

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

Bakalářský studijní program Specializace ve zdravotnictví  
obor Radiologický asistent

**Úloha radiologického asistenta při vyšetření tenkého střeva  
zobrazovacími metodami**

Bakalářská práce

**Petra Svobodová**

**Vedoucí práce: MUDr. Vojtěch Suchánek**

**Březen 2009**

## **1 Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem tuto práci na téma Úloha radiologického asistenta při vyšetření tenkého střeva zobrazovacími metodami zpracovala samostatně a veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využila, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím, aby tato bakalářská práce byla umístěna v knihovně 2. lékařské fakulty Univerzity Karlovy v Praze a sloužila ke studijním účelům.

V Praze dne 30. března 2009

Podpis

## **2 Poděkování**

Děkuji vedoucímu práce, MUDr. Vojtěchu Suchánkovi, že byl dobrým a trpělivým rádcem, za jeho cenné rady a připomínky při mém zpracování bakalářské práce.

Rovněž děkuji Klinice zobrazovacích metod UK 2. LF Fakultní nemocnice v Motole za poskytnutí obrazové dokumentace.

### **3 Abstrakt**

#### Abstract in English

The gastrointestinal tract is one of the most important organ system of the human body. The small intestine, as a part of the gastrointestinal tract, is liable for the nutriment digestion and the nutrient resorbtion. The small intestine, as well as the whole gastrointestinal tract, is a hollow tubular organ.

The small intestine imaging is very difficult medicine department, because the small bowel length and location regarding to whole gastrointestinal tract is poorly accessible for routine endoscopic procedures.

Imaging technologies are frequently used ways in the small bowel investigation in the standard medical practice today. Ultrasonography, the native radiogram, the contrast radiogram – the passage throw the small intestine and enteroclysis, computed tomography imaging, magnetic resonance imaging and nuclear medicine methods are possible modalities, that we can use in small bowell imaging.

In dissertation I discuss all those methods and the role of the radiographer in connection with X-ray and non X-ray imaging methods.

Abstrakt v českém jazyce

Trávicí trakt patří k nejdůležitějším orgánovým systémům v lidském těle. Tenké střevo, jako část trávicího systému, je odpovědné za štěpení potravy a resorpci živin. Tenké střevo má, obdobně jako celý trávicí trakt, podobu dutého orgánu tabulárního tvaru.

Zobrazování tenkého střeva patří mezi obtížné medicínské úkony, protože délka a jeho lokalizace ve vztahu k celému trávicímu traktu představují špatnou dostupnost pro rutinní endoskopické metody.

Zobrazovací metody patří k často používaným metodám v oblasti vyšetřování tenkého střeva. Ultrasonografie, nativní snímek břicha, kontrastní vyšetření – pasáž tenkým střevem a enteroklýza, výpočetní tomografie, magnetická rezonance a metody nukleární medicíny jsou modality, které lze využít k zobrazování tenkého střeva.

V práci popisují všechny výše uvedené metody ve spojení s rolí radiologického asistenta při těchto postupech.

## 4 Obsah

1	Prohlášení.....	2
2	Poděkování.....	3
3	Abstrakt.....	4
4	Obsah.....	6
5	Úvod.....	8
6	Anatomie tenkého střeva.....	10
6.1	Duodenum.....	10
6.2	Jejunum a ileum.....	11
6.3	Cévní zásobení tenkého střeva.....	11
7	Fyziologie tenkého střeva.....	12
8	Vyšetřovací metody.....	13
8.1	Transabdominální ultrasonografie.....	13
8.1.1	Příprava pacienta.....	13
8.1.2	Úloha radiologického asistenta při ultrasonografickém vyšetření.....	14
8.2	Nativní rentgenový snímek – prostý snímek břicha.....	15
8.2.1	Příprava pacienta.....	16
8.2.2	Úloha radiologického asistenta při provedení prostého snímku.....	16
8.2.2.1	Projekce předozadní, ventrodorzální.....	17
8.2.2.2	Projekce s horizontálním chodem paprsku.....	17
8.2.3	Dávka ionizujícího záření na pacienta a možnosti její minimalizace.....	19
8.3	Kontrastní vyšetření tenkého střeva.....	20
8.3.1	Pasáž tenkým střevem.....	20
8.3.2	Frakcionovaná pasáž tenkým střevem (vyšetření dle Pandora).....	21
8.3.2.1	Příprava pacienta.....	21
8.3.3	Funkční vyšetření tenkého střeva - transit–time vyšetření.....	21
8.3.3.1	Příprava pacienta na funkční vyšetření.....	22
8.3.3.2	Úloha radiologického asistenta při pasážových vyšetřeních.....	22
8.3.4	Enteroklýza.....	23
8.3.4.1	Enteroklýza – příprava pacienta.....	24
8.3.4.2	Úloha radiologického pacienta při enteroklyze.....	25
8.4	Výpočetní tomografie.....	26
8.4.1	Nativní CT břicha.....	26
8.4.2	CT-enterografie.....	26
8.4.2.1	Příprava pacienta při CT-enterografii.....	26
8.4.3	CT-enteroklýza.....	27
8.4.3.1	Kontrastní látky užívané pro CT-enteroklyzu.....	28
8.4.3.2	Příprava pacienta pro CT-enteroklyzu.....	28
8.4.4	Úloha radiologického asistenta při CT vyšetřeních tenkého střeva.....	29
8.5	Magnetická rezonance.....	30
8.5.1	MR-enterografie,MR-enteroklýza.....	30
8.5.1.1	Příprava pacienta k MR-enteroklyze.....	30
8.5.1.2	Úloha radiologického asistenta při MR vyšetření tenkého střeva.....	31
8.6	Scintigrafické vyšetření tenkého střeva.....	33

8.6.1 Detekce krváčení do gastrointestinálního traktu.....	33
8.6.1.1 Příprava pacienta.....	34
8.6.1.2 Používaná radiofarmaka(18).....	34
8.6.1.2.1 In vitro značené autologní erytrocyty $^{99m}\text{Tc}$ .....	34
8.6.1.2.2 $^{99m}\text{Tc}$ -S koloid.....	35
8.6.1.3 Průběh scintigrafického vyšetření.....	35
8.6.2 Lokalizace ektopické žaludeční sliznice .....	36
8.6.2.1 Průběh scintigrafického vyšetření.....	36
8.6.3 Úloha radiologického asistenta při scintigrafickém vyšetření.....	37
9 Shrnutí.....	38
10 Obrazová dokumentace.....	39
11 Seznam použité literatury.....	43
12 Klíčová slova.....	45
13 Keywords.....	46
14 Seznam příloh.....	47

## 5 Úvod

Vyšetřování tenkého střeva má svá specifika a patří mezi nejnáročnější radiodiagnostické úkony. Ačkoli je v posledních letech patrný rychlý vývoj endoskopických vyšetřovacích metod, tak i radiodiagnostické metody vyšetřování trávicího traktu mají v diagnostice onemocnění trávicí trubice svoji nezastupitelnou úlohu. Endoskopické i radiodiagnostické metody se vzájemně vhodně doplňují.

I radiodiagnostické metody zaznamenávají prudký vývoj, hlavně v souvislosti s aplikací nových vyšetřovacích metod, zejména pomocí výpočetní tomografie nebo magnetické rezonance. Z nich vycházejí také následné rekonstrukční postupy umožňující virtuální zobrazení trávicí trubice.

Endoskopické vyšetření tenkého střeva – enteroskopie není v současnosti standardní vyšetřovací metodou. Dominantní vyšetřovací metodu stále představuje radiodiagnostické zobrazování.

Nezanedbatelnou výhodou mnohých radiodiagnostických metod je jejich mnohdy neinvazivní průběh. Tohoto lze v mnohých případech s výhodou využít, hlavně kvůli dobré snášenlivosti ze stran pacientů. Pro vyšetřování tenkého střeva se radiodiagnostické metody jeví jako metoda první volby, zejména pro složitost enterální endoskopické dostupnosti. Délka a také lokalizace tenkého střeva vzhledem k celému trávicímu traktu je v endoskopii velkou překážkou. Pro vizualizaci tenkého střeva byla vyvinuta zcela nová metoda – double-balloon enteroskopie. Jedná se o první endoskopickou metodu, která umožňuje vyšetření celého gastrointestinálního traktu v reálném čase. Výhodu představuje také možnost okamžitého terapeutického zásahu a současně odběr bioptických vzorků.

Neinvazivní průlomovou metodou v zobrazování tenkého střeva se v posledních letech stala kapslová endoskopie, která již byla zavedena i do klinické praxe. Princip metody je založen na polknutí speciální kapsle, která nese světelný zdroj osvětlující lumen trávicího traktu a zároveň kamerový systém, který průchod trávicí trubici zaznamenává. Finanční náročnost této metody však v současnosti neumožňuje její rutinní využití.



Cílem této práce je popsat, a tím i ozřejmit, úlohu radiologického asistenta při všech zobrazovacích metodách tenkého střeva, se kterými se může v rámci své praxe setkat.

