

**UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI**  
**FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH VĚD**

Ústav radiologických metod

Filip Kratochvíl

**CT virtuální kolonografie**

**Bakalářská práce**

Vedoucí práce: MUDr. Radim Kovář

Olomouc 2023

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně a použil jen uvedené bibliografické a elektronické zdroje.

Olomouc 21. dubna 2023

Filip Kratochvíl

## **Poděkování**

Na tomto místě chci poděkovat MUDr. Radimu Kováři, za odborné vedení bakalářské práce, cenné připomínky a rady.

## **ANOTACE**

**Typ závěrečné práce:** Bakalářská práce

**Téma práce:** CT virtuální kolonografie

**Název práce:** CT virtuální kolonografie

**Název práce v AJ:** CT virtual colonography

**Datum zadání:** 30.11.2022

**Datum odevzdání:** 21.04.2023

**Vysoká škola, fakulta, ústav:** Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta zdravotnických věd

Ústav radiologických metod

**Autor práce:** Filip Kratochvíl

**Vedoucí práce:** MUDr. Radim Kovář

**Oponent práce:** MUDr. Tomáš Klimas

**Abstrakt v ČJ:** Tato bakalářská práce se zaměřuje na moderní vyšetřovací metodu CT kolonografií, která detailně zobrazuje tlusté střevo. V bakalářské práci je tato problematika popsána poslopně od anatomie a fyziologie tlustého střeva přes samotné provedení a průběh CT kolonografie, dále jsou vymezeny a charakterizovány zobrazovací metody onemocnění tlustého střeva a s tím spojený popis závažných onemocnění tlustého střeva. V závěru této práce jsou shrnuta doporučení pro radiační ochranu na CT vyšetřovně. Veškeré poznatky vychází z rešerše odborné literatury a odborných elektronických článků.

**Abstrakt v AJ:** This bachelor's thesis focuses on the modern examination method CT colonography, which displays the large intestine. In the bachelor's thesis, this issue is described successively from the anatomy and physiology of the large intestine through the actual implementation and course of CT colonography, further, the imaging methods of colon diseases and the related description of serious colon diseases are defined and characterized. At the end of this work, recommendations for radiation protection in the CT examination room are summarized. All knowledge is based on a search of professional literature and professional electronic articles.



**Klíčová slova v ČJ:** CT virtuální kolonografie, tlusté střevo, zobrazovací metody, onemocnění tlustého střeva, indikace

**Klíčová slova v AJ:** CT virtual colonography, colon, imaging methods, colon disease, indications

**Rozsah:** 38/0

## Obsah:

Úvod .....	8
1 Anatomie a fyziologie tlustého střeva .....	9
2 CT virtuální kolonografie .....	11
2.1 Indikace .....	11
2.2 Kontraindikace .....	12
2.3 Výhody vyšetření .....	13
2.4 Nevýhody vyšetření .....	13
2.5 Příprava pacienta .....	13
2.6 Průběh vyšetření .....	15
2.7 Vyhodnocování a protokoly .....	18
3 Zobrazovací metody při onemocnění tlustého střeva .....	21
3.1 Prostý snímek břicha .....	21
3.2 Skiografie – irigografie .....	21
3.3 Ultrasonografie .....	22
3.4 Endoskopická koloskopie .....	23
3.5 Výpočetní tomografie .....	23
3.6 Magnetická rezonance .....	24
4 Závažná onemocnění tlustého střeva .....	26
4.1. Kolorektální karcinom .....	26
4.2 Benigní nádor .....	26
4.3 Záněty tlustého střeva .....	27
4.3.1 Ulcerózní kolitida .....	27
4.3.2 Crohnova choroba .....	27
4.4 Divertikulitida .....	28
4.4.1 Akutní divertikulitida .....	28
4.4.2 Chronická divertikulitida .....	29

5	Radiační ochrana .....	30
	Závěr .....	32
	Seznam literatury: .....	33
	Elektronické zdroje: .....	35
	Seznam obrázků: .....	38

## Úvod

Vyšetření virtuální CT kolonografie je moderní diagnostická metoda, která se stává stále více častější a využívanější metodou pro přímé zobrazení celé trávicí stěny, struktur, tkání, orgánů a zároveň i vztahů mezi nimi. Jedná se o detailní trojrozměrné zobrazení vnitřního povrchu tlustého střeva, které umožnil vývoj počítačové techniky a softwarového vybavení nových CT přístrojů. Již zavedená technika umožňuje zobrazení patologických změn stěny střeva, především pak nádorových změn. Dále zajišťuje detekci divertikly, popřípadě ulcerace. Velkou výhodou je současně CT zobrazení i ostatních břišních a pánevních struktur, včetně možnosti současně posoudit okolí tlustého střeva.

V této bakalářské práci se budu nejdříve věnovat stručnému základnímu popisu anatomie a fyziologie tlustého střeva. V druhé kapitole, která je nejdůležitější částí této bakalářské práce, se již věnuji podrobněji samostatnému vyšetření CT, virtuální kolonografii (CTC). Od popisu a charakteristiky vyšetření CTC přes vhodné indikace, a oproti tomu kontraindikace tohoto vyšetření, dále uvádím výhody a nevýhody vyšetření CTC. Zaměřuji se také na náležitosti samotné přípravy pacienta, průběhu vyšetření a v závěru této kapitoly se zabývám principem vyhodnocování pořízených výsledků z vyšetření. V třetí kapitole se zabývám zobrazovacími metodami při onemocnění tlustého střeva. Zde uvádím výčet jednotlivých zobrazovacích metod, které jsou vhodné při diagnostice onemocnění tlustého střeva, jako je např. klasická skiografie, využití ultrazvuku, endoskopické metody, výpočetní tomografie a magnetická rezonance. V předposlední, čtvrté kapitole, zmiňuji závažná onemocnění, která postihují trávicí ústrojí, zejména tlusté střevo. Jako první uvádím nádorová onemocnění (karcinom tlustého střeva a benigní nádor), dále se věnuji zánětlivým onemocněním tlustého střeva (ulcerózní kolitida, Crohnova choroba až přes akutní a chronickou divertikulitidu). V závěru této bakalářské práce se věnuji radiační ochraně, ve které popisuji ucelené pracovní postupy vedoucí k bezpečnosti pacienta a okolí.

# 1 Anatomie a fyziologie tlustého střeva

Tato kapitola bude věnována stručné a základní charakteristice tlustého střeva. Tlusté střevo (intestinum crassum) je poslední částí trávicí trubice. Délka tlustého střeva činí 1,2 – 1,5 m a šířka tlustého střeva činí zhruba 4-7,5 cm. Stavbu stěny tlustého střeva lze rozdělit na čtyři základní vrstvy: sliznice, podslizniční vaziva, vrstvy svalové a vrstvy povrchové. Sliznice tlustého střeva je kryta jednovrstevným cylindrickým epitelem, je bledá a nenese klky. Podslizniční vazivo tlustého střeva je řídké. Obsahuje cévní a nervovou pletěň. Zasaňují do něj shluky lymfocytů (uzlíky) ze sliznice. Pro svalovinu tlustého střeva je typická vnitřní cirkulární vrstva a zevní longitudinální vrstva. Longitudinální vrstva je velmi tenká, v taeniích je zahuštěná. Právě ztluštění podélné svaloviny nakrčí střevo tak, že vznikají zevně vyklenutá místa haustra coli, která dodávají tlustému střevu charakteristický vzhled střídavých výdutí a zaškrčení. U tlustého střeva rozlišujeme tři úseky.

- **Slepé střevo** (intestinum caecum); jedná se o nejširší část uloženou v pravé jámě kyčelní. Zleva vstupuje do céka ileocekálním ústím (ostium ileocaecale) terminální klička ilea. Součástí slepého střeva je červovitý výběžek (appendix vermiformis), který je bohatý na lymfatickou tkáň.
- **Tračník** (colon); jedná se o hlavní část tlustého střeva, která přechází do malé pánve v konečníku. Skládá se z těchto částí: vzestupný tračník (colon ascendens), příčný tračník (colon transversum), sestupný tračník (colon descendens) a esovitá klička (colon sigmoideum). V místě, kde ileum ústí do slepého střeva, začíná colon ascendens, který je dlouhý 16-20 cm, a míří po pravé straně vzhůru pod játra, kde prostřednictvím pravého ohbí (flexura coli dextra) přechází v colon transversum (příčný tračník). Jde o nejdelší část tlustého střeva a prochází napříč břišní dutinou až ke slezině. Levým ohbím (flexura coli sinistra) pokračuje v sestupný tračník (colon descendens). Ten sestupuje po levé straně břišní dutiny k okraji malé pánve do jámy kyčelní, kde přechází v esovitou kličku (colon sigmoideum), která se svými ohyby ve tvaru písmene „S“ napojuje na poslední část, kterou je konečník (rectum).
- **Konečník**; 12-16 cm dlouhý, 4 cm široký (prázdný). Jde o poslední úsek střeva v malé pánvi, který navenek vyúsťuje otvorem zvaný anus. Rectum má dvě hlavní části: Rozšířenou horní část (ampulla recti), v níž se shromažďuje stolice. Dále se dělí na část dolní (canalis analis), která je zakončena řitním otvorem.

