopenia: A transatlantic view.* Nutrition. 2020 Jan;69:110581. doi:

10.1016/j.nut.2019.110581. Epub 2019 Sep 13. PMID: 31622908. (cit. 2023-03-28)

Dostupné z:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0899900719301650?via%3Dihub>

- SIEBER C.C.:** *Malnutrition and sarcopenia*. Aging Clin Exp Res. 2019 Jun;31(6):793-798. doi: 10.1007/s40520-019-01170-1. Epub 2019 May 30. PMID: 31148100. (cit. 2022-01-11) Dostupné z: <https://link.springer.com/article/10.1007/s40520-019-01170-1>
- SINGH S.S., KUMAR A., WELCH N., SEKAR J., MISHRA S., BELLAR A., GANGADHARIAH M., ATTAWAY A., AL KHAFAJI H., WU X., PATHAK V., AGRAWAL V., MCMULLEN M.R., HORNBERGER T.A., NAGY L.E., DAVULURI G., DASARATHY S.:** *Multiomics-Identified Intervention to Restore Ethanol-Induced Dysregulated Proteostasis and Secondary Sarcopenia in Alcoholic Liver Disease*. Cell Physiol Biochem. 2021 Feb 6;55(1):91-116. doi: 10.33594/000000327. PMID: 33543862; PMCID: PMC8195260. (cit. 2023-03-28) Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8195260/>
- SLEZÁKOVÁ L. ET AL.** *Ošetrovatelství v chirurgii I*. Druhé, přepracované a doplněné vydání. Praha: Grada, 2019. 9-10, 207-220. ISBN 978-80-247-2900-8.
- SLÍPKA J., TONAR Z.** *Základy histologie*. Druhé vydání. Praha: Karolinum, 2018. 87. ISBN 978-80-246-3934-5.
- SOUZA G.D., SOUZA L.R.Q., CUENCA R.M., VILELA V.M., SANTOS B.E.M., AGUIAR F.S.:** *Pre- and postoperative imaging methods in colorectal cancer*. Arq Bras Cir Dig. 2018;31(2):e1371. doi: 10.1590/0102-672020180001e1371. Epub 2018 Jul 2. PMID: 29972399; PMCID: PMC6044197. (cit. 2023-03-28) Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6044197/>
- STRASSER B., WOLTERS M., WEYH C., KRÜGER K., TICINESI A.:** *The Effects of Lifestyle and Diet on Gut Microbiota Composition, Inflammation and Muscle Performance in Our Aging Society*. Nutrients. 2021 Jun 15;13(6):2045. doi: 10.3390/nu13062045. PMID: 34203776; PMCID: PMC8232643. (cit. 2023-03-21) Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8232643/>
- SZENTESI P., CSERNOCH L., DUX L., KELLER-PINTÉR A.:** *Changes in Redox Signaling in the Skeletal Muscle with Aging*. Oxid Med Cell Longev. 2019 Jan 17;2019:4617801. doi: 10.1155/2019/4617801. PMID: 30800208; PMCID: PMC6360032. (cit. 2023-03-21) Dostupné z: <https://www.hindawi.com/journals/omcl/2019/4617801/>
- ŠVIHOVEC J. ET AL.** *Farmakologie*. První vydání. Praha: Grada, 2018. 534-535, 567-569, 572-574, 866. ISBN 978-80-247-5558-8.

TAN D.J.H., YAOW C.Y.L., MOK H.T. ET AL.: *The influence of diabetes on postoperative complications following colorectal surgery.* Tech Coloproctol. 2021 Mar;25(3):267-278. doi: 10.1007/s10151-020-02373-9. Epub 2021 Jan 1. PMID: 33386511; PMCID: PMC7775741. (cit. 2023-04-12) Dostupné z:

<https://link.springer.com/article/10.1007/s10151-020-02373-9>

TEIXEIRA E., BOHN L., GUIMARÃES J.P., MARQUES-ALEIXO I.: *Portable Digital Monitoring System for Sarcopenia Screening and Diagnosis.* Geriatrics (Basel). 2022 Oct 25;7(6):121. doi: 10.3390/geriatrics7060121. PMID: 36412610; PMCID: PMC9680425. (cit. 2023-03-28) Dostupné z: <https://www.mdpi.com/2308-3417/7/6/121>

TOH J.W., LIM R., KESHAVA A., RICKARD M.J.: *The risk of internal hernia or volvulus after laparoscopic colorectal surgery: a systematic review.* Colorectal Dis. 2016 Dec;18(12):1133-1141. doi: 10.1111/codi.13464. PMID: 27440227. (cit. 2023-03-13) Dostupné z:

https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/codi.13464?saml_referrer

TOOLONEN A., PAKARINEN T., SASSI A., KYTTÄ J., CANCINO W., RINTA-KIIKKA I., PERTUZ S., ARPONEN O.: *Methodology, clinical applications, and future directions of body composition analysis using computed tomography (CT) images: A review.* Eur J Radiol. 2021 Dec;145:109943. doi: 10.1016/j.ejrad.2021.109943. Epub 2021 Aug 30. PMID: 34839215. (cit. 2023-03-19) Dostupné z:

[https://www.ejradiology.com/article/S0720-048X\(21\)00424-1/fulltext](https://www.ejradiology.com/article/S0720-048X(21)00424-1/fulltext)

TOURNADRE A., VIAL G., CAPEL F., SOUBRIER M., BOIRIE Y.: *Sarcopenia.* Joint Bone Spine. 2019 May;86(3):309-314. doi: 10.1016/j.jbspin.2018.08.001. Epub 2018 Aug 8. PMID: 30098424. (cit. 2023-03-28) Dostupné z:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1297319X18301891?via%3Dihub>

TUNCER K., SERT I., KILINC G., TUGMEN C., EMIROGLU M.: *Effect of preoperative skeletal muscle area and prognostic nutritional index values on postoperative morbidity and mortality in patients with gastric cancer: a single-center retrospective analysis.* Acta Chir Belg. 2021 Sep 15:1-6. doi: 10.1080/00015458.2021.1977462. Epub ahead of print. PMID: 34486944. (cit. 2023-03-14) Dostupné z:

<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00015458.2021.1977462?scroll=top&needAccess=true&role=tab>

UNION FOR INTERNATIONAL CANCER CONTROL (UICC). *TNM: Klasifikace zhoubných novotvarů.* Přeložil a zpracoval Ústav zdravotnických informací a statistiky ČR. Osmé vydání 2017, česká verze 2018. Praha: Grada, 2023. 18-25, 86-89. ISBN 978-80-7272-185-X

VAJNER L., UHLÍK J., KONRÁDOVÁ V. *Lékařská histologie I.: Cytologie a obecná histologie.* Druhé, upravené vydání. Praha: Karolinum, 2018. 49-50, 86-94. ISBN 978-80-246-4107-2.

VAJNER L., UHLÍK J., KONRÁDOVÁ V. *Lékařská histologie II.: Mikroskopická anatomie.* Druhé, upravené vydání. Praha: Karolinum, 2017. 42-43, 56, 60-61, 64-72. ISBN 978-80-246-3827-0.

VODIČKA J. ET AL. *Speciální chirurgie.* Druhé, doplněné vydání. Praha: Karolinum, 2014. 174-180. ISBN 978-80-246-2512-6.

VOKURKA S. ET AL. *Komplikace onkologických pacientů a možnosti jejich řešení v primární péči.* První vydání. Praha: Grada, 2022. 94-99. ISBN 978-80-271-3556-1.

Web A: National Institute of Biomedical Imaging and Bioengineering. *Computed Tomography (CT).* (cit. 2023-03-19) Dostupné z: <https://www.nibib.nih.gov/science-education/science-topics/computed-tomography-ct>

Web B: National Institute of Biomedical Imaging and Bioengineering. *Magnetic Resonance Imaging (MRI).* (cit. 2023-03-19) Dostupné z: <https://www.nibib.nih.gov/science-education/science-topics/magnetic-resonance-imaging-mri>

Web C: American Society of Anesthesiologists. *ASA Physical Status Classification System.* (cit. 2023-03-30) Dostupné z: <https://www.asahq.org/standards-and-guidelines/asa-physical-status-classification-system>

Web D: Basingstoke Colorectal. *TEMS/TAMIS.* (cit. 2023-03-28) Dostupné z: <http://www.basingstokecolorectal.co.uk/node/18>

Web E: Braunoviny. *Podtlaková terapie anastomotického leaku po resekci konečníku*. (cit. 2023-03-28) Dostupné z: <https://www.braunoviny.cz/podtlakova-terapie-anastomotickeho-leaku-po-resekcii-konecniku>

Web F: Bladder&Bowel Community. *What Is A Stoma?* (cit. 2023-03-28) Dostupné z: <https://www.bladderandbowel.org/bowel/stoma/what-is-a-stoma/>

Web: B Braun. *Endo-SPONGE*. (cit. 2023-03-28) Dostupné z: <https://www.bbraun.cz/cs/products/b0/endo-sponge.html>

Web: Top Class Medical s.r.o. *Cirkulární stapler*. (cit.2023-03-29) Dostupné z: <http://www.topclassmedical.cz/cirkularni-stapler/>

Web: Wikipedie: Otevřená encyklopedie. *Hemoglobin*. (cit.2023-03-29) Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Hemoglobin>

WEST M.A., JACK S., GROCOTT M.P.W.: *Prehabilitation before surgery: Is it for all patients?* Best Pract Res Clin Anaesthesiol. 2021 Dec;35(4):507-516. doi: 10.1016/j.bpa.2021.01.001. Epub 2021 Jan 27. PMID: 34801213. (cit. 2023-03-28) Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S152168962100001X?via%3Dihub>