## **6 Anatomie tenkého střeva**

Tenké střevo - *intestinum tenue* představuje střední úsek celého gastrointestinálního traktu. V orálním směru navazuje na žaludek - *ventriculus*, přesněji na vrátník - *pylorus*. Aborálně ústí tenké střevo do tlustého střeva - *intestinum crassum*, přesněji do slepého střeva - *intestinum caecum* prostřednictvím otvoru - *ostium ileale*, které je lemováno slizniční Bauhinskou chlopní. Průměrná délka tonizovaného tenkého střeva (*in vivo*) je 3 – 5 m.

Tenké střevo lze rozčlenit na 3 úseky: *duodenum*, *jejunum* a *ileum*. Za fyziologických podmínek jsou kličky tenkého střeva uloženy takto – *jejunum* se nachází v levém horním břišním kvadrantu a plynule, bez zřetelné hranice, přechází v *ileum*, které leží v pravém dolním břišním kvadrantu.<sup>(1)</sup>

### **6.1 Duodenum**

Dvanáctník – *duodenum* je svojí délkou 20 – 28 cm, tj. cca 12 palců, nejkratší částí tenkého střeva, která ve svém průběhu vytváří prostor, tzv. duodenální okno (v radiologické terminologii) a zde je uložena hlava pankreatu – *caput pancreatis*. Velká část průběhu *duodena* je uložena za nástěnným peritoneem, tj. retroperitoneálně. Topograficky se *duodenum* promítá na páteř předozadně v úrovni obratle L2. Na mediální stěně *duodena* (D2) se nachází Vaterská papila – *papilla duodeni major*, kde ústí žlučové a pankreatické vývody. *Duodenum* přechází v *jejunum* ohbím – *flexura duodenojejunalis*, které se otáčí obloukem od zadní stěny břišní dopředu a dolů.

## **6.2 Jejunum a ileum**

Lačník – jejunum a kyčelník – ileum jsou další dva navazující úseky tenkého střeva. Jsou fixovány mesenteriem, které se jako duplikatura peritonea připojuje k zadní stěně břišní. Kořen mesenteria – radix mesenterii probíhá na zadní stěně břišní zleva shora směrem šikmo kaudálně do pravé jámy kyčelní. V mesenteriu se nacházejí cévy zásobující tenké střevo.

Obě části v sebe přecházejí volně, bez zřetelně patrné hranice. Jejunum zaujímá přibližně 2/5 délky (cca 150 cm), ileum pak zbývající 3/5 délky jejunoilea (cca 200 cm).

## **6.3 Cévní zásobení tenkého střeva**

Arteriální zásobení kraniální části duodena vychází z nepárové větve břišní aorty - truncus coeliacus cestou a. hepatica communis a její větve a. gastroduodenalis. Cévní zásobení kaudální části duodena a celého jejunoilea zajišťuje a. mesenterica superior. Z tohoto kmene odstupují postupně aa. jejunales pro jejunum a aa. ileales, které zásobují ileum. Celkově se jedná o cca 12 – 16 arteriálních větví, které mají své charakteristické uspořádání v arkády. Arterie zásobující jejunum tvoří pouze 1 řadu arkád a dlouhé terminální aa. rectae (až 5 cm), zatímco ileální artérie tvoří až 4 řady arkád a aa. rectae dosahují délky maximálně 2 cm. Pro oblast ileocaekálního ústí odstupuje artérie z kmene a. ileocolica.<sup>(1)</sup>

Žilní odtok kopíruje průběh arteriálního zásobení, postupně vytváří kmen v. mesenterica superior, který ústí do kmene v. portae.

## 7 Fyziologie tenkého střeva

V tenkém střevě probíhá hlavní a poslední etapa enzymatického štěpení potravy - digesce a následné vstřebání takto vzniklých komponent – resorpce. Dochází zde k trávení sacharidů, lipidů a proteinů a vstřebávání vitamínů, minerálů a stopových prvků.

Nezastupitelnou funkci tenkého střeva představuje také podíl na tvorbě imunitního systému a endokrinního systému organismu.<sup>(2)</sup>

Tenké střevo je k resorpci živin dokonale přizpůsobeno. Sliznice tenkého střeva je zvrásněna v mnohé řasy. Vysoké příčné řasy – plicae circulares jsou nejvíce patrné a hojně v duodenu a jejunu. Distálním směrem se jich počet značně redukuje, nakonec v ileu zcela vymizí. Další strukturou, která zvětšuje celkový povrch sliznice tenkého střeva, jsou střevní klky – villi intestinales. Celkový funkční povrch sliznice tenkého střeva tak dosahuje až 7m<sup>2</sup>.

Za fyziologických podmínek je tenké střevo naplněno asi 200 ml vzduchu a 2000 ml tráveniny. Tato náplň cirkuluje uvnitř střeva následujícími mechanismy.

Hladká svalovina tenkého střeva vykonává charakteristické stahy, které vyvolávají tři charakteristické druhy střevních pohybů. Pohyb segmentační představuje zaškrcení ve dvou blízkých místech současně a je doprovázen pohybem kývavým, který střídá zkrácení a prodloužení, a tím se obsah střevní promíchává. Předchozí pohyby jsou doprovázeny pohybem peristaltickým, který se jako vlna šíří distálním směrem po stěně střeva a posouvá tak střevní obsah aborálním směrem.<sup>(1)</sup>

## 8 Vyšetřovací metody

### 8.1 *Transabdominální ultrasonografie*

Ultrazvukové vyšetření břicha – transabdominální ultrasonografie je zcela neinvazivní, biologicky neškodná, ambulantní metoda, která nevyužívá ionizující záření. Je tedy metodou první volby v případě akutních i chronických onemocnění trávicí trubice. Vyšetření poskytuje kompletní zobrazení situace v abdominální dutině, podává tedy informace i o stavu orgánů, které se nacházejí v blízkosti tenkého střeva (Obrazová dokumentace - Obrázek 1). Nezanedbatelnou předností je také nízká cena ultrasonografického vyšetření.

Nevýhodou je hlavně limitace daná konstitucí vyšetřovaného pacienta. Obecně platí, že čím je pacient obéznější, tím hůře je transabdominální ultrasonografie použitelná, a tím i přínosná. Stejně tak se tenké střevo špatně vyšetřuje při přítomnosti střevní plynatosti. Plyn, jako anechogenní prostředí, způsobuje množství nežádoucích artefaktů, které znesnadňují vyšetřujícímu přehlédnout abdominální oblast a stanovit diagnózu.

Abdominální dopplerovská sonografie je metodou používanou pro vyšetření velkých viscerálních cév. Pomocí analýzy rychlosti toku a tvaru spektrální křivky lze hodnotit charakter krevního průtoku v mesenterických cévách.<sup>(3)</sup>

#### 8.1.1 *Příprava pacienta*

Ultrasonografické vyšetření je využíváno jak při akutních stavech pacienta, tak i při vyšetřeních plánovaných.

Při plánovaných vyšetřeních je pacient vyšetřován nalačno. Alespoň 6 hodin před vyšetřením by neměl jíst ani pít. S dostatečným předstihem by se měl vyvarovat konzumaci potravin, které způsobují nadýmání a plynatost (luštěniny, nadýmavá zelenina – zelí, květák, hroznové víno, kynuté potraviny, sycené nápoje).

### 8.1.2 Úloha radiologického asistenta při ultrasonografickém vyšetření

Radiologický asistent není při ultrasonografickém vyšetření trávicího traktu standardně přítomen. V České republice provádí vyšetření lékař a obraz hodnotí přímo v průběhu vyšetření dle své erudice. V zahraničí se můžeme setkat i s případy, kdy ultrasonografické vyšetření provádí radiologický asistent, ex post jej hodnotí lékař.

Vyšetření se provádí konvexní sondou za použití frekvencí 3,5-5 MHz. Tyto frekvence umožňují dobré zobrazení a hodnocení rozměrů střevních kliček, náplň a střevní motilitu (peristaltiku). Pro lepší zobrazení reliéfu střevní stěny se využívají lineární sondy frekvence 7,5-10 MHz.<sup>(3)</sup> Vyšetření orgánů dutiny břišní se provádí v poloze vleže na zádech. Před samotným, vyšetřením je na plochu sondy nanesen transparentní sonografický gel, který zamezuje přístupu vzduchu do prostoru mezi kůží pacienta a sondou a tím vzniku nekvalitního obrazu. Při samotném vyšetření lékař pomalu pohybuje sondou po břišní krajině a zároveň sleduje obraz na monitoru. Doba trvání vyšetření se pohybuje v rozmezí 5 - 10 minut.

## **8.2 Nativní rentgenový snímek – prostý snímek břicha**

Nativní snímek řadíme k neinvazivním radiodiagnostickým vyšetřením. Samotný prostý snímek břicha může poskytnout cenné diagnostické informace. Jedná se o sumární snímek, na kterém by měla být zobrazena celá oblast břicha a malé pánve. Indikací k nativnímu snímku břicha jsou především akutní stavy pacienta s podezřením na náhlou příhodu břišní. Nejčastěji se jedná o ileózní stavy a případy spojené s perforací trávicího traktu. Střevní neprůchodnost – ileus je spojena s typickými symptomy. Na snímku jsou v případě přítomnosti ileu patrné typické příznaky, tj. dvě a více hladinek nacházejících se v kličkách tenkého střeva mající šířku alespoň 3 cm. Hladinky jsou obrazem přechodu tekutina-plyn. Navíc je mnohdy ze snímku možné určit i konkrétní místo, kde se obstrukce trávicí trubice nachází, jelikož je snímku možno zachytit rozložení plynu v dilatovaných kličkách.