Fyziologie tlustého střeva spočívá ve trávení uhlohydrátových a proteinových zbytků, sekreci hlenu, ukládání a vstřebávání trávicího materiálu pro vyměšování stolice. Mezi hlavní funkce tlustého střeva však patří absorpce a sekrece. U zdravých osob tlusté střevo absorbuje vodu, sodík a chlorid. Přijímá přibližně 1500 l tekutého materiálu z ilea během 24 hodin, kde z největší části je voda, ale i sodík a chlorid. Absorpční kapacita ve střevě není homogenní, protože je významný rozdíl v segmentech tlustého střeva. Nelze ani opomenout trávení. I přes fakt, že trávení začíná v žaludku a je téměř dokončeno při transportu do tlustého střeva, tak tlusté střevo hraje roli při záchraně kalorií z malabsorbovaných cukrů a vláknin. Velmi významnou fyziologickou skutečností je přítomnost bakterií. Tyto bakterie jsou až na malou výjimku anaerobní a mohou pomoci štěpit sacharidy, malé množství celulózy a podílet se na konečné úpravě stolice. Některé bakterie syntetizují i vitamíny. U člověka jde především o vitamín K, který je nezbytnou podmínkou pro syntézu některých hemokoagulačních faktorů v játrech. Výše zmíněná skladovací (rezervoárová) funkce je při dostatečném naplnění podpořena řadou podnětů a vlastních pohybů stimulací jednak nervově pasy, jednak některými chemickými látkami, nebo mechanickými podněty. Při vlastním pohybu tlustého střeva se jedná o posun obsahu směrem k rektu. Rychlost posunu obsahu v tlustém střevě závisí na kvalitě jeho složení. Tam, kde je v obsahu hodně vláknin se posun urychluje a obsah zůstává v tlustém střevě cca 35 hodin. Tam, kde v potravě není vláknina, obsah v tlustém střevě přetrvává 48-70 h. Vlákna totiž svojí nestravitelností a velikostí objemu podporuje motilitu tlustého střeva.

## 2 CT virtuální kolonografie

V této kapitole se budu věnovat metodě vyšetření CT, virtuální kolonografii, která je určena k přímému zobrazení celé trávicí stěny, struktur, tkání a orgánů a zároveň i vztahů mezi nimi v trojrozměrném obrazu. Pro získání takových modalit obrazu lze využít počítačovou kombinaci postprocesingových metod, jako je např. námi zmiňované ucelené vyšetření virtuální CT kolonografie. V tomto případě může lékař po následné rekonstrukci obrazových modalit diagnostikovat patologické změny v trávicím ústrojí. Důležitou roli zde sehrává správná viditelnost střevních kliček, která je klíčová pro správné zobrazení diagnostiky patologických změn. Problematická stránka tohoto vyšetření zahrnuje nesprávné zvýraznění střevních struktur. V tomto případě se lékaři obtížně rozlišuje, zda se jedná o tumor, nebo např. o zvětšené lymfatické uzliny. Právě kvůli téhle problematice se pacientovi podává kontrastní látka perorální cestou, která umožní lépe zvýraznit vnitřní část tlustého střeva. (Heřman et. al, 2014, s. 118-120)

Problematické u tohoto vyšetření je také ionizující záření, o kterém je všeobecně známo, že je pro pacienta škodlivé, a z toho důvodu jsou upřednostňovány takové způsoby vyšetření, které co nejméně zatěžují nemocného. Mezi takové způsoby řadíme minimální invazivitu do těla pacienta a vytváření opakovaných rekonstrukcí bez přítomnosti pacienta. Nejzávažnějším problémem tohoto vyšetření je radiační dávka a toxicita kontrastních látek. (Ferda, Hynek, Ferdová & Kreuzberg, 2006, s. 3)

Kim (2023) hodnotí vyšetření CT virtuální kolonografie jako vynikající vyšetření. Staví jej na stejnou úroveň jako kolonoskopii ve vztahu k diagnostice nádorových onemocnění, prekanceróz a polypů. Uvádí, že na rozdíl od kolonoskopie není u vyšetření CT virtuální kolonografie riziko perforace a sedace, které jsou komplikací u endoskopických vyšetření.

### 2.1 Indikace

Ze zjištěných dat z výzkumu týkajících se výkonnosti vyšetření CT virtuální kolonografie, dále jen CTC, vychází najevo, že se otevírají možnosti pro mnoho různých indikací. O některých z nich se stále diskutuje a doporučuje se v případě, že klasická koloskopie není proveditelná anebo standardizovaná (např. screeningová metoda u kolorektálního karcinomu). Neúplná nebo neúspěšná koloskopie je obvyklou událostí pro přechod na tuhle CTC metodu. Z toho vyplývá, že vyšetření koloskopie může být nevyhovující hned z několika důvodů, a to od špatné přípravy střev, kde se mohou objevit zánětlivé struktury a obstrukční masy až po neopomenutelný diskomfort pacienta. Významnou roli zde hraje i stav pacienta (např. starší a křehcí pacienti), který je rozhodujícím faktorem pro správné zvolení vyšetřovací

metody. Jak již bylo zmíněno výše, CTC nemá riziko perforace a krvácení, což u starších a křehčích pacientů, nebo u pacientů podstupující antikoagulační léčbu je varovným symptomem. Nutnou zmínkou je také fakt, že 10 % prováděných výkonů u koloskopie je považováno za technicky náročné, a to i pro odborníky s praxí. Z toho důvodu je odborná zkušenost endoskopisty extrémně důležitým faktorem. Dále byly zkoumány také nové indikace, přičemž některé z nich byly uvedeny do klinické praxe, kde se CTC vyšetření využívá pro lokalizaci nádorů před laparoskopickou operací, kvůli přesnější lokalizaci a rozsahu léze. Dále se CTC využívá k vyšetření pacientů se stomií tlustého střeva, nebo pro posouzení postižení tlustého střeva u pacientek s hlubokou pánevní endometriózou. (Laghi, 2014)

Z pohledu onemocnění je jednou z hlavních indikací pro provedení CT virtuální kolonografie hledání tumorů nebo následné určování jejich rozsahu. Šíření tumoru do okolí zachytíme při CT jako infiltraci tukových vrstev mezi danou částí trávicí trubice a sousedními anatomickými strukturami. Další častou indikací CTC jsou zánětlivá onemocnění zažívacího traktu a jejich komplikace. (Heřman et. al, 2014, s. 118-120) Mezi nejběžnější poruchu tlustého střeva řadíme vyšetřování divertikulární choroby. Její symptomy a laboratorní nálezy jsou nespecifické a překrývají se s jinými gastroenterologickými onemocněními (např. syndrom dráždivého tračníku), nebo u žen s gynekologickými poruchami. Z toho důvodu jsou pro správnou diagnostiku nezbytné zobrazovací postupy vyšetřovací metody CTC. (Laghi, 2014)

## **2.2 Kontraindikace**

V této podkapitole budu zmiňovat protiklad předcházející podkapitoly, takzvané kontraindikace. CT virtuální kolonografie (CTC) by se neměla používat jako kontrolní test u pacientů s dlouhodobou anamnézou ulcerózní kolitidy, Crohnovy choroby nebo i například Lynchovým syndromem, jelikož ve všech případech je preferovanou možností klasická koloskopie, a to kvůli zvýšenému riziku rozvoje kolorektálního karcinomu. Jako další kontraindikací jsou také akutní abdominální stavy, jako je divertikulitida a idiopatické střevní záněty, kvůli vysokému riziku komplikací, tj. perforací či peritonitidy. V závěru je vhodné přijmout doporučená opatření po endoskopické resekci, mezi které řadíme např. dvoutýdenní odklad. Toto opatření se doporučuje dodržovat i navzdory nedostatku jasných vědeckých důkazů. Ve všech těchto zmíněných případech se ustupuje od metody CTC a do popředí vstupuje endoskopická kolonoskopie. (Laghi 2014)



## 2.3 Výhody vyšetření

Hlavní výhodou pro využití vyšetřovací metody CTC je bezprostředně její minimální invazivita do těla pacienta a bezbolestivost. Zároveň díky technické propracovanosti umožňuje opakovaně vytvořit rekonstrukci pořízených snímků bez toho, aby byl pacient přítomen na vyšetřovací jednotce. Vyšetření CTC je velice komplexní, jelikož dokáže zobrazit celou střevní stěnu společně s lézemi, které se mohou na povrchu střeva nacházet. Dále také umožňuje zobrazit tyhle patologické struktury z různých úhlů, díky kterým může lékař lépe posoudit patologii či konkretizovat dané onemocnění. (Ferda, Hynek, Ferdová & Kreuzberg, 2006, s. 20).

CT virtuální kolonografie je méně invazivní metoda než klasická koloskopie. Umožňuje kontrolu apendixu a dalších orgánů tlustého střeva. Mezi její pozitiva patří vynikající citlivost na velké polypy, které jsou běžným nálezem tlustého střeva. Stručně řečeno, CT virtuální kolonografie je lepší, rychlejší, bezpečnější a levnější než endoskopická koloskopie a mimo jiné také poskytuje kritickou preventivní složku, která z velké části chybí ve vznikajících screeningových testech na kolorektální karcinom. (Pickhardt, Yee & Johnson, 2018, s. 517-522)

## 2.4 Nevýhody vyšetření

V této podkapitole se budu věnovat vymezení hlavních nevýhod této metody vyšetření. Mezi hlavní nevýhody tohoto vyšetření řadíme zejména nemožnost odebrat vzorek materiálu pro histologické vyšetření a nemožnost provést drobný léčebný zákrok na střevní sliznici, kterým je nejčastěji odstranění polypů. (Karen, 2016) Malíková (2019, s. 116-118) doplňuje tento výčet nevýhod vyšetření CT virtuální kolonografií o vyšší finanční nákladnost s výskytem radiační zátěže.