WIDMAR M., KESKIN M., STROMBOM P.D., GENNARELLI R.L., SZEGLIN B.C., SMITH J.J., NASH G.M., WEISER M.R., PATY P.B., RUSSELL D., GARCIA-AGUILAR J.: *Evaluating the Validity of the Clavien-Dindo Classification in Colectomy Studies: A 90-Day Cost of Care Analysis*. Dis Colon Rectum. 2021 Nov 1;64(11):1426-1434. doi: 10.1097/DCR.0000000000001966. PMID: 34623350; PMCID: PMC8502230. (cit. 2023-03-30) Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8502230/>

WILKINSON D.J., PIASECKI M., ATHERTON P.J.: *The age-related loss of skeletal muscle mass and function: Measurement and physiology of muscle fibre atrophy and muscle fibre loss in humans*. Ageing Res Rev. 2018 Nov;47:123-132. doi: 10.1016/j.arr.2018.07.005. Epub 2018 Jul 23. PMID: 30048806; PMCID: PMC6202460. (cit. 2023-03-21) Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6202460/>

YAMADA Y., YAMADA M., YOSHIDA T., MIYACHI M., ARAI H.: *Validating muscle mass cutoffs of four international sarcopenia-working groups in Japanese people using DXA and BIA.* J Cachexia Sarcopenia Muscle. 2021 Aug;12(4):1000-1010. doi:

10.1002/jcsm.12732. Epub 2021 Jun 7. PMID: 34101377; PMCID: PMC8350199. (cit. 2023-03-28) Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8350199/>

YAMAKAWA H., KUSUMOTO D., HASHIMOTO H., YUASA S.: *Stem Cell Aging in Skeletal Muscle Regeneration and Disease.* Int J Mol Sci. 2020 Mar 6;21(5):1830. doi:

10.3390/ijms21051830. PMID: 32155842; PMCID: PMC7084237. (cit. 2023-03-21) Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7084237/>

YAMAMOTO M., ABE S.: *Mechanism of muscle-tendon-bone complex development in the head.* Anat Sci Int. 2020 Mar;95(2):165-173. doi: 10.1007/s12565-019-00523-0.

Epub 2020 Jan 8. PMID: 31916224. (cit. 2023-03-24) Dostupné z: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12565-019-00523-0>

YANG J., ZHANG T., FENG D., DAI X., LV T., WANG X., GONG J., ZHU W., LI J.: *A new diagnostic index for sarcopenia and its association with short-term postoperative complications in patients undergoing surgery for colorectal cancer.* Colorectal Dis. 2019

May;21(5):538-547. doi: 10.1111/codi.14558. Epub 2019 Feb 4. PMID: 30648340. (cit. 2023-03-16) Dostupné z: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/codi.14558>

YEUNG D.E., PETERKNECHT E., HAJIBANDEH S., HAJIBANDEH S., TORRANCE A.W.: *C-reactive protein can predict anastomotic leak in colorectal surgery: a systematic review and meta-analysis.* Int J Colorectal Dis. 2021 Jun;36(6):1147-1162. doi:

10.1007/s00384-021-03854-5. Epub 2021 Feb 8. PMID: 33555423. (cit. 2023-04-12) Dostupné z: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00384-021-03854-5>

ZAWADZKI M., KRZYSTEK-KORPACKA M., RZAĆA M., CZARNECKI R., OBUSZKO Z., SITARSKA M., WITKIEWICZ W.: *Risk factors in reoperations in colorectal surgery.* Pol

Przegl Chir. 2019 May 15;91(4):13-18. doi: 10.5604/01.3001.0013.1922. PMID: 31481637. (cit. 2023-02-15) Dostupné z:

<https://ppch.pl/resources/html/article/details?id=188915&language=en>

ZHANG X., WANG Z., CHEN J., WANG P., LUO S., XU X., MAI W., LI G., WANG G., WU X., REN J.: *Incidence and risk factors of surgical site infection following colorectal*

surgery in China: a national cross-sectional study. *BMC Infect Dis.* 2020 Nov 12;20(1):837. doi: 10.1186/s12879-020-05567-6. PMID: 33183253; PMCID: PMC7663877. (cit. 2023-02-13) Dostupné z:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7663877/>

ZHENG H., GUO T., WU Y., LI C., CAI S., LIU F., XU Y.: *Rectovaginal fistula after low anterior resection in Chinese patients with colorectal cancer.* *Oncotarget.* 2017 Apr 11;8(42):73123-73132. doi: 10.18632/oncotarget.17046. PMID: 29069855; PMCID: PMC5641198. (cit. 2023-03-28) Dostupné z:

<https://www.oncotarget.com/article/17046/text/>

ZHUANG C.L., HUANG D.D., PANG W.Y., ZHOU C.J., WANG S.L., LOU N., MA L.L., YU Z., SHEN X.: *Sarcopenia is an Independent Predictor of Severe Postoperative Complications and Long-Term Survival After Radical Gastrectomy for Gastric Cancer: Analysis from a Large-Scale Cohort.* *Medicine (Baltimore).* 2016 Mar;95(13):e3164. doi: 10.1097/MD.00000000000003164. PMID: 27043677; PMCID: PMC4998538. (cit. 2023-03-14) Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4998538/>