Nativní snímek může rovněž ozřejmit lokalizaci možných kalcifikací, které se nacházejí zejména v cévním systému zásobujícím oblast tenkého a tlustého střeva.

Prostý snímek břicha je použitelný také při lokalizaci rentgen-kontrastního tělesa v gastrointestinálním traktu. Obecně platí, že pokud předmět projde skrz pylorický kanál, pak již projde celým trávicím traktem. Pokud je cizí těleso rentgenekontrastní, pak je zcela zbytečné prostý snímek provádět, protože na snímku ho obvykle nelze rozpoznat. V takovém případě by se jednalo o zbytečnou dávku ionizujícího záření pro pacienta a vyšetření by nemělo žádný diagnostický přínos.

Prostý snímek břicha lze pořídit i v poloze na zádech, používá se však častěji pro zobrazení vylučovacího systému - nativní nefrogram. Pomáhá odhalit hlavně kalcifikace v oblasti močových cest. V některých případech umožňuje určit šířku lumina tenkého střeva, ve kterém přítomný vzduch vytváří negativní kontrast. Hodnotitelné jsou pak i možné příznaky mechanické obstrukce, případně strangulace, jako obraz „šňůry perel“ (řada malých bublinek vzduchu mezi edematózně

prosáklými řasami tenkého střeva), znamená „kávového zrna“ (uzávěr kličky tenkého střeva na dvou místech nebo obraz „pseudotumoru“ (klička tenkého střeva naplněná tekutinou, která se jeví jako měkká, oválná, intraabdominální masa).<sup>(4)</sup>

### *8.2.1 Příprava pacienta*

Před provedením prostého snímku, který by měl přinést správné diagnostické informace, je třeba, aby vyšetřovaný pacient setrval ve snímkové poloze alespoň po dobu 5 minut před provedením snímku. Po uplynutí této doby je možno provést samotné snímkování, které může přinést relevantní informace o poměrech v břišní dutině.

Snímkový pacient si odloží oblečení a všechny rentgen-contrastní předměty, které by mohly na snímku působit nežádoucí artefakty.

### *8.2.2 Úloha radiologického asistenta při provedení prostého snímku*

Radiologický asistent nejprve zaeviduje pacienta, dle údajů na žádance, do centrálního nemocničního systému. Asistent doplní do systému a na žádanku počet provedených snímků spolu se svojí identifikací (razítko). Zaznamená efektivní dávku na pacienta.

Asistent vyzve pacienta k přesunu do kabiny, požádá ho o odložení oblečení, které zasahuje do oblasti zájmu. Zároveň asistent pořádá pacienta o odstranění veškerých rentgen-contrastních předmětů (šperky), které zasahují do snímkové oblasti a mohly by být zdrojem nežádoucích artefaktů.

Před provedením snímku radiologický asistent vysvětlí pacientovi jak bude snímkování probíhat. Ženám v reprodukčním věku dá radiologický asistent podepsat prohlášení, ve kterém žena potvrdí, že není gravidní.



Vlastní snímkování provádí radiologický asistent. Dle proporcí pacienta volí velikost kazety, na kterou bude danou oblast snímat. Zároveň musí radiologický asistent správně vyclonit oblast zájmu, na které nesmí chybět v kraniální části bránice. Standardně se nativní snímek provádí na kazetu o velikosti 35x35 cm.

#### 8.2.2.1 Projekce předozadní, ventrodorzální

Snímkování se provádí ve stoje. Asistent nastaví pacienta do správné polohy zády k vertigrafu vybaveného Buckyho clonou. Na kazetu připevní kontrastní značku (P,L) dle stranové orientace. Snímkování se provádí ze vzdálenosti cca 150 cm. Centrální paprsek směřuje kolmo na střed bikristální čáry a zároveň do středu Buckyho clony.<sup>(5)</sup> Tato velikost kazety umožňuje zachycení celé krajiny břišní často i spolu s oblastí malé pánve (Obrazová dokumentace - Obrázek 2). U vysokých pacientů někdy nelze na snímek zároveň zchytit i oblast malé pánve. Tu následně snímkuje zvlášť. Volíme velikost kazety 18x24 cm nebo 24x30 cm. Centrální paprsek směřuje do středu spojnice pupku a symfýzy. Pokud je pacient obézní, je možné využít mírnou mechanickou kompresi pomocí širokého pásu, kterým lze docílit zmenšení objemu břicha. Nutné je přihlídnout ke stavu pacienta a aktuální bolestivosti břišní oblasti.<sup>(5)</sup>

#### 8.2.2.2 Projekce s horizontálním chodem paprsku

V případě imobility pacienta (nevydrží-li ve vzpřímené poloze po dobu nezbytnou pro snímkování) volí radiologický asistent postup snímkování na lůžku. V tomto případě se snímek provádí v poloze na levém boku, a paprsek má v tomto případě horizontální chod. Kazeta je v tomto případě umístěna za tělo pacienta (vertikálně se opírá o pacientova záda) a je patřičně zafixována, aby nedošlo při snímkování k jejímu pohybu. Vyšetření je mnohdy spjato i s vyšší mírou improvizace ze strany radiologického asistenta, který by měl být schopen vytvořit snímek, který bude mít potřebný diagnostický přínos. Přetočení na levý bok se volí

s výhodou zejména při podezření na přítomnost vzduchu v peritoneální dutině. Plyn se při této poloze zobrazuje v prostoru mezi stěnou břišní a přiléhajícím lalokem jater.

Ve chvíli, kdy je pacient přesně nastaven do požadované pozice pro snímkování, vyzve radiologický asistent vyšetřovaného k provedení hlubokého nádechu a následnému zadržení dechu na dobu nezbytnou pro expozici. Po dobu expozice se radiologický asistent nachází v ovladovně. Na ovládacím pultu zvolí příslušný typ snímku – snímkovanou oblast, pro kterou jsou v expozičním automatu již předvoleny technické parametry (kV, mAs). Parametry pro snímkování osob jsou standardizovány, (tj. muž cca 75 kg). Pokud je pacient obézní, nebo naopak subtilní, je možno parametry na ovládacím pultu změnit tak, aby měl snímek potřebnou diagnostickou hodnotu a nebyl podexponován, nebo naopak přexponován.

V současné době se setkáváme s poměrně masivním nástupem digitalizace na radiodiagnostických pracovištích. Po provedení snímku na speciální kazetu s paměťovou fólií tak odpadá nutnost vyvolat film. Přímo z kazety je snímek v čtecím zařízení digitalizován a převeden do paměti počítače. Radiologický asistent překontroluje, zda snímek dosahuje potřebné kvality. Následně může radiologický asistent snímek odeslat do centrálního systému (PACS – Picture Archiving and Communication System), případně na popis radiologovi.

Etiologie akutních stavů postihujících tenké střevo je často v přímé souvislosti s postižením orgánů dutiny hrudní, doporučuje se tedy doplnit nativní snímek břicha ještě zadopředním snímkem hrudníku.

### 8.2.3 *Dávka ionizujícího záření na pacienta a možnosti její minimalizace*

Efektivní dávka na pacienta představuje cca 1,5 mSv.<sup>(6)</sup> Minimalizaci dávky lze docílit zejména vycloněním vyšetřovaného objemu a zvolením vhodné expozice, která musí být přizpůsobena tloušťce snímkové krajiny.

Vykrývání gonád je u nativního snímku břicha použitelné pouze u mužů. U žen se gonády projikují do oblasti zájmu, a proto zde vyclonění nepoužíváme.

Tkáň trávicí trubice je obecně značně radiosenzitivní, zejména pak epitel tenkého střeva, který je třetí nejsenzitivnější tkáň v lidském těle vůbec.<sup>(7)</sup> Tento fakt je nutno zohlednit zejména při provádění kontrolních snímků, mezi kterými by měl být dostatečný časový odstup potřebný na regeneraci tkání.

### **8.3 Kontrastní vyšetření tenkého střeva**

Samostatnou skupinou vyšetření trávicího traktu jsou metody skiaskopicko-skiagrafické využívající kontrastní látky. Používané kontrastní látky mohou být jak pozitivní – zvyšující absorpci ionizujícího záření, tak negativní – snižující absorpci ionizujícího záření. Kontrastní látky vhodné pro vyšetřování tenkého střeva se nejčastěji aplikují per os nebo po zavedení sondy přímo do oblasti zájmu.

Nejčastější pozitivní kontrastní látkou používanou při enterografických vyšetřeních je baryová suspenze – vodný roztok BaSO<sub>4</sub>.

V následující části jsou popsány jednotlivé metody využívající oba výše uvedené druhy kontrastních látek.

#### **8.3.1 Pasáž tenkým střevem**

Zcela neinvazivním vyšetřením tenkého střeva je pasáž tenkým střevem. Používána je pouze jedna pozitivní kontrastní látka - monokontrastní vyšetření. Kvalita zobrazení tenkého střeva touto metodou je limitována. Omezení vycházejí právě z aplikace pouze jedné kontrastní látky a kvality její distribuce v trávicím traktu.