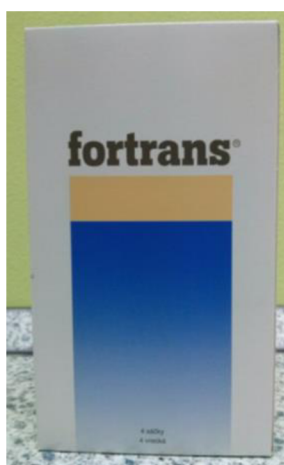
## 2.5 Příprava pacienta

V této podkapitole se budu věnovat stěžejnímu kroku vyšetření, a tou je samotná příprava pacienta. K provedení kvalitního CT vyšetření tlustého střeva je nezbytná náležitá příprava pacienta. Pacient dostane tištěný návod se základními informacemi, ze kterého se dozví, jaký se od něj očekává postup, a díky tomu může napomoci ke zdárnému průběhu vyšetření.

Ve Fakultní nemocnici Olomouc je pacientovi doporučeno zahájit přípravu 5-7 dní před samotným vyšetřením. Pacientovi je doporučeno vyřadit ze svého jídelníčku potraviny

s vysokým obsahem nestravitelných zbytků, jako je celozrnné pečivo, potraviny s obsahem máku, a také zeleninu s ovocem, které mají slupky nebo zrna (jako např. hrozny, kiwi, jahody atd.). Dva dny před vyšetřením pacient užije kontrastní látku Micropaque, kterou si při objednání na dané vyšetření vyzvedl na klinice. Pacient si kontrastní látku na označení stolice rozdělí na tři díly, naředí s vodou do skleničky a vypije po každém jídle, po snídani, obědě a večeři. Den před vyšetřením se u pacientů dbá na dostatečné zavodnění. Už v jídelníčku není žádná pevná strava a doporučuje se ráno k snídani bílý jogurt a k obědu čistý vývar. Tekutiny naopak popíjí během celého dne. K vyprázdnění se nejčastěji používá laxativum Fortrans, protože jde o bezpečný preparát vhodný i pro pacienty se srdečním, jaterním i ledvinným onemocněním, které téměř dokonale zajistí očištění tračníku. Po vypití 1-2 litrů začne docházet k vyprazdňování. Z těla pacienta by měla odcházet jen lehce zbarvená tekutina. Pokud pacientovi nevyhovuje přípravek na vyprázdnění Fortans, je možné ho nahradit přípravkem Picopren. Jeho výhodou je, že obsahuje pouze dva sáčky, které se rozpustí ve sklenici vody. Po každém sáčku musí ale pacient vypít 1,5 – 2 litry čirých tekutin. V den vyšetření už pacient nesmí nic jíst a popíjí jenom čiré tekutiny. (zdroj: doporučený postup radiologické kliniky FNOL)

Při dodržení každého doporučeného bodu z přípravy pacienta se kontrastní látka smísí s požitým obsahem, který jde z žaludku, a jako směs putuje do střev. Živiny se tráví a absorbují, značkovací činidlo se důkladně promíchá s nestráveným zbytkem. Část označených výkalů a tekutin je evakuována po přípravě střeva a zbytek, který setrvává, se jeví jako hyperdenzní struktura. To přináší význam z pohledu popisování patologických útvarů. Snadno tak lze odlišit od homogenní hustoty měkkých tkání polypů tlustého střeva. (Park, Yee, Kim & Kim, 2007)



**Obrázek č.1:** Vyprazdňovací přípravek Fortrans 13  
(zdroj: vlastní)



**Obrázek č.2:** Kontrastní látka *Micropaque*

(zdroj: vlastní)

## 2.6 Průběh vyšetření

Pacienti mají právo na znalosti a poučení před samotným provedením CT vyšetření, což by mělo zlepšit jak správné dodržování režimů pro přípravu střeva před vyšetřením, tak i velice důležitou část při vyšetřování, a tou je samotná spolupráce pacienta během vyšetření. Pacient musí souhlasit s vyšetřením a měly by mu být podány kvalitní informace o povaze výkonu. Volba, zda pacient podstoupí nebo nepodstoupí vyšetření, bude záviset na tom, co vyšetření zahrnuje, jako např. potencionální přínosy, nebo na druhé straně možná rizika. Pacient je tedy před vyšetřením řádně poučen a musí podepsat informovaný souhlas. (Burling, 2010) Informovaný souhlas popisuje základní povahu a účel výkonu. Pacient se tam dočte, že vyšetření je nebolestivé, provádí se na motoricky ovládaném pohyblivém stole posunujícím se do vyšetřovacího kruhového tunelu. Po přečtení úvodní stránky, která popisuje konkrétní kroky a postupy, následuje část druhá, ve které je velice důležité, aby pacient pravdivě zodpověděl otázky, které zdravotnický pracovník pokládá za účelem předejití možných komplikací. Soubor otázek v informovaném souhlasu je koncipován za předpokladu použití kontrastních látek. (zdroj: informovaný souhlas pacienta radiologické kliniky – FNOL)

1. Měl(a) jste někdy alergickou reakci po předchozím podání jodové kontrastní látky intravenózně?
2. Jedl(a) jste 4 hodiny před vyšetřením?

3. Léčíte se na astma bronchiální?
4. Jste těhotná?
5. Máte závažné onemocnění srdce, cév, ledvin, cukrovku?
6. Pokud se léčíte s cukrovkou, berete perorální preparáty s METFORMINEM?
7. Vysadil(a) jste preparáty s METFORMINEM 48 hodin před tímto vyšetřením?
8. Máte zvýšený sklon ke krvácení nebo naopak ke zvýšené srážlivosti krve

(zdroj: informovaný souhlas pacienta radiologické kliniky – FNOL)

Po vysvětlení a podepsání informovaného souhlasu si pacient v kabině odloží své osobní věci i s oblečením a navlékne si speciální kalhoty, které mají otvor umožňující přístup k rektu. Následně je radiologickým asistentem vyzván, aby si na vyšetřovací stůl lehnul nohama směrem do gantry a zaujal polohu na boku s pokrčenými nohama. Těsně před vyšetřením je do konečníku zavedena trubička, kterou se pomocí insuflátoru naplní střevo CO<sub>2</sub>. Pro snazší zavedení rektální rourky se na její konec aplikuje gel s Mesocainem. Následně po zavedení se nafoukne balonek na jejím konci. Tímhle krokem je zajištěno, že nedojde k unikání insuflovaného CO<sub>2</sub> a rektum se utěsní. Současně pacient dostává do žíly spazmolytikum Buscopan, které uvolní křečové stahy hladké svaloviny a také pomůže od bolesti. Při kontraindikaci Buscopanu lze podat glukagon. (Pickhardt, 2007, s. 290 – 298)



**Obrázek č. 3:** *Aplikační sada pro insuflátory*

(zdroj: vlastní)

Po napojení na insuflátor začíná postupné roztažení střeva pomocí CO<sub>2</sub>. Distenze tlustého střeva pomocí přístroje umožňuje plně kontrolovat insuflační tlak a prakticky eliminuje riziko perforace. CO<sub>2</sub> se rychle vstřebává střevní sliznicí a poskytuje bezbolestné roztažení a rychlé „vyfouknutí“ tlustého střeva na konci procedury. Distenze by měla dosáhnout céka. (Pickhardt, Bakke, Robbins, Lubner, Alejandro Munoz del Rii & Kim, 2014) Naplnění střeva plynem je ze začátku přibližně 1 litr, kdy si to můžeme ověřit na obrazovce insuflátoru. Následně se další naplnění střeva řídí automaticky daným přístrojem, který řídí a upravuje

objem CO<sub>2</sub> a současný intraluminální tlak. Nyní začíná první fáze vyšetření, kdy je pacient vyzván, aby si lehnul na záda a ruce položil volně za hlavu. Začíná skenování. Radiologický asistent provede centraci na processus xiphoideus a nyní je vše připravené na pilotní sken. Na topogramu je hodnocena kvalita naplnění tračníku, a pokud je dostatečná, provádí se snímkování v přední pozici a v boční pozici. O střevní náplni vždy rozhoduje lékař, který musí potvrdit, že je dostatečná. Při odsouhlasení se přechází k vlastnímu vyšetření. Pokud by k odsouhlasení nedošlo, pokračuje se v insuflaci a pilotní sken se opakuje. Rozsah vyšetřované oblasti musí být od konvexity bránice až po dolní okraj symfýzy, skenování se provádí v nádechu a postupuje kraniokaudálně. Po dokončení prvního skenování se přechází na druhou fázi. Po ukončení této sekvence je nutné, aby pacient změnil polohu. Radiologický asistent požádá pacienta, aby se pomalu přetočil na břicho. Změna polohy má hned několik významů. Lékař se zaměří na zbytky ve střevě a na hladinky. Výsledné skeny porovná a může je tak odlišit od patologických útvarů. (Pickhardt, 2007, 290- 298)



**Obrázek č.4:** CO<sub>2</sub> insuflátor

(zdroj: vlastní)