Nejčastěji používanou kontrastní látkou je při pasáži tenkým střevem baryová suspenze v množství cca 200 ml. Aplikace baryové kontrastní látky je však v určitých případech kontraindikována. Jedná se o stavy prokazatelně spojené s perforací trávicí trubice, případně i při podezření na přítomnost perforace. V takových situacích je indikováno použití vodné jodové kontrastní látky. Někteří autoři doporučují použití vodných jodových kontrastních látek i v případě ileózních stavů, kde mohou mít pozitivní terapeutický efekt. Obecně lze říci, že v době enteroklýzy je indikační spektrum rtg pasáže GIT omezené prakticky výhradně na stavy neúplných střevních obstrukcí u pacientů s vysokým operačním rizikem, kdy se očekává terapeutický efekt vyšetření.<sup>(8)</sup>

Při použití jodové kontrastní látky lze vybírat mezi látkou ionickou, konvenční, s vysokou osmolalitou, a neionickou, s nízkou osmolalitou. Jodové kontrastní látky jsou považovány za nefrotoxické, proto je pacientovi po vyšetření doporučováno zvýšení hydratace, které urychlí vylučování jodu z organismu. Před podáním jodové kontrastní látky je nutno zjistit možnou alergickou anamnézu.

### 8.3.2 *Frakcionovaná pasáž tenkým střevem (vyšetření dle Pandora)*

Smyslem frakcionovaného pití kontrastní látky je dosažení jejího kontinuálního průchodu pylorickým kanálem. Zároveň je tímto zabráněno možné stagnaci kontrastní látky v žaludku a tím i působení žaludečních kyselin, jejichž vlivem by mohlo dojít k hrudkovatění látky a znehodnocení celého vyšetření. Frakcionovanou pasáž lze doplnit následnou retrográdní insuflací vzduchu (Vyšetření dle Margulise). Metodu lze s výhodou použít pro vyšetření kliček terminálního ilea.

#### 8.3.2.1 Příprava pacienta

Před vyšetřením pasáže tenkým střevem pacient lační. Před samotnou frakcionovanou pasáží musí pacient vypít po pravidelných doušcích s odstupy 3-5 vteřin baryovou suspenzi o celkovém objemu 1000-1500 ml, ředěné vodou 1:1. Po vypití celkového množství baryové suspenze jsou kličky tenkého střeva dostatečně a kompletně naplněny. Vypití uvedeného množství kontrastní látky představuje dobu cca 30 – 40 minut.<sup>(9)</sup>

### 8.3.3 *Funkční vyšetření tenkého střeva - transit-time vyšetření*

Transit-time vyšetření ozřejmuje funkci trávicího traktu, zejména pak oblasti tenkého střeva. Z názvu vyplývá, že je při vyšetření sledována a hodnocena rychlost

a také způsob distribuce potravy tenkým stěvem. Potrava je nahrazena radioopakními granulemi.

Doba, potřebná k transportu kontrastních granulí do oblasti tenkého stěva je do značné míry individuální. Celé vyšetření obvykle vyžaduje časový interval 2 – 6 hodin, ve kterých jsou postupně pořizovány kontrolní snímky břicha, na kterých lze pozorovat pohyb granulí v gastrointestinálním traktu. Doba trvání vyšetření je závislá hlavně na funkčním stavu trávicí trubice. Vyšetření slouží k vyloučení nebo potvrzení příčiny obstipace ze zpomalené pasáže.<sup>(10)</sup>

Vzhledem k rozvoji ostatních zobrazovacích metod je v současnosti patrný ústup těchto metod do pozadí zájmu.

#### 8.3.3.1 Příprava pacienta na funkční vyšetření

Vyšetření nevyžaduje předchozí přípravu pacienta. Pasáž je založena na pozorování pohybu kontrastních granulí, které pacient před vyšetřením spolkne. Následně je pacient kontrolován v daných časových intervalech. V některých nemocničních zařízeních jsou radioopakní granule nahrazovány malými fragmenty bužírky – pasáž bužírkami. Transport rentgen-kontrastních granulí je sledován a kontrolován pomocí snímků břicha v době 3, 6, 12, 24, 48, v některých případech 72 hodin po polknutí těchto kapslí.<sup>(10)</sup> Na snímcích lze pozorovat průchod a rozložení označené potravy konkrétními úseky trávicího traktu za fyziologických podmínek, avšak ne v reálném čase. Pacient po polknutí granulí přijímá potravu bez omezení. Za znehodnocení vyšetření je považováno podání laxativ.<sup>(10)</sup>

#### 8.3.3.2 Úloha radiologického asistenta při pasážových vyšetřeních

Při provádění pasáže tenkým stěvem postupuje radiologický asistent nejprve jako při předchozích vyšetřeních. Pacienta zaeviduje do centrálního registru, poučí o

průběhu vyšetření. Radiologický asistent dá pacientovi podepsat informovaný souhlas, ženám ve fertilním věku dá podepsat prohlášení, že nejsou gravidní.

Radiologický asistent připraví kontrastní látku dle potřeby jednotlivých typů vyšetření pasáže tenkým střevem, kterou podá pacientovi spolu s instrukcemi, které by měl dodržovat při její konzumaci. Po vypití celkového množství kontrastní suspenze pro vyšetření pasáže pomůže asistent pacientovi s uložením na vyšetřovací sklopný skiaskopicko-skiagrafický stůl.

Při transit-time vyšetření zhotovuje radiologický asistent sérii kontrolních snímků břicha ve stoje ve ventrodorzální projekci v předepsaných časových intervalech.

Doba, potřebná k transportu kontrastní suspenze do oblasti tenkého střeva je do značné míry individuální. Celé vyšetření obvykle vyžaduje časový interval 2 – 6 hodin. Doba trvání vyšetření je závislá hlavně na funkčním stavu trávicí trubice.

#### 8.3.4 *Enteroklýza*

Statistické charakteristiky enteroklýzy jsou vysoké. Senzitivita enteroklýzy je 93,1 % a specificita dosahuje 96,9 %.<sup>(3)</sup> Vzhledem k takto vysokým výpovědním hodnotám je enteroklýza stále hojně využívanou zobrazovací metodou. Vyšetření je spojeno s podáním kontrastní látky. Kontrastní látka je aplikována do oblasti duodenojejunální flexury cestou transnazální sondy. Jedná se tedy v principu o invazivní vyšetření. I přes nutnost zavedení sondy pod skiaskopickou kontrolou je vyšetření ze strany pacientů dobře snášeno.

Pacient je vyšetřován na speciální skiaskopicko-skiagrafické sklopné stěně, která umožňuje vyšetřujícímu potřebnou manipulaci s pacientem bez nutnosti jeho aktivního pohybu. Variabilita poloh sklopné stěny spolu s pacientem umožňuje snímkování předozadní i šikmé. Možné je i uložení pacienta do Trendelenburgovy polohy, tj. hlava pacienta je níže než nohy. Snímkování je možno provádět po celou dobu vyšetření, dle rozhodnutí lékaře. Metoda mapuje kvalitu a rychlost distribuce kontrastní látky tenkým střevem (Obrazová dokumentace - Obrázek 3). Současně

podává informace o rozměrech lumina tenkého střeva, o případných strikturách či dilatacích. Dobře pozorovatelná je také střevní peristaltika. Vyšetřující lékař používá při vyšetření pomocné instrumentarium. Pro palpaci v primárním svazku lze využít Holzknichtův distinktor, který výrazně snižuje radiační zátěž na vyšetřujícího.<sup>(9)</sup> Doba trvání vyšetření je cca 30 min a radiační zátěž na pacienta představuje 3 – 7 mSv.<sup>(8)</sup>

Enteroklýza je využívána ve dvou modifikacích – jako monokontrastní nebo dvojkontrastní vyšetření.

#### 8.3.4.1 Enteroklýza – příprava pacienta

Pacient přichází na vyšetření lačný. Při lokální anestézii nosní sliznice je nejprve pacientovi zavedena tenká transnazální sonda (8 F). Sonda je zaváděná pomocí vodiče nejprve naslepo až do oblasti žaludku. Po dosažení této distance je již zaváděna cíleně pod skiaskopickou kontrolou až do místa duodeno-jejunálního přechodu. Sondu je třeba zafixovat. Standardně je užívána baryová suspenze, tj. roztok síranu barnatého ( $\text{BaSO}_4$ ). Monokontrastní enteroklýza vyžaduje aplikaci 600-100 ml baryové suspenze rychlostí 75 ml/min.

Dvojkontrastní enteroklýza vyžaduje podání baryové kontrastní látky a následnou aplikaci roztoku metylcelulózy, která před sebou tlačí baryovou suspenzi. S výhodou se zde využívá rozdílných hustot obou látek. Metylcelulóza jako značně viskózní tekutina nemá tendenci baryovou suspenzi ředit. Na vnitřní stěně tenkého střeva tak ulpívá pouze tenká vrstva baryové kontrastní látky, která je na snímku dobře patrná a zobrazuje tak strukturu lumina tenkého střeva.

Dvojkontrastní alternativa enteroklýzy je založena na aplikaci cca 250-300 ml baryové kontrastní látky rychlostí 75 ml/min a následném podání 0,5% vodného roztoku metylcelulózy či jejích derivátů rychlostí 110 ml/min v množství potřebném k získání dvojkontrastního obrazu celého tenkého střeva.



Délka trvání vyšetření se pohybuje okolo 30 minut. Efektivní dávka na pacienta je 2 – 3 mSv v souvislosti s délkou trvání vyšetření.<sup>(8)</sup>

#### 8.3.4.2 Úloha radiologického pacienta při enteroklyze

Enteroklyza patří k časově náročnějším vyšetřovacím metodám, proto je nutné obvykle pacienta předem objednat.

Při provádění enteroklyzy postupuje radiologický asistent nejprve jako při předchozích vyšetřeních. Pacienta zaeviduje do centrálním registru, poučí o průběhu vyšetření. Radiologický asistent dá pacientovi podepsat informovaný souhlas, ženám ve fertilním věku dá podepsat prohlášení, že nejsou gravidní.

Radiologický asistent připraví kontrastní látky, namíchá ji ve správném poměru a zajistí teplotu na tělesnou teplotu. Asistent může lékaři asistovat při zavádění transnazální sondy. V průběhu samotného skiaskopického vyšetření nastavuje parametry na skiaskopickém přístroji dle instrukcí lékaře a kontroluje průběh vyšetření.

## **8.4 Výpočetní tomografie**

Výpočetní tomografie (CT – Computed Tomography) je zobrazovací metoda, která využívá zdroj ionizujícího záření. Výsledkem tomografického vyšetření jsou tenké řezy tělem pacienta. Efektivní dávka ionizujícího záření na pacienta v průběhu jednoho CT vyšetření břicha je poměrně vysoká, pohybuje se v rozmezí okolo 6 – 10 mSv. Proto je vždy nutné zvážit diagnostický přínos vyšetření v kombinaci s možnou radiační zátěží na pacienta.

### *8.4.1 Nativní CT břicha*

Výpočetní tomografie k zobrazování kliček tenkého střeva dosahuje standardně vyšších kvalit při předchozí aplikaci kontrastní látky. V některých akutních případech, zejména u ileózních stavů, však nelze pacienta před vyšetřením adekvátně připravit. V takových případech se stává zmnožený plynný a tekutý obsah sám přirozenou kontrastní látkou.<sup>(11)</sup>

### *8.4.2 CT-enterografie*

CT-enterografie je spojena s endoluminálním perorálním podáním osmoticky aktivního roztoku 2,5% manitolu, který se využívá při diagnostice obstrukce tenkého střeva a její možné příčiny.<sup>(11)</sup> Aplikací manitolu dojde k distenzi kliček tenkého střeva, které jsou pak na snímcích lépe rozpoznatelné.

#### 8.4.2.1 Příprava pacienta při CT-enterografii

Pacient se dostaví na vyšetření s dostatečným předstihem. Kontrastní roztok manitolu je podáván způsobem frakcionovaného pití v množství 2000 ml. Pacient

polyká roztok malými doušky ve frekvenci cca 2 – 5 s. U dětí je využíván roztok sorbitolu v množství úměrném hmotnosti pacienta. Doba přípravy pacienta metodou frakcionovaného pití dosahuje standardně 45 – 60 minut. Následně je pacientovi již na vyšetřovně aplikována intravenózně jodová kontrastní látka o koncentraci 350 -380 mgI/ml o objemu 100 ml rychlostí 3ml/s.<sup>(12)</sup>

#### 8.4.3 CT-enteroklýza

CT-enetroklýza (CTE) představuje cílené vyšetření tenkého střeva pomocí výpočetní tomografie. Vyšetření je kombinací klasické enteroklýzy spojené se spirálním CT břicha. Stejně jako klasická enteroklýza vyžaduje použití kontrastní látky. V tomto případě lze aplikovat kontrastní látku izodenzní (metylcelulóza, Vidogum – guarová moučka) nebo hyperdenzní (baryová či jodová kontrastní látka). Stejně jako u prosté enteroklýzy je kontrastní látka aplikována cestou předem zavedené nazojejunální sondy nebo intravenózně v případě použití jodové kontrastní látky.<sup>(13)</sup>

CT-enteroklýza je statické vyšetření (Obrazová dokumentace – Obrázek 4). Neumožňuje tedy sledování funkčních změn v oblasti tenkého střeva. S velkou výhodou lze využít možnosti hodnocení poměrů v celé abdominální oblasti spolu se stavem arteriálního i venózního řečiště, v některých případech i lymfatických uzlin. Tyto doplňující informace mohou mít v mnohých případech důležitý diagnostický přínos.<sup>(13)</sup>

Indikací k CT-enteroklýze je několik. Na prvním místě figuruje Crohnova choroba (Morbus Crohn). Dále jsou to tumory tenkého střeva, krvácení do gastrointestinálního traktu nebo obstrukce tenkého střeva.

Kontraindikaci představují hlavně stavy ileózní, preoperační, suspektně perforační a gravidita. Rizikem mohou být také alergické reakce na podaná lokální anestetika a radiační zátěž, která je s vyšetřením spjata.<sup>(13)</sup>

#### 8.4.3.1 Kontrastní látky užívané pro CT-enteroklýzu

Cestou předem zavedené nazo-jejunální sondy je vyšetřovanému aplikováno 1500 – 2000 ml 0,5% roztoku karboxymethylcelulózy. Alternativou je využití negativní kontrastní látky zn. Vidogum. Krátce před koncem aplikace roztoku je intravenózně podáno spasmolytikum.<sup>(14)</sup>

K přípravě guarové suspenze je zapotřebí 10 ml prášku Vidogum, 20 ml Glycerolum a 2 l vody. Vidogum a Glycerolum vytvoří po smíchání hladkou kaši, do které se přidá nejprve studená voda, aby nedošlo k vytvoření žmolků. Nakonec se přidá teplá voda do celkového objemu 2 l. Roztok by měl mít teplotu cca 35 °C.

Následně je pacientovi intravenózně podána neionická jodová kontrastní látka o koncentraci 350-370 mgI/ml v množství 80 – 120 ml přetlakovým injektorem rychlostí 3 ml/s.<sup>(14)</sup>

Druhou možností provedení CT-enteroklýzy je aplikace hyperdenzní (pozitivní) kontrastní látky přímo do tenkého střeva. Kontrastní látku v tomto případě představuje baryová suspenze (preparát Micropaque CT). Toto vyšetření se provádí nativně a je vhodné zejména při kontrolních vyšetřeních.

Kontrastní suspenzi je třeba před aplikací připravit smícháním 260 ml (popř. 300 ml) preparátu Micropaque CT a 1740 ml (popř. 2000 ml) vody. Vznikne značně naředěná baryová suspenze, která nezpůsobuje kontrastní artefakty.<sup>(13)</sup>

#### 8.4.3.2 Příprava pacienta pro CT-enteroklýzu

Den před vyšetřením by měl pacient požívat pouze bezsezbytkovou stravu, která nezpůsobuje nadýmání, dále vynechat i veškeré mléčné výrobky. Pozitivně se osvědčilo podání laxativ. Pacientovi je podán jako premedikace Dithiaden nebo Prednison.<sup>(13)</sup> Pacient je též testován v souvislosti s možnými alergickými reakcemi a rizikovými faktory, které by se mohly v průběhu vyšetření vyskytnout. V den vyšetření by měl pacient přijít na vyšetření již nalačno. Výhodou je pak naplněný

močový měchýř, který vysunuje kličky tenkého střeva kraniálně, směrem z malé pánve.

Kontrastní látka se aplikuje po částech, polovina na skiaskopickém pracovišti a polovina přímo na CT vyšetřovně před provedením vyšetření. Zároveň je pacientovi podáno intravenózně spasmolytikum (Buscopan, Glucagon) na zmírnění eneterální aktivity, tj. navození hypotonie tenkého střeva. Poté lze přistoupit k vlastnímu skenování.

#### *8.4.4 Úloha radiologického asistenta při CT vyšetřeních tenkého střeva*

Radiologický asistent zadá do systému identifikaci pacienta dle údajů na žádance. Poučí pacienta o průběhu vyšetření a dá mu podepsat informovaný souhlas. Připraví kontrastní látku, která bude při vyšetření případně použita. Pokud vyšetření vyžaduje delší přípravu pacienta, podá radiologický asistent pacientovi perorální kontrastní látku s dostatečným předstihem. Asistent pomůže pacientovi s uložením na vyšetřovací stůl CT přístroje a vysvětlí pacientovi, jakých pravidel se má při vyšetření držet. Jedná se zejména o minimalizaci pohybů pacienta při vyšetření, které by mohly být zdrojem nežádoucích artefaktů. Při skenování pacient leží v poloze na zádech s elevovanými končetinami. Dle instrukcí lékaře předvolí akviziční parametry (Obrazová dokumentace - Tabulka 1) a následně zahájí akvizici dat v rozsahu břicha a pánve. Vyšetření obvykle využívá systém bolus-tracking, proto radiologický asistent nastaví potřebné zpoždění od doby, kdy denzita v aortě dosáhne hodnoty 100 HU. Získaná hrubá data jsou rekonstruována algoritmem pro měkké tkáně se šíří vrstvy 5 mm ve třech rovinách – koronární, sagitální a transverzální. Data je možno využít následně pro postprocessing.<sup>(14)</sup> Doba trvání vyšetření se počítá v řádu minut.