Rutině se provádí skenování na zádech i na břicho. Zorné pole by mělo být upraveno tak, aby bylo dosaženo kompletního anatomického zobrazení tlustého střeva a konečníku v obou polohách. Kombinace polohy ze zad na břicho umožňuje lepší roztažení tlustého střeva a vyšší citlivost pro detekci polypů ve srovnání s polohami použití jedné polohy samostatně. (Park, Yee, Kim & Kim, 2007) Po této sekvenci je vyšetření u konce a pacient může odejít. (Pickhardt, 2007, s.290- 298)





**Obrázek č. 5:** Předozadní a bočný topogram

(zdroj: vlastní)

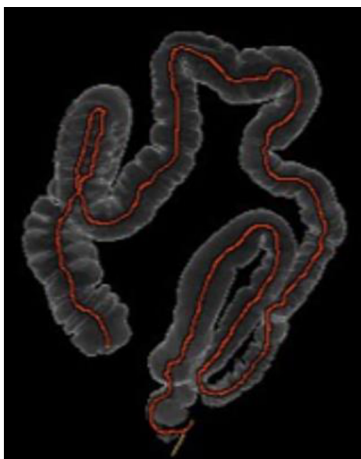
## 2.7 Vyhodnocování a protokoly

Použití multidetektorového přístroje s řadou nejméně 16-ti skenerů je považováno za nezbytný předpoklad pro dosažení kvalitního vyšetření pro CT virtuální kolonografii. Data jsou získávána a následně zpracována ve speciálním programu, který umožňuje zhotovit z dvojrozměrných obrazů trojrozměrné obrazy tlustého střeva a vytvářet následné rekonstrukce. Se současnými nejmodernějšími multidetektorovými CT skenery můžeme získat velké objemy dat v krátkých akvizičních časech, což snižuje artefakt respiračního pohybu. Pomocí 16-ti detektorových CT skenerů lze získat 5mm sken za 10-15 sekund. Oproti tomu skener s řadou 64 detektorů získá podobná data za méně než 10 sekund. (Obaro, McCoubrine, Burling & Plumb, 2022, s. 430-440)

Primární 2D interpretace získané obrazu se týká prohlížení tlustého střeva od rekta ke slepému střevu procházením sériových příčných snímků. Vyžaduje rychlé vykreslení obrysu tlustého střeva na každém snímku k nalezení malých konturových abnormalit. Lépe tedy můžeme lokalizovat obstrukční léze. Naproti tomu 3D interpretace obrazu je vhodná pro detekci malých polypů. Byly vyvinuty různé alternativní metody 3D zobrazení, které umožňují vizualizaci celého povrchu tlustého střeva časově efektivním způsobem. Metoda virtuální disekce rozděluje tlusté střevo podél jeho podélné osy. Matematicky narovná a zplošťuje tlusté střevo tak, že připomíná otevřený patologický vzorek. Hlavní výhodou 3D metody je, že umožňuje rychlé vyšetření velké plochy povrchu tlustého střeva, a nevyžaduje anterográdní ani

retrográdní průlety, což potenciálně umožňuje kratší dobu interpretace obrazu. Oproti tomu primární nevýhodou této techniky je zkreslení obrazu, zejména v oblastech s ostrými křivkami, v oblasti konečníku a slepého střeva. (Mohammed, Chahal, Gong, Bhulani, O’Keffe, O’Connel, Nicolau & Khosa, 2017)

V postprocessingu se pro zobrazení povrchu střeva využívají dvě speciální techniky, které jsou u virtuální kolonografie nezbytné a velice důležité. Jednou z nich je technika shaded surface display (SSD), kde prostorový dojem vzniká stínováním. Druhou rekonstrukcí je volume rendering technique (VRT). Výhodou je možnost odlišit objekty o různých denzitách. Tvorba VRT rekonstrukcí je poměrně složitá a v praxi se využívají přednastavené intervaly, které se upravují dle aktuální potřeby. V zásadě jde o techniku, která umožňuje pro prostorový model objektu přiřadit různou barvu, vymazat nežádoucí objekt a poskytuje možnost ovlivnit míru průhlednosti. (L. Filograna, E. Filograna, D’onofrio, Flor, Haddad & Floris, 2017, s. 693-696)



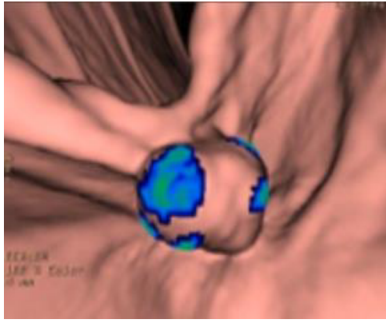
**Obrázek č. 6:** *Přehledová rekonstrukce*

(zdroj: vlastní)



**Obrázek č. 7:** *„Sekční“ rekonstrukce*

(zdroj: vlastní)



**Obrázek č. 8:** *Polyp na tračniku*

(zdroj: vlastní)



### **3 Zobrazovací metody při onemocnění tlustého střeva**

V této kapitole se budu věnovat vymezením a charakteristice zobrazovacích metod při onemocnění tlustého střeva. Zde uvádím výčet jednotlivých zobrazovacích metod, která jsou vhodná při diagnostice onemocnění tlustého střeva, jako je např. klasická skiografie, využití ultrazvuku, endoskopické metody, výpočetní tomografie a magnetická rezonance.

#### **3.1 Prostý snímek břicha**

Prostý snímek břicha se řadí mezi základní zobrazovací metodu, která se primárně využívá u podezření na náhlou břišní příhodu. Tuto metodu může dále využít také k prokázání pneumoperitonea, kdy vzduch v peritoneální dutině nejčastěji vzniká u gastroduodenálního vředu. Na prostém snímku jsme schopni zachytit i průkaz hydroaerických fenoménů. Hladinky ve střevech, konkrétně ve střevních kličkách anebo tračnicku, vznikají při neprůchodnosti střeva, ve kterém dochází k rozepnutí střevních kliček, ve kterých se hromadí plyn a tekutina, které potom vytváří obraz hladinek, což je typické právě pro ileus. Nelze opomenout ani indikaci při lokalizaci cizích těles, drénů a zbytků kontrastní látky. (Vomáčka, 2015, s. 88)

Vomáčka (2015, s. 88) dále také uvádí, že využití prostého snímku břicha je optimální pro posouzení velikosti a kontur orgánů. Z důvodu malého rozdílu v absorpci orgánů trávicího ústrojí a okolních tkání bylo snímkování z velké části nahrazeno jinými diagnostickými metodami, jako je ultrazvukové vyšetření nebo vyšetření výpočetní tomografií.

V závěru této podkapitoly chci také zmínit, jaký je standardní postup dle zvyklostí daného pracoviště. V tomto případě se jedná o skiagram v jedné až třech projekcích. Typicky se provádí v zadopřední projekci (PA). Pacient stojí u vertigrafu a naléhá břichem na desku. Zachycujeme celé břicho od pánevního dna až po kopule bránice. V případě, že projekce ve stoje nelze z jakýchkoliv důvodů provést, je možné projekci zhotovit v leže na zádech a paprsek dát horizontálně v leže. (Malíková et, al, 2019, s. 104-109)

#### **3.2 Skiografie – irigografie**

Irigografie je radiologické vyšetření tlustého střeva ve dvojím kontrastu. Pomocí rektální rourky, kterou zavedeme do těla pacienta, se následně vypouští baryová kontrastní (pozitivní) látka, která vyplní požadovaný prostor v tračnicku. Jako negativní kontrastní látka se využívá vzduch insuflovaný balónkem. Celé vyšetření probíhá pod skiaskopickým dohledem, kde se zobrazí kontury stěny tlustého střeva díky kontrastní látce. Pacientovi jsou podány spasmolytika pro navození hypotonie. (Ferda, Mírka, Baxa & Malán, 2015, s. 66–67)

Na rozdíl od virtuální kolonografie nemá takovou míru výtěžnosti pro diagnostiku. Při tomto vyšetření je nezbytné striktní vyprázdnění. Další nevýhodou může být, že při jakémkoliv

nalezené abnormalitě musí být toto vyšetření doplněno o další vyšetření. Při srovnání s endoskopickou koloskopií je nevýhodou radiční zátěž. Na druhou stranu jako možnou výhodou z hlediska pacientů může být fakt, že při irigografii se hadička zavádí pouze do konečníku, zatímco při endoskopickém vyšetření hadička musí projít celé tlusté střevo. (Brückner, Lenz, Mücke, Gohar, Willeke, Domagk & Bettenworth, 2016, s. 996-1007)

V závěru této podkapitoly uvádím, že pro správné provedení vyšetření sehrává důležitou roli samotná příprava pacienta před výkonem. Je zapotřebí zajistit lumen tračnicku bez zbytků stolice, což nám umožní podání projímadel pacientovi před samotným výkonem. Rentgenové vyšetření zobrazuje úplnou haustraci tračnicku a hladký slizniční reliéf. (Heřman et. al, 2014, s. 117)

### **3.3 Ultrasonografie**

Ultrasonografie je dostupná a nenáročná zobrazovací metoda, která nepřináší téměř žádné nežádoucí účinky, a má vysoký výstup obrazové kvality. Formou uloženého obrazového materiálu, ale i nahraného záznamu vyšetření, který může trvat až desítky sekund, se neinvazivním způsobem vyšetřující lékař dobere k diagnóze. Výraznou nevýhodou ultrasonografie může být obezita pacienta a zvýšená přítomnost plynů ve střevech, což může být problematické pro správné vyšetření pacienta. Indikací k provedení ultrazvuku trávicího ústrojí je celá řada, od vyšetření jater, žlučníku, podezření na akutní zánět apendixu, až po vyšetření tlustého střeva při akutní divertikulitidě. (Malíková et. al, 2022, s. 84-85)

Doktor Durila (2021, s. 26-39) uvádí, že tahle vyšetřovací metoda funguje na principu mechanického vlnění. Pomocí speciální ultrazvukové sondy je do těla pacienta vysláno ultrazvukové vlnění, které se odráží od tkání a orgánů, následně je opět přijímáno a zpracováno v obraz, který můžeme sledovat na obrazovce ultrazvukového přístroje. Vyšetření břicha se provádí hned z několika důvodů; při bolestech nejasného původu, při podezření na žlučnickový nebo ledvinový kámen, při vyloučení vnitřního krvácení a při mnoha dalších potížích. Často je však přesnost tohoto vyšetření snížena přítomností většího množství vzduchu v žaludku spolykaného spolu s potravou či nadměrnou plynatostí. Nejzřetelnější výsledek ultrazvukového vyšetření je u štíhlých pacientů s malým množstvím podkožního tuku a u osob vyšetřovaných nalačno.