## 8.5 *Magnetická rezonance*

Vyšetření pomocí magnetické rezonance (MRI – Magnetic Resonance Imaging) je ionizujícího záření prostá metoda. Pacient je při vyšetření umístěn do velmi silného magnetického pole. Na základě vhodně zvolených sekvencí a akvizičních protokolů lze dosáhnout velmi kvalitního zobrazení ve všech rovinách.

MR vyšetření tenkého střeva patří u dospělých pacientů mezi metody poslední volby, slouží zejména jako doplňující vyšetření. Naopak u dětských a dorosteneckých pacientů je vyšetření indikováno častěji, zejména pro absenci ionizujícího záření. Metoda je vhodná také pro pacienty s prokázanou alergií na jodové kontrastní látky.

### 8.5.1 *MR-enterografie,MR-enteroklýza*

Při MR zobrazování tenkých kliček je jako náplň tenkého střeva využívána voda v kombinaci s intravenózním podáním paramagnetické kontrastní látky (gadolinium – GDTPA).

Druhou možností je podání 1 – 2 litru 2% roztoku manitolu, který pacient v pravidelných intervalech pomalu vypije. Při vyšetřování dětských pacientů je využíván sorbitol v množství úměrném hmotnosti pacienta (Obrazová dokumentace – Obrázek 5).

Využití přírodních kontrastních látek zatím není standardizováno. Experimentálně jsou v současnosti využívány substance jako např. džusy z borůvek či černého rybízu, zelený čaj nebo mléko.

#### 8.5.1.1 *Příprava pacienta k MR-enteroklyze*

Před vyšetřením trávicího traktu by pacient neměl 2-3 hodiny pít, jít a kouřit. Vyšetření se provádí ve velmi silném magnetickém poli, proto je nutné, aby byly

před vstupem do vyšetřovací místnosti z těla pacienta odstraněny všechny předměty z feromagnetického materiálu, tj. brýle, šperky, snímatelné zubní náhrady, naslouchadla, líčidla apod.

Zejména u uzavřených typů přístrojů je možné se setkat se strachem pacienta z uzavřených prostor. U takových pacientů, trpících klaustrofobií, může lékař před vyšetřením podat anxiolytika – léky tlumící úzkost.

S uzavřeným typem přístroje je spojena i limitace daná průměrem otvoru přístroje. Velikost otvoru přístroje se pohybuje okolo 60 cm, nosnost vyšetřovacího stolu je cca 130 kg.

Vzhledem k poměrně dlouhé vyšetřovací době není možné bez anestézie dosáhnout nehybnosti dětského pacienta. Proto je u dětí výhodnější volit celkovou anestézii nebo analgosedaci. Výsledné zobrazení tak není zatíženo žádnými pohybovými artefakty. Anestézii provádí anesteziolog.

Pro minimalizaci střevní motility a následného vzniku nežádoucích pohybových artefaktů je možné pacientovi, do předem zavedené kanyly, před samotným zahájením akvizice dat intravenózně aplikovat Buscopan.

#### 8.5.1.2 Úloha radiologického asistenta při MR vyšetření tenkého střeva

Radiologický asistent nejprve zadá identifikaci pacienta do systému dle informací na žádance. Poučí pacienta o průběhu vyšetření a dá mu podepsat informovaný souhlas. Informuje pacienta o délce trvání vyšetření, zpravidla 30 až 45 minut. Asistent zjišťuje, zda nemá pacient implantovaný kardiostimulátor nekompatibilní s magnetickou rezonancí, chlopenní náhrady, kochleární implantát nebo neurostimulátor. Všechny zmíněné implantáty jsou absolutní kontraindikací k vyšetření. Zároveň pátrá po zdrojích možného zkreslení vyšetření. Jedná se zejména o endoprotézy apod., které jsou zdrojem artefaktů. V případě zjištění těhotenství je pacientka vyšetřována až po 12. týdnu gravidity. Vyšetření je spojeno s podáním perorální kontrastní látky, proto tuto namíchá v potřebné koncentraci a podá pacientovi. Radiologický asistent pomáhá pacientovi s uložením na vyšetřovací

stůl. Pacient při vyšetření leží na zádech, hlava směřuje směrem do gantry přístroje. Asistent nainstaluje okolo oblasti zájmu povrchovou břišní cívku – Sense Body Coil a řádně ji upevní.<sup>(15)</sup> Požádá pacienta, aby se v průběhu vyšetření nehýbal. Do ruky mu vloží signalizační zařízení, které může vyšetřovaný použít v případě náhlých komplikací. Vzhledem ke značné hlučnosti přístroje, která je způsobena prudkými pohyby gradientních cívek proti ukotvení uvnitř zařízení<sup>(15)</sup>, nasadí radiologický asistent pacientovi sluchátka s případnou hudební kulisou. Nakonec pacienta zaveze do válcovitého tunelu – gantry uprostřed přístroje.

Následně zahájí radiologický asistent akvizici dat dle instrukcí lékaře. Pro kompenzaci pohybů břišní oblasti spojených s dechovou frekvencí pacienta volí asistent speciální postup – tzv. Respiratory Compensation.

Vyšetřovací protokol obsahuje bezprostřední lokalizér (survey) a referenční scan. Potom následují nativní „single shot“ sekvence v transverzální a koronární rovině a koronární „single shot“ sekvence s potlačením tuku. Čtvrtá sekvence je dynamická sekvence s podáním kontrastní látky. První dynamika je vždy nativní, potom je aplikována kontrastní látka a následující dynamiky jsou spuštěny v časových intervalech 20, 50, 120 s. Poslední sekvencí je postkontrastní T1 vážená gradientní sekvence v koronární rovině.<sup>(16)</sup>



## **8.6 Scintigrafické vyšetření tenkého střeva**

Scintigrafická vyšetření využívají metod nukleární medicíny. Při vyšetření se využívá léková forma značená radioaktivním nuklidem - radiofarmakum. Radionuklidy používané při zobrazování tenkého střeva mají krátký poločas přeměny, který snižuje radiační zátěž na pacienta. Mezi další výhody patří neinvazivní charakter, vysoká senzitivita a absence nežádoucích účinků vyšetření.

Mezi nejčastěji využívaná scintigrafická vyšetření tenkého střeva patří následující postupy.

### *8.6.1 Detekce krvácení do gastrointestinálního traktu*

Scintigrafické vyšetření se užívá hlavně při detekci krvácení do gastrointestinálního traktu, zejména pak do tenkého střeva, které je pro svoji endoskopickou nedostupnost jinak velmi špatně vyšetřovatelné. Krvácení může mít akutní i intermitentní charakter. Účelem vyšetření je lokalizace zdroje a místa krvácení do střeva (Obrazová dokumentace – Obrázek 6). Mezi výhody této metody patří její neinvazivní charakter a také možnost dlouhodobého sledování. Senzitivita radionuklidového vyšetření je okolo 93 %, jeho specificita 95%. Touto metodou lze detekovat krevní ztrátu o intenzitě mezi 0,1-0,4ml/min. při celkové denní ztrátě kolem 2-3ml. Mezi další indikace patří průkaz ektopické žaludeční sliznice, detekce zánětů a malignit.<sup>(17)</sup>

Důležitou roli v tomto případě hraje i správná volba použitého radiofarmaka. Vyšetření se provádí na specializovaných pracovištích nukleární medicíny.

#### 8.6.1.1 Příprava pacienta

Speciální příprava pacienta není zapotřebí. Vyšetření je vhodné provádět nalačno. Těsně před vyšetřením si pacient odloží veškeré předměty, které by mohly vést ke vzniku artefaktů při detekci gama záření pomocí planární gamakamery. Pacient je před vyšetřením poučen o průběhu vyšetření a podepíše informovaný souhlas.

#### 8.6.1.2 Používaná radiofarmaka<sup>(18)</sup>

##### ***8.6.1.2.1 In vitro značené autologní erytrocyty <sup>99m</sup>Tc***

Nejčastější používaná metoda využívá in vitro značené autologní erytrocyty. Příprava takovýchto erytrocytů vyžaduje odběr krve pacienta v množství cca 3ml. Ta je následně označena <sup>99m</sup>Tc. Takto připravená vlastní krev je následně reinjikována zpět do krevního oběhu pacienta a ten je následně dlouhodobě snímán.

Metoda značení erytrocytů in vitro (oproti značení in vivo) zabezpečuje eliminaci obsahu volného pertechnetátu <sup>99m</sup>TcO<sub>4</sub> v aplikované dávce.

Aplikovaná aktivita:

100-700 MBq u dospělého, u dětí se využívá korekce dle příslušných metodik.

Radiační zátěž:

efektivní dávka - dospělí 0,0085 mSv/MBq dítě 0,025 mSv/MBq

Kritický orgán:

slezina - dospělí 0,011 mGy/MBq dítě 0,037 mGy/MBq

#### 8.6.1.2.2 <sup>99m</sup>Tc-S koloid

Využití <sup>99m</sup>Tc-S koloidu je spíše výjimečné. Příprava tohoto radiofarmaka je velice snadná, radiační zátěž je velmi nízká, nevýhodou ale představuje skutečnost, že krvácení lze detekovat pouze krátkou dobu pro aplikaci, což je zejména u intermitentního charakteru krvácení do trávicí trubice nedostačující. Použití této metody je tedy omezeno pouze na případy, kdy víme bezpečně o aktuálním průběhu krvácení. V opačných případech je aplikace tohoto radiofarmaka zcela zbytečná a nemá žádný diagnostický přínos.

Aplikovaná aktivita:

200-400 MBq i.v. bolus, u dětí korekce dle příslušných metodik

Radiační zátěž:

Efektivní dávka - dospělí 0,014 mSv/MBq dítě 0,041 mSv/MBq

Kritické orgány:

játra - dospělí 0,059 mGy/MBq dítě 0,155 mGy/MBq

slezina - dospělí 0,053 mGy/MBq dítě 0,181 mGy/MBq

#### 8.6.1.3 Průběh scintigrafického vyšetření

Vyšetření pomocí značených autologních erytrocytů má několik fází. První část - rychlá perfúzní fáze vyžaduje snímání oblasti břicha v krátkých časových intervalech 1-2 sekund po dobu 1 minuty.

V případě neprůkaznosti aktivity mimo krevní oběh navazuje na perfúzní fázi druhá část - dynamická scintigrafie v intervalech 1 - 2 minuty po celkovou dobu 60 minut. Následně lze přistoupit k sekvenční scintigrafii, která zahrnuje snímání

planárních statických obrazů v různých projekcích dle potřeby a v různých intervalech až do 24 hodin od aplikace radiofarmaka.

Při použití  $^{99m}\text{Tc-S}$  koloidu probíhá nejprve snímání po dobu cca 15 minut. Na první fázi navazuje akvizice planárních statických obrazů v několika projekcích za 20-30 minut od aplikace.

### 8.6.2 Lokalizace ektopické žaludeční sliznice

Zobrazit scintigraficky ektopickou žaludeční sliznici je možné díky faktu, že  $^{99m}\text{Tc}$ -technecistan je fyziologicky aktivně vychytáván v parietálních i mucinózních buňkách žaludeční sliznice.<sup>(17)</sup>

Pokud snímky odhalí v abdominální dutině ložisko záchytu, které vykazuje shodnou akumulární aktivitu jako žaludek, jedná se o přítomnost ektopicky uložené žaludeční sliznice. Nejčastěji se může vyskytovat v Meckelově divertiklu nebo případných duplikacích trávicího traktu. Obvykle se nachází v oblasti ileu (Obrazová dokumentace – Obrázek 7).

Aplikovaná aktivita:

500 MBq u dospělého, u dětí se využívá korekce dle příslušných metodik.

Radiační zátěž:

efektivní dávka – 5,4 mSv dospělí

#### 8.6.2.1 Průběh scintigrafického vyšetření

Pacient před vyšetřením lační a na vyšetřovnu přichází s vyprázdněným močovým měchýřem. Před vyšetřením by se měl vyvarovat užití léků, které dráždí žaludek. Pro vyloučení falešné pozitivivity je možné 1 – 2 dny před plánovanou scintigrafií podat antagonisty  $\text{H}_2$ -receptorů. Vlastní snímání probíhá v poloze na zádech. Aplikace  $^{99m}\text{Tc}$ -technecistanu se provádí přímo pod detektorem

scintilační kamery. Následná akvizice dat probíhá jako dvoufázová scintigrafie. Nejprve snímáme 60 skenů po 1 sekundě, následně 30 skenů po 1 minutě. Nakonec provedeme skeny v bočných a šikmých projekcích.<sup>(17)</sup>

### *8.6.3 Úloha radiologického asistenta při scintigrafickém vyšetření*

Radiologický asistent uloží pacienta na vyšetřovací stůl. Při vyšetření pacient leží na zádech, ruce má uloženy pohodlně podél těla nebo za hlavou. Následně požádá pacienta, aby se v průběhu vyšetření nehýbal. Pohyb by mohl vnést do obrazu případné nežádoucí artefakty. Poté nastaví stůl s pacientem a hlavice gamakamery do výchozí polohy a zahájí akvizici dat dle příslušného protokolu. Protokol – vyšetřovací postup je obvykle již naprogramován předem v systému. Samotný průběh vyšetření pak již probíhá automaticky na základě zvoleného programu. Radiologický asistent v průběhu detekce kontroluje průběh vyšetření na monitoru v ovladovně a zároveň sleduje dění ve vyšetřovací místnosti. Po ukončení vyšetření nastaví vyšetřovací stůl do výchozí pozice a pomůže pacientovi bezpečně vstát.

## 9 Shrnutí

Vyšetřovací metody uvedené v práci ukazují velkou variabilitu možností v zobrazování tenkého střeva, při kterých zaujímá radiologický asistent nezastupitelnou úlohu. Jedná se jak o vyšetření, která provádí radiologický asistent zcela samostatně, tak o postupy, které vyžadují kooperaci lékaře a radiologického asistenta. Radiologický asistent musí znát postupy využívající ionizující záření, tak i postupy bez radiační zátěže na pacienta i vyšetřující personál. Musí znát metodiku vyšetření neinvazivních, zároveň postupy invazivní, které vyžadují jeho asistenci lékaři.

Vždy je důležité postupovat dle vyšetřovacího algoritmu. Ultrasonografie jako metoda první volby mnohdy odhalí příčiny pacientových obtíží a není nutné pacienta vystavovat zbytečné radiační zátěži. V opačném případě je nutno přistoupit k využití náročnějších vyšetření, u kterých radiologický asistent ovládá přístrojové vybavení a nastavuje přístroj k akvizici dat. Při vyšetřeních výpočetní tomografií a magnetickou rezonancí musí asistent správně zvolit daný vyšetřovací protokol, kterým zajistí získání maximálně relevantních informací.

Radiologický asistent by měl při každodenním styku s pacientem prokázat dobré komunikační schopnosti a smysl pro zodpovědnost. Radiologický asistent má pacientovi vysvětlit, jak bude vyšetření, na které přichází, probíhat. Pokud přichází pacient s obavami a strachem z vyšetření, je na asistentovi, aby pacienta uklidnil a jeho obavy rozptýlil.

Důležitou úlohou radiologického asistenta je možnost ovlivnění radiační zátěže na pacienta. U vyšetření, která asistent provádí sám, musí zodpovědně přistupovat k tvorbě obrazové dokumentace, aby se minimalizovala nutnost snímkování opakovat. Minimalizaci radiační zátěže na pacienta docílí radiologický asistent také důsledným vycloněním oblasti zájmu a správně volenými expozičními parametry.

V neposlední řadě musí radiologický asistent věnovat potřebnou pozornost i správnému vyplňování dokumentace a evidence.