Primární diagnostika pro zobrazení tenkého střeva, žaludku a právě tračnicku se nazývá transabdominální ultrasonografie. Tahle metoda umožňuje zobrazit stěnu trávicí trubice v celé její šíři. S využitím této metody je možné rovněž vyšetření spádových lymfatických uzlin a jater, kde je riziko nálezu tumoru. V případě přítomnosti tumoru přecházíme na metodu zvanou

endoluminální ultrasonografie, která slouží ke stanovení rozsahu postižení stěny tumorem a případné prorůstání do okolí, a v neposlední řadě postižení blízkých lymfatických uzlin. (Heřman et al., 2014, s. 118)

### **3.4 Endoskopická koloskopie**

Endoskopická koloskopie je vyšetřovací metoda, která zaznamenala obrovský vývoj, díky kterému můžeme diagnostickou a terapeutickou cestou vyšetřit a zobrazit trávicí trakt uvnitř. (Špičák & Urban, 2015, s. 21) Vzhledem k vysokému výskytu kolorektálního karcinomu byl v České republice zaveden screeningový program, který je prováděn u lidí starších 55 let, nebo následně po pozitivním testu na skryté krvácení do stolice. Indikací pro provedení této metody je celá řada, od zánětlivých onemocnění až po ty nádorová.

Samotná příprava pacienta před vyšetřením je komplexní proces, který můžeme do určité míry aplikovat i u jiných diagnostických a terapeutických výkonů prováděných na tlustém střevě, jako je již zmiňovaná irigografie a dále CT kolonografie. Cílem přípravy je očista střev, bez které by mohlo dojít k několika nežádoucím jevům, jako je např. přehlédnutí patologických lézí, prodloužení celkového času vyšetření a zvýšení potenciálního rizika komplikací. Pacientovi je doporučeno 2-3 dny dodržovat dietní opatření a vyhýbat se nestravitelným zbytkům jídla. Den před vyšetřením vyřadit potraviny s drobnými semeny, konzumovat malé množství kašovitě stravy a vypít dostatečné množství vyprazdňovacího roztoku. Dále je také nutné vyřadit některé léky (zejména preparáty železa). (Falt, Urban & Vitek, 2015, s. 29—190)

Zavedení koloskopu je pro pacienta dobře snesitelné. Běžně se pacientovi před výkonem podá medikace k utlumení a celkovému zklidnění. Vyšetření začíná pohmatem řitního svěrače. Přístroj se poté zavádí konečníkem do celého tlustého střeva. Endoskopista by měl být plně koncentrován na obraz a měl by mít stále představu o dalším směřování lumen. Pro zamezení diskomfortu a předcházení připevňováním střevních kliček k sobě navzájem je důležitá insuflace a desuflace vzduchu, který může „střevo na koloskop navlékat v momentě, kdy není posun přístroje dostatečně účinný“. V rámci terapie můžeme koloskopií provádět menší léčebné zákroky na střevě. Jedná se o odstranění polypů (adenomové polypy), zastavení krvácení pomocí kovové svorky, rozšíření zúženého místa atd.. (Falt, Urban & Vitek, 2015, s. 29—190)

### **3.5 Výpočetní tomografie**

CT patří mezi vyšetřovací metodu, která je rychlá, efektivní a má vysokou rozlišovací schopnost. Pomocí rentgenky, která je uložena v gantry a obíhá kolem pacienta, dostáváme

podrobné zobrazení jednotlivých částí těla v tenkých vrstvách. Důležitou roli hraje míra absorpce záření v daném bodě, kterou definujeme podle škály šedi, které se také jinak říká Hounsfieldova stupnice. Podle denzity můžeme určit charakter tkáně, zda se jedná o tuk, svaly, parenchymový orgán či kost. V praxi se na pracovišti setkáváme s multidetektorovým CT, jehož princip se ukrývá v samotném názvu. Takový přístroj je vybavený celou řadou detektorů a jeho počet se pohybuje v rozsahu 12-320 detektorů. Tento rozsah umožňuje zachycení většího počtu obrazových dat najednou. (Lukáš et al., 2021, s. 25-27)

V principu CT vyšetření vytváří obrazy příčných řezů u ležícího pacienta, který je fixován na posuvném lůžku, které postupně prochází skenovacím stojanem. V něm je na jedné straně umístěn zdroj rentgenového záření (rentgenka) a na opačné straně sada scintilačních detektorů. Setkáme se také s přístroji, které mají detektory umístěné proti rentgence a současně se pohybují s ní. U modernějších přístrojů se setkáváme s detektory, které tvoří kolem pacienta prstenec, který se nepohybuje. Pacient je v této fázi prosvěcován v určité rovině postupně bod po bodu. Rentgenové záření tak prochází pacientem, kde se částečně absorbuje. V dané pozici pacienta je provedena expozice a údaje o míře zeslabení rentgenového záření získané pomocí scintilačních detektorů jsou zaznamenávány do paměti počítače. Potom se systém rentgenka–scintilační detektory pootočí o určitý úhel a celý děj se opakuje. Po proběhnutí všech cyklů skenování pacienta jsou do paměti počítače uloženy všechny údaje z každého scintilačního detektoru. Tyto údaje jsou v počítači zpracovány a výsledný obraz vzniká složitou matematickou rekonstrukcí. (Garvey & Hanlon, 2002, s. 1077-1080)

Pro zvýraznění dutých orgánů nebo zobrazení prokrvení tkání a cév je důležitou součástí podání kontrastní látky. Při využití vzduchu nebo CO<sub>2</sub>, které se běžně používají u virtuální kolonografie, hovoříme o negativních kontrastních látkách. V opačném případě, kdy je potřeba zvýraznění prokrvení tkání a cév, hovoříme o pozitivních kontrastních látkách. Jde o látky, které jsou založeny na jodové bázi, a pacientovi se do těla aplikují intravenózní cestou, nebo per os. (Lukáš et al., 2021, s. 25—27)

### **3.6 Magnetická rezonance**

Magnetická rezonance se řadí mezi pokročilé zobrazovací metody. Magnetická rezonance (MRI) zahrnuje techniky, které umožňují kvantitativní měření morfologie, mikrostruktury anebo chemického složení lidských tkání. Takový přístup nám poskytuje podrobné informace o základní patofyziologii mnoha zdravotních stavů. Magnetická rezonance je moderní vyšetřovací metoda, která velmi přesně a podrobně zobrazuje požadovanou část lidského těla. Je založena na úplně jiném principu v porovnání se zobrazovacími metodami,

kteřé pro zobrazení dané struktury závisí na absorpci rentgenového záření. Teorie fungování magnetické rezonance je velice složitá. Jedná se o problematiku z kvantové fyziky a hlubší znalosti matematiky. Zjednodušeně řečeno jde o metodu, kdy pacienta vystavíme silnému magnetickému poli. Lidské tělo se z velké části skládá z vody, tedy 2/3 lidské tkáně je obsaženo vodíkem. Osy protonů vodíku v lidské tkáni jsou orientovány nahodile, proto je jejich magnetický moment nulový. Umístíme-li tyto protony do silného magnetického pole, protony se uspořádají ve směru orientace tohoto magnetického pole. Dodáme-li z vnějšku protonu energii pomocí vysokofrekvenčního elektromagnetického impulzu, tak se spiny atomů vychýlí a po skončení trvání tohoto impulzu se spiny atomů zase vrací do své původní polohy. Dochází k desynchronizaci precesního pohybu a tento jev označujeme jako relaxace. Při návratu do této polohy vysílají atomy různé signály, pomocí kterých lze určit z jakých prvků se skládají jednotlivé tkáně. (Vomáčka, 2015, s. 47-49)

Z důvodu, že je pacient je vystaven do pole, které je statické, gradientní a vysokofrekvenční, vyplývají některé absolutní a relativní kontraindikace. Mezi ty absolutní kontraindikace patří bezesporu např. pacienti, kterým byl zaveden kardiostimulátor, elektricky řízené implantáty nebo kovová tělesa v oku a další kovové materiály. Mezi ty relativní kontraindikace patří např. první trimestr těhotenství, pacienti trpící klaustrofobií, nebo pacienti s TEP do 6 týdnů po implantaci. (Vomáčka, 2015, s.56-57)

V závěru této podkapitoly stojí za zmínku vyšetření tlustého střeva pomocí magnetické rezonance, konkrétně MR kolonografie. Jedná se o nově vyvinutou metodu, která má postupy shodné se zmíněnou variantou CT kolonografií. Výhodou proti vyšetření tlustého střeva prováděném na CT přístroji má být absence ionizujícího záření. Rutinně se tato metoda ale neprovádí. (Shaukat & Levin, 2022, s. 521-531) Přidanou hodnotu má i MR defekografie, která opět není standardním vyšetřením. Dynamická magnetická rezonance pánevního dna poskytuje relevantní morfologické a funkční informace o jeho strukturách a pro diagnostické poruchy. Porucha pánevního dna je v dnešní společnosti se stárnoucí populací běžným stavem. Hlavní příznaky poruch pánevního dna se mohou lišit od urologického, gynekologického, střevního nebo proktologického původu. Mohou silně ovlivnit kvalitu života pacientů. V současné době získává MR větší pozornost před plánovanou chirurgickou operací. (Maccioni, Alt, Hodler, Kubik-Huch & Schulthess, 2018, s. 13-20)

## **4 Závažná onemocnění tlustého střeva**

Tato kapitola bakalářské práce je věnována závažným onemocněním postihujícím trávicí ústrojí, zejména tlusté střevo. Jako první se věnuji nádorovým onemocněním (karcinom tlustého střeva a benigní nádor), dále také uvádím zánětlivá onemocnění tlustého střeva (ulcerózní kolitida, Crohnova choroba až přes akutní a chronickou divertikulitidu).

### **4.1. Kolorektální karcinom**

Kolorektálnímu karcinomu připadá druhé místo nejčastěji se vyskytujícím onkologickým onemocněním v České republice. U více než 40 % osob, kterým bylo tohle onemocnění diagnostikováno, na následky této nemoci umírá. (Hoch & Antoš et al., 2020, str. 110)

Na vzniku nádoru tlustého střeva se podílí celá řada faktorů, přičemž jedním z nich je dědičnost. Ke vzniku přispívá až deset genetických mutací. Celý proces probíhá několik let, než dojde k nekontrolovanému dělení buněk. Na řadu přichází zánětlivá onemocnění, jako jsou ulcerózní kolitida nebo Crohnova choroba, jejichž přítomnost může výrazně přispět k nádorovému onemocnění. Významnou roli mají i mikroorganismy – střevní bakterie, které nejen ovlivňují činnost střeva a celého zažívacího ústrojí, ale nemáme-li dostatečnou rovnováhu mikroprostředí ve střevě, rovnováha se naruší právě směrem ke škodlivým bakteriím. Hlavní nepřátelská bakterie je druhu *Clostridium septicum*. Při postihnutí této bakterie byl u 80 % nemocných diagnostikován nádor v tlustém střevě. Zvláštní pozornost taky vyžaduje výživa. Správné stravování formou zastoupení dostatku ryb, vlákniny, zeleniny a vynechání přezmažených jídel, alkoholu a nezdravých tuků v jídelníčku snižuje riziko vzniku kolorektálního karcinomu až o 70 %. Spouštěč pro vyvolání onemocnění může přicházet v podobě stresu. Vystavení chronického stresu neumožňuje adaptovat organismus tak, jako když je v klidu. (Frej & Kuchař, 2016, s. 354–357)

### **4.2 Benigní nádor**

Při užití tohoto termínu (benigní nádor) hovoříme o polypu, který se tvoří na vnitřní stěně střeva, a jde o malé výrůstky, které můžeme endoskopicky odstranit. Důležitou roli zastává prevence. Při včasném zjištění polyp dokážeme endoskopicky odstranit a tím můžeme zabránit dalšímu růstu, přičemž nádor ani nevznikne. (Suchánek, Barkmanová & Frič, 2012, s. 5–9) Následně úlohu přebírá dispenzarizace, kterou můžeme rozdělit na jednoetapovou a dvouetapovou. První zmíněná metoda spočívá v provedení samotné koloskopie nebo CT kolonografie. Dvouetapové programy zařazují použití testu na okultní krvácení do stolice a v případě pozitivního výsledku provedení koloskopii. (Lukáš & Hoch, 2018, s. 422-424)



## **4.3 Záněty tlustého střeva**

Tato podkapitola se bude věnovat častým a závažným zánětlivým onemocněním tlustého střeva.

### **4.3.1 Ulcerózní kolitida**

Vznik a příčina ulcerózní kolitidy není dosud známa, pravděpodobně jde o kombinaci faktorů, které vedou k chronickému zánětu postihující rektum a kolon v různém rozsahu. Významnou roli hraje genetika či porucha imunitního slizničního systému. Podle rozsahu a úseku postižení střeva určujeme o jaký druh kolitidy se jedná. Většinou začíná postižením konečníku a šíří se po tlustém střevě směrem nahoru. Zánětlivé změny na střevní sliznici mohou způsobovat např. bolesti břicha, časté vyprazdňování až průjmy. Pacient může mít také neustálé nutkání na stolici, při které odchází z těla pouze malé množství stolice nebo hlenu. Typické je střídání různě dlouhého období klidu – remisí s následnou aktivací nemoci – relapsu. Na rozdíl od Crohnovy choroby je postižena střevní sliznice bez porušení hlubších vrstev stěny. (Frej & Kuchař, 2016, s. 294–298)

Diagnóza ulcerózní kolitidy je založena na klinických příznacích potvrzených objektivními nálezy z endoskopického a histologického vyšetření. V závislosti na postižených segmentech tlustého střeva lze rozsah onemocnění klasifikovat jako proktitidu, levostrannou kolitidu nebo pankolitidu. Rozsah by měl být posouzen při diagnóze, protože znalost anatomického rozsahu zánětu sliznice je nezbytná pro výběr vhodné lokálně podávané léčby, a má prognostické důsledky pro krátkodobé i dlouhodobé sledování. Klasifikace závažnosti onemocnění je založena na počtu denních stolic a přítomnosti (nebo nepřítomnosti) systémových známek zánětu, jako je horečka a tachykardie. Cíle léčby ulcerózní kolitidy se odvíjí od symptomů. Léčba ulcerózní kolitidy se stává především z mesalazinu, kortikosteroidů, imunosupresiv a monoklonálních protilátek. Léčba by měla být přizpůsobena aktivitě onemocnění (mírná, střední, těžká) a rozsahu postižení tlustého střeva. (Ordas, Eckmann, Talamini, Baumgart & Sandborn, 2012)

### **4.3.2 Crohnova choroba**

První základy pro pochopení a popsání tohoto onemocnění položil newyorský lékař Burrill Bernard Crohn, který společně s dvěma kolegy (L. Ginzburg a G. Oppenheimer) poukázal na tohle zánětlivé střevní onemocnění. Crohnova choroba způsobuje zánětlivé procesy v různých částech trávicí soustavy, a to od úst až k řitnímu otvoru. Největší počet zastoupení tohoto onemocnění je ve skupině lidí ve věku 20–40 let. Pro Crohnovu chorobu je typické segmentální postižení střev, kdy postižené oblasti střídají úseky zdravé sliznice.

Hlavními symptomy této nemoci jsou bolesti v podbřišku, nekontrolované hubnutí, teplota, únava a průjmy. Co se týká diagnostiky, existuje celá řada vyšetření. Mezi nejvíce používané vyšetření Crohnovy choroby patří endoskopické a biochemické vyšetření krve. (Leblanc & de Moreno, 2013, s. 6-10, 90-96.).

Pacienti běžně při léčbě dostávají kortikosteroidy k léčbě vzplanutí symptomů. Pacientům s onemocněním s vyšším rizikem jsou podávána biologická léčiva, s imunomodulátory nebo bez nich, k navození a udržení remise. Pro děti je enterální výživa možností indukční terapie. Všichni pacienti s Crohnovou chorobou by měli být poučeni o vyhýbání se kouření nebo o odvykání kouření. Pacienti s Crohnovou chorobou mají zvýšené riziko rakoviny, osteoporózy, anémie, nutričních deficitů, deprese, infekce a trombotických příhod. Při péči o tyto pacienty je zásadní maximalizace preventivních opatření. Rozhodnutí o léčbě se řídí věkem, komorbiditami, symptomy, stavem zánětu, lokalizací a rozsahem onemocnění a celkovým rizikem závažnějšího a komplikovanějšího onemocnění. Důležitou součástí managementu léčby Crohnovy choroby je chirurgický zákrok. Až 57 % pacientů vyžaduje chirurgický zákrok, který je zapotřebí k léčbě píštělí, abscesů a perianálních onemocnění. Je-li nutná resekce pro onemocnění tlustého střeva, je výhodnější segmentální, nikoli totální. Po chirurgické resekcii by měla být zvážena profylaktická terapie, aby se předešlo recidivě. (Veauthier & Hornecker, 2016, s. 1365-1375)

## **4.4 Divertikulitida**

Pojmem divertikulitida označujeme zánět zasahující přímo místo s výčlipkou stěny trávicí trubice – divertikl, který může mít formu akutní nebo chronickou. Jde o komplikaci divertikulózy, která zahrnuje pouze přítomnost divertiklů. Při lokalizaci zánět nejvíce postihuje esovitou kličku tlustého střeva, ale není vyloučeno zasažení jiné části. Příčin vyvolání onemocnění tohoto charakteru je celá řada, například špatný jídelníček s nízkým přísunem vlákniny, střevní dysbióza, zánětlivé změny atd. (Lukáš & Hoch, 2018, s. 300–310)

### **4.4.1 Akutní divertikulitida**

Pojmem akutní divertikulitida je označován zánět, který je způsobený mikroperforací divertiklu. Divertikl je vakovitý výběžek stěny tlustého střeva. Její projevy se vyznačují s rychlým nástupem s bolestí vlevo, protože bývá nejčastěji postihnuto sigmoideum a colon descendens. Akutní divertikulitidu definujeme jako bakteriální zánětlivé onemocnění, u kterého je předpoklad pro další šíření a zhoršování stavu. Onemocnění způsobuje obstrukce divertiklu společně s následným zvýšením intradivertikulárního tlaku. Následný proces vyvolá poškození sliznice s bakteriální přestavbou. (Lukáš & Hoch, 2018, s. 300- 310)



Rizikové faktory, které zvyšují šance na rozvoj divertikulitidy, jsou stejné jako ty, které souvisejí s divertikulózou. Zdá se, že dieta hraje velmi významnou roli tohoto onemocnění, protože strava s nízkým obsahem vlákniny, vysokým obsahem tuku a červeným masem může zvýšit riziko rozvoje divertikulózy a možné divertikulitidy. Klinická manifestace akutní divertikulitidy se liší v závislosti na závažnosti onemocnění. Pacienti s divertikulitidou se typicky projevují s bolestí břicha v levém dolním kvadrantu. Bolest může být konstantní nebo přerušovaná. Pacienti trpí změnou ve vyprazdňování, která se projeví buď průjmem anebo zácpou. Pacienti mohou také pociťovat nevolnost a zvracení. Horečka není u pacientů s abscesy a perforací neobvyklá. Dysurie, frekvence a urgence se mohou objevit u pacientů, když se zanícená část střeva dostane do přímého kontaktu se stěnou močového měchýře, což se nazývá sympatická cystitida. Z hlediska léčby patří do terapeutického plánu především klidový režim, zvýšený příjem tekutin a perorální antibiotika. U pacientů vyžadujících hospitalizaci je preferován klid střev, společně s nasazením intravenózních antibiotik a léčbou bolesti. V případě zhoršení stavu a vzniku komplikací přichází na řadu chirurgické řešení. (Linzy & Pandit, 2022)

#### **4.4.2 Chronická divertikulitida**

Chronická divertikulitida znázorňuje opakovaně se vracející bolesti v levém podbříšku spojeny se zácpou, meteorismem a zvýšenou teplotou. Struktura divertiklu vzniká v části ochabnutí střeva, které nemá fyziologickou tloušťku – došlo k zeslabení. Pokud se divertikulitida opakuje častěji a konzervativní terapie není dostatečně účinná, přistupuje se k chirurgické léčbě – odstranění části střeva. (Lukáš & Hoch, 2018, s. 304–310)

Klinický obraz u chronické divertikulitidy je popisován příznaky jako opakovaně se vracející bolesti, pacient často trpí zácpou a meteorismem. Ze zánětu může vzniknout absces a zánětlivé střevní píštěle. Základem léčby je dodržování dietního režimu s vyšším obsahem vlákniny a nasazení medikamentózní léčby, která přináší symptomatickou úlevu. V případě těžkého zánětu jsou na místě antibiotika a probiotika. (Lukáš & Hoch, 2018, s. 304–310)

## 5 Radiační ochrana

Tato poslední kapitola bakalářské práce je věnována velice důležitému a neopomenutelnému tématu – radiační ochraně. Radiodiagnostické zobrazovací metody využívají ionizující záření, které může být při překročení prahové dávky velice škodlivé, a proto je nutné se před ním chránit. Před nežádoucími účinky ionizujícího záření je potřeba chránit jak pacienty, tak i zdravotnický personál. (Súkupová, 2018, s. 21-23)

Ionizujícímu záření je pacient i personál vystaven při vyšetření tlustého i tenkého střeva (s výjimkou použití ultrazvuku a magnetické rezonance). (McCollough, Primak, Braun, Kofler, YU & Christner, 2009, s. 27-40) Jedním z úkolů radiologického asistenta je striktní důslednost dodržování zásad radiační ochrany na pracovišti. Tím se myslí dodržovat každý organizovaný postup, který vede k omezení ozáření osob a ochraně životního prostředí. Cílem radiační ochrany je zabránění deterministických účinků, které vznikají při překročení prahové dávky a snížení rizika stochastických účinků, při kterých s rostoucí dávkou zároveň stoupá riziko jejich vzniku. (Súkupová, 2018, s. 23-25) K tomu slouží čtyři základní principy radiační ochrany (princip zdůvodnění, princip optimalizace, princip limitace dávek a poslední princip bezpečnosti zdrojů):

- Princip zdůvodnění znamená, že každá činnost, kde se použijí zdroje ionizujícího záření musí být zdůvodněna přínosem, která vyváží možná rizika.
- Princip optimalizace, který se vztahuje k současným odborným znalostem, při kterých by měla být pravděpodobnost ozáření co nejmenší.
- Princip limitace dávky se řídí cílem, aby velikost dávky a počet ozářených osob byli tak nízké, jak tomu lze rozumně dosáhnout.
- Poslední princip bezpečnosti zdrojů pojednává o bezpečnosti, spolehlivosti a pravidelné kontrole zdrojů s ionizujícím zářením. Před prvním použitím zdroje do provozu se uskuteční přijímací zkouška a následně prostřednictvím kontrol se provádí zkouška dlouhodobé stability a zkouška provozní stálosti. (Súkupová, 2018, s. 23-25)

Personál se chrání dodržováním tří základních způsobů radiační ochrany. Hlavním úkolem radiační ochrany je snížit velikost ozáření ze zevního zdroje ionizujícího záření. Jedním ze způsobů jak zabránit ionizujícímu záření je ochrana časem, kdy se doporučuje, aby pracovník u zdroje pobýval co nejkratší dobu. Ochrana vzdáleností spočívá v klesání ionizujícího záření od zdroje s jeho druhou mocninou. Posledním způsobem je ochrana stíněním, která spočívá ve

vložení vhodného materiálu mezi zdroj ionizujícího záření a pracovníka. Tím dojde k zeslabení rentgenového svazku a tím i celkové dávky. (Súkupová, 2018, s. 200-205)

Co se týče dodržování pravidel radiační ochrany na pracovišti, tak podobně jako na vyšetřovně, kde radiologický asistent provádí skiagrafické vyšetření, tak i na CT vyšetřovně musí dbát stejných pravidel. Při expozici by se neměli osoby provádějící nacházet na CT vyšetřovně. Pouze v případě nutnosti setrvání na CT vyšetřovně musí být vybaveni ochrannými prostředky. Při intervenčních výkonech s CT skiaskopii, musí být lékař vybaven ochrannou zástěrou, nákrčním límcem chránící štítnou žlázu, brýlemi a osobním dozimetrem. (Súkupová, 2018, s. 200)

V závěru této kapitoly po shrnutí obecných doporučených podmínek radiační ochrany, je ale nutno podotknout, že radiologický asistent musí znát a dbát na správné technické nastavení přístroje. Dávku v těle při CT vyšetření mohou ovlivňovat právě technické faktory jako jsou doba rotace, proud rentgenky, napětí na rentgence a součin proudu a expozičního času. (McCollough, Primak, Braun, Kofler, YU & Christner, 2009, s. 27-40)

## Závěr

Cílem této bakalářské práce byla rešerše odborných článků a teoretický poznatků týkajících se CT virtuální kolonografie. Dále také seznámit čtenáře s problematikou tohoto vyšetření a poukázat na jeho možné výhody, nevýhody. Zároveň poukázat na další vyšetřovací metody, které se používají při vyšetření tlustého střeva a popsat základní charakteristiku nejčastějších onemocnění, které tlusté střevo postihují.

Největší část bakalářské práce se věnovala poznatkům o CT virtuální kolonografii. Druhá kapitola pojednává o tomto vyšetření, se řadí bezesporu k moderním rentgenovým vyšetřovacím metodám s nízkou náročností na přípravu. Mezi nejpřednější výhody této vyšetřovací metody jsou bezesporu její rychlost, neinvazivnost a zejména vysoká senzitivita a specifita. Jaké největší nevýhodu se ukázalo, že je nemožnost odebrání histologických vzorků. Třetí kapitola pojednávající o poznatcích k dalším vyšetřovacím metodám, které se v radiodiagnostice běžně používají jsou zaměřené především na jejich výhody, nevýhody, indikace a popřípadě jak se dané vyšetření provádí a jaký je princip. Každá zmiňovaná metoda má své klady a zápory a k této problematice bezpodmínečně patří. Čtvrtá kapitola charakterizuje nejčastější onemocnění tlustého střeva. Zaměřuji se na vznik a příčinu onemocnění, která je ale dost často neznámá. Dále popisují příznaky, možnosti léčby nebo jak lze nemoc diagnostikovat. Správná diagnostika je založena na zvolení vhodné vyšetřovací metody.

Pro ucelenost práce byla popsána anatomie a fyziologie tlustého střeva a k oboru radiodiagnostiky neopomenutelná radiační ochrana. Jednotlivé poznatky, které byly sestaveny z odborných článků a knih mohou přispět lékařským i nelékařským oborům k získání nových informací. Bakalářská práce je doplněna také o obrazovou dokumentaci ilustrující vybavení a výsledky u CT kolonografie.

## Seznam literatury:

- DURILA, Miroslav, 2021. *Point of care ultrazvuk u kritických stavů: Point of care ultrasonography in Critical Care*. Praha 7: Granda Publishing a.s. ISBN 978-80-271-4143-2.
- FALT, Přemysl, Ondřej URBAN a Petr VÍTEK, 2015. *Koloskopie*. Praha: Granda Publishing a.s. ISBN 978-80-247-5284-6.
- FERDA, Jiří, Hynek MÍRKA, Eva FERDOVÁ a Boris KREUZBERG, 2006. *CT trávicí trubice*. Praha 5: Galén. ISBN 80-7262-436-9.
- FERDA, Jiří, Hynek MÍRKA, Jan BAXA a Alexander MALÁN, 2015. *Základy zobrazovacích metod*. Galén. ISBN 978-80-7492-164-3.
- FREJ, David a Jiří KUCHAR, 2016. *Zdravé střevo: komplexní prevence a terapie trávicích a střevních potíží a onemocnění*. Praha: Eminent. ISBN 978-80-7281-510-4.
- HEŘMAN, Miroslav, 2014. *Základy radiologie*. Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 9788024429014.
- HOCH, Jiří a František ANTOŠ, 2020. *Koloproktologie: vybrané kapitoly IV*. Praha: Mladá fronta. ISBN 978-80-204-5750-9.
- LEBLANC, Jean Guy a Alejandra de Moreno de LEBLANC, 2013. *Crohn's Disease: Classification, Diagnosis and Treatment Options*. Nova Science Publishers. ISBN 978-1-62618-583-8.
- LUKÁŠ, Milan, 2021. *Ideopatické střevní záněty 2: Nové trendy a mezioborové souvislosti*. Praha 7: Granda Publishing a.s. ISBN 978-80-271-4536-2.
- LUKÁŠ, Karel a Jiří HOCH, 2018. *Nemoci střev*. Praha: Granda Publishing a.s. ISBN 978-80-271-0353-9.
- MALÍKOVÁ, Hana, 2019. *Základy radiologie a zobrazovacích metod* [online]. Univerzita Karlova: Karolinum [cit. 2023-04-12]. ISBN 978-80-246-4036-5.
- SUCHÁNEK, Štěpán, Jaroslava BARKMANOVÁ a Přemysl FRIČ, 2012. *Rakovina tlustého střeva a konečníku*. Praha: Mladá fronta. ISBN 978-80-204-2474-7.
- SÚKUPOVÁ, Lucie, 2018. *Radiační ochrana při rentgenových výkonech- to nejdůležitější pro praxi* [online]. Praha 7: Granda Publishing a.s [cit. 2023-04-10]. ISBN 978-80-247-2842-1.

ŠPIČÁK, Julius a Ondřej URBAN, 2015. *Novinky v digestivní endoskopii*. Praha: Granda Publishing a.s. ISBN 978-80-247-5283-9.

VOMÁČKA, Jaroslav, 2015. *Zobrazovací metody pro radiologické asistenty. 2.* Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-80-244-4508-3.

## Elektronické zdroje:

BURLING, David. *CT colonography standards* [online]. April 05, 2010 [cit. 2023-04-03]. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1016/j.crad.2009.12.003>

BRÜCKNER, Markus, Philipp LENZ, Marcus M MÜCKE, Faekah GOHAR, Peter WILLEKE, Dirk DOMAGK a Dominik BETTENWORTH. *Diagnostic imaging advances in murine models of colitis* [online]. 21 Jan, 2016, 996–1007 [cit. 2023-04-18]. Dostupné z: doi:[10.3748/wjg.v22.i3.996](https://doi.org/10.3748/wjg.v22.i3.996)

FILOGRANA, Laura, Enrica FILOGRANA, Adolfo D'ONOFRIO, Nicola FLOR, Yusef HADDAD a Roberto FLORIS. *Colonic angiodysplasia on CT colonography: case report and characteristic imaging findings* [online]. 12 Dec, 2017, 693–696 [cit. 2023-04-18]. Dostupné z: doi:[10.1016/j.radcr.2017.07.014](https://doi.org/10.1016/j.radcr.2017.07.014)

GARVEY, Connal J a Rebecca HANLON. *Computed tomography in clinical practice* [online]. 4 May 2002, 1077–1080 [cit. 2023-04-10]. Dostupné z: doi:[10.1136/bmj.324.7345.1077](https://doi.org/10.1136/bmj.324.7345.1077)

KIM, David H. *CT Colonography Is the Perfect Colorectal Screening Test That Unfortunately Few People Use Yet* [online]. 2 January 2023, 79-82 [cit. 2023-03-21]. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.3348/kjr.2022.0969>

LAGHI, Andrea. *Computed tomography colonography in 2014: An update on technique and indications* [online]. 7. Dec 2014 [cit. 2023-03-21]. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.3748/wjg.v20.i45.16858>

LINZAY, Catherine D. a Sudha PANDIT. *Acute Diverticulitis* [online]. 8 Aug, 2022 [cit. 2023-04-11]. PMID: 29083630. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK459316/>

MACCIONI, Francesca, Celine D. ALT, Juerg HODLER, Rahel A. KUBIK-HUCH a Gustav K. VON SCHULTHESS. *MRI of the Pelvic Floor and MR Defecography* [online]. 21 Mar, 2018, 13-20 [cit. 2023-04-12]. Dostupné z: doi:[10.1007/978-3-319-75019-4\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-319-75019-4_2)

MCCOLLOUGH, Cynthia H., Andrew N. PRIMAK, Natalie BRAUN, James KOFLER, Lifeng YU a Jodie CHRISTNER. *Strategies for Reducing Radiation Dose in CT* [online]. 14 Sep, 2009, 27-40 [cit. 2023-04-10]. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1016/j.rcl.2008.10.006>

MOHAMMED, Mohammed Fahim, Tejbir CHAHAL, Bo GONG, Nizar BHULANI, Michael O'KEEFE, Timothy O'CONNELL, Savvas NICOLAOU a Faisal KHOSA. *Trends in CT*



*colonography: bibliometric analysis of the 100 most-cited articles* [online]. 3 Nov, 2017 [cit. 2023-04-18]. Dostupné z: doi:10.1259/bjr.20160755

OBARO, Anu E., Paul MCCOUBRIE, David BURLING a Andrew A. PLUMB. *Effectiveness of Training in CT Colonography Interpretation: Review of Current Literature* [online]. 10, June 2022, 430-440 [cit. 2023-04-18]. Dostupné z: doi:https://doi.org/10.1053/j.sult.2022.06.002

ORDÁS, Ingrid, Lars ECKMANN, Mark TALAMINI, Daniel C BAUMGART a William J SANDBORN. *Ulcerative colitis* [online]. 20 Aug, 2012, 1606-1619 [cit. 2023-04-10]. Dostupné z: doi:https://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)60150-0

PARK, Seong Ho, Judy YEE, Se Hyung KIM a Young Hoon KIM. *Fundamental Elements for Successful Performance of CT Colonography: Virtual Colonoscopy* [online]. 20 Aug 2007 [cit. 2023-04-05]. Dostupné z: doi:https://doi.org/10.3348%2Fkjr.2007.8.4.264

PICKHARDT, Perry J. *Screening CT Colonography: How I Do It* [online]. 28 March, 2007, 290-298 [cit. 2023-04-04]. Dostupné z: doi:10.2214/AJR.07.2136

PICKHARDT, Perry J., Judy YEE a C. Daniel JOHNSON. *CT Colonography: Over Two Decades from Discovery to Practice* [online]. Mar,2018, 517-522 [cit. 2023-04-11]. Dostupné z: doi:10.1007/s00261-018-1501-8

PICKHARDT, Perry J., Joshua BAKKE, Jarret KUO, Jessica B. ROBBINS, Meghan G. LUBBNER, Alejandro ALEJANDRO MUÑOZ DEL RIO a David H. KIM. *Volumetric Analysis of Colonic Distention According to Patient Position at CT Colonography Read More: https://www.ajronline.org/doi/10.2214/AJR.13.12369: Diagnostic Value of the Right Lateral Decubitus Series Read More: https://www.ajronline.org/doi/10.2214/AJR.13.12369* [online]. Dec, 2014 [cit. 2023-04-04]. Dostupné z: doi:10.2214/AJR.13.12369

SHAUKAT, Aasma a Theodore R. LEVIN. *Current and future colorectal cancer screening strategies* [online]. 3 May, 2022, 521–531 [cit. 2023-04-12]. Dostupné z: doi:10.1038/s41575-022-00612-y

SIMON, Karen. *Colorectal cancer development and advances in screening* [online]. 19. Jul 2016 [cit. 2023-04-01]. Dostupné z: doi:10.2147/CIA.S109285



VEAUTHIER, Brian a Aime R. HORNECKER. *Crohn's Disease: Diagnosis and Management* [online]. 1. November 2016, 1365-1375 [cit. 2023-04-10]. Dostupné z: doi:2018;98(11):661-669

## Seznam obrázků:

Obrázek č.1: <i>Vyprazdňovací přípravek Fortrans</i> .....	14
Obrázek č.2: <i>Kontrastní látka Micropaque</i> .....	15
Obrázek č. 3: <i>Aplikační sada pro insuflátory</i> .....	16
Obrázek č.4: <i>CO2 insuflátor</i> .....	17
Obrázek č. 5: <i>Předozaďní a boční topogram</i> .....	18
Obrázek č. 6: <i>Přehledová rekonstrukce</i> .....	19
Obrázek č. 7: <i>„Sekční“ rekonstrukce</i> .....	19
Obrázek č. 8: <i>Polyp na tračníku</i> .....	20