## 10 Obrazová dokumentace



**Obrázek 1** - UZ vyšetření - tenké kličky s tekutým obsahem, volná tekutina mezikličkově<sup>(8)</sup>



**Obrázek 2** - Nativní snímek břicha – předozadní projekce ve stoje – normální nález<sup>(8)</sup>

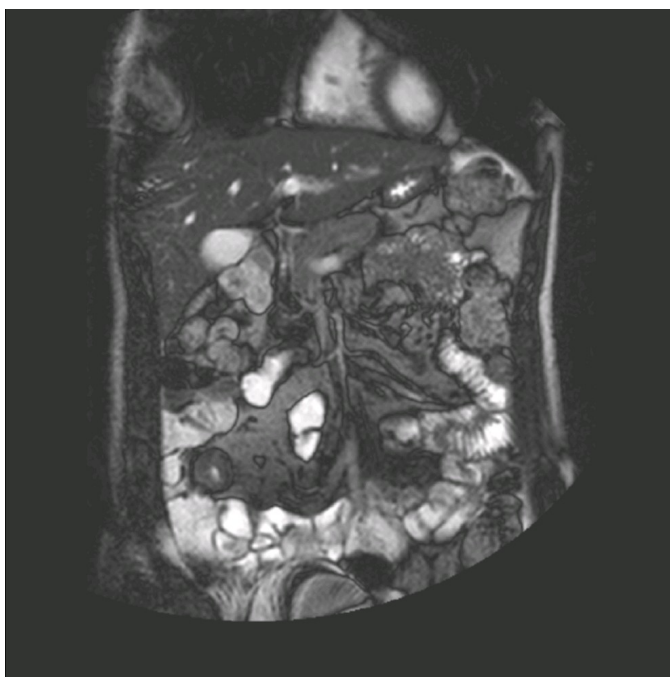


**Obrázek 3** - RTG enteroklyza, normální obraz terminálního ilea<sup>(8)</sup>

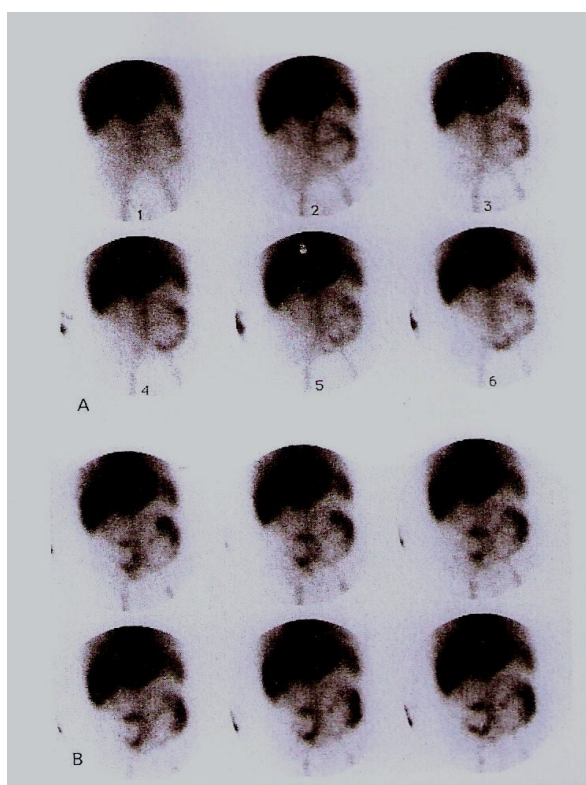


**Obrázek 4** - CT (aplikována kontrastní látka i.v.) rekonstrukce pacienta v koronární rovině, ileosní stav - dilatované tenké kličky<sup>(8)</sup>

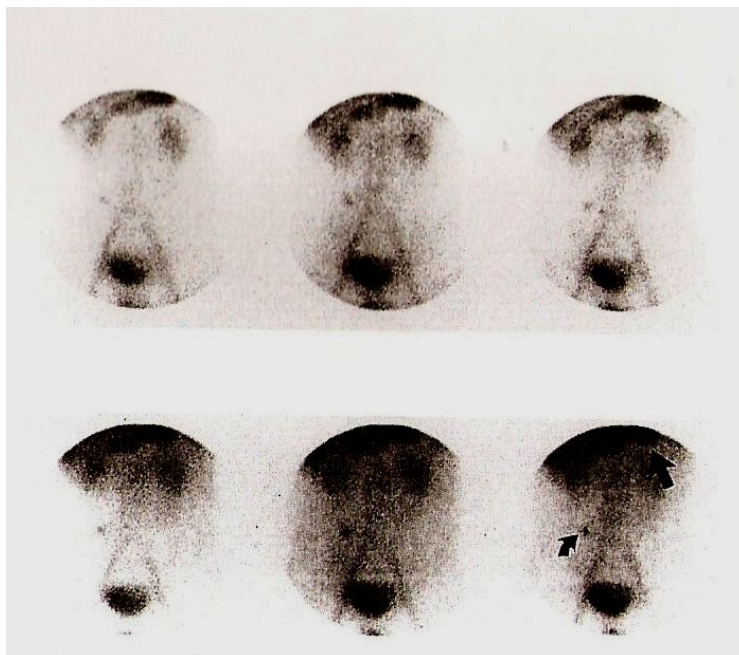




**Obrázek 5** – MR-enterografie – Crohnova choroba<sup>(8)</sup>



**Obrázek 6** – Scintigrafická detekce krvácení do gastrointestinálního traktu<sup>(19)</sup>



**Obrázek 7** – Scintigrafická lokalizace ektopické žaludeční sliznice – černá šipka<sup>(19)</sup>

rozsah	bránice- symfýza
tloušťka vrstvy	8-10 mm
pitch	1,5-2,0
interval	8-10 mm
instrukce	zadrž dech v inspiriu
směr skenu	kranio-kaudálně
aplikace k.l.	120-150 ml, 2 ml/s injektorem
zpoždění	50-60 s
rekonstr. algoritmus	měkké tkáně
okno	nativ 300-400/30-40, C300-450/40-80

**Tabulka 1** - Spirální CT – celé břicho – protokol vyšetření<sup>(8)</sup>

## 11 Seznam použité literatury

- 1) ČIHÁK, Radomír. *Anatomie 2*. Redaktorka Mgr. Hana Kučerová; ilustroval ak. mal. Milan Med. 2. upr. vyd. Praha : Grada Publishing, 2002. 488 s. ISBN 80-247-0143-X.
- 2) TROJAN, Stanislav. *Lékařská fyziologie*. 4. vyd. Havlíčkův Brod : Grada Publishing, 2003. 772 s. ISBN 80-247-0512-5.
- 3) KOHOUT, Pavel. *MOŽNOSTI NEINVAZIVNÍHO VYŠETŘOVÁNÍ TENKÉHO STŘEVA*. Editor DhDr. Lubomír Houdek; redaktor Jana Šedová. 1. vyd. Praha : Galén, 2002. 118 s. ISBN 80-7262-141-6.
- 4) VÁLEK, Vlastimil, SVÍŽENSKÁ, Ivana. *Základy anatomie v zobrazovacích metodách : I. díl Skiaskopie a skiagrafie*. 1. vyd. Brno : Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví Brno, 2001. 72 s. ISBN 80-7013-334-1.
- 5) ORT, Jaroslav, STRNAD, Sláva. *RADIODIAGNOSTIKA II. část : Radiodiagnostika kostí - projekční část*. Ilustrace Jana Faronová. 1. vyd. Brno : Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví Brno, 1997. 124 s. ISBN 80-7013-240-X.
- 6) VÁLEK, Vlastimil. *Česká lékařská společnost Jana Evangelisty Purkyně : Využívání radiodiagnostických metod praktickými lékaři* [online]. 2002 [cit. 2009-03-15]. Dostupný z WWW: <<http://www.cls.cz/dokumenty2/os/t015.rtf>>.
- 7) KUBÍNEK, Roman. *Radiační onkologie - radioterapie : Radiační onkologie - radioterapie* [online]. 2004 [cit. 2009-03-07]. Dostupný z WWW: <<http://apfyz.upol.cz/ucebnice/details/>>.
- 8) Archiv Kliniky zobrazovacích metod 2. LF UK a FN v Motole
- 9) NEKULA, Josef, et al. *Radiologie*. Redaktor doc. MUDr. Milan Kolář, Ph. D.. 3. vyd. Olomouc : Univerzita Palackého v Olomouci, 2008. 205 s. ISBN 987-80-244-1011-7.

- 10) DOLINA, Jiří, et al. Anorektální dysfunkce - úvod a diagnostika. Poznatky pro klinickou praxi. *Česká a slovenská gastroenterologie a hepatologie* [online]. 2006, roč. 60, č. 2 [cit. 2009-03-15], s. 65-69. Dostupný z WWW: <<http://www.csgh.info/detail.php?stat=168>>.
- 11) FERDA, Jiří. *CT TRÁVICÍ TRUBICE*. Editor PhDr. Lubomír Houdek. 1. vyd. Praha : Galén, 2006. 243 s. ISBN 80-7262-436-9.
- 12) BAXA, Jan, et al. Úloha CT-enterografie v zobrazení obstrukce tenkého střeva. *Česká radiologie*. 1.3.2008, roč. 62, č. 1, s. 66-73.
- 13) TICHÝ, T.. *Pavilon-p* [online]. [2006] [cit. 2009-03-15].
- 14) BAXA, Jan, et al. Zkušenosti s enteroklyzou pomocí multidetektorové výpočetní tomografie. *Česká radiologie*. 1.3.2007, roč. 61, č. 1, s. 37-43.
- 15) VÁLEK, Vlastimil, ŽIŽKA, Jan. *Moderní diagnostické metody : Magnetická rezonance*. 1. vyd. Brno : Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví Brno, 1996. 43 s. ISBN 80-7013-225-6.
- 16) RUSNÁK, Marek. *Magnetic Resonance Imaging* [online]. 2008-2009 [cit. 2009-03-15]. Dostupný z WWW: <[http://www.mri-portal.com/brucho/cookbooks\\_enterografia.php](http://www.mri-portal.com/brucho/cookbooks_enterografia.php)>.
- 17) *Nukleární medicína*. Sestavil doc. MUDr. Karel Kupka. 1. vyd. Příbram : P3K, 2007. 185 s. ISBN 970-80-903584-9-2.
- 18) *Česká společnost nukleární medicíny : Radionuklidová diagnostika krvácení do GIT* [online]. 1999-2009 [cit. 2009-03-07]. Dostupný z WWW: <[http://www.csnm.cz/26/Radionuklidova-diagnostika-krvaceni-do-GIT\\_34.aspx](http://www.csnm.cz/26/Radionuklidova-diagnostika-krvaceni-do-GIT_34.aspx)>.
- 19) *Nuclear Medicine in Clinical Diagnosis and Treatment : Volume I*. Edited by Peter J. Ell. 3rd edition. [s.l.] : Churchill Livingstone, 2004. 2 sv. (1011, 939 s.). ISBN 0-443-07312-0.

## **12 Klíčová slova**

Radiologický asistent, zobrazovací metody, tenké střevo, enteroklýza, výpočetní tomografie, magnetická rezonance, scintigrafie

### **13 Keywords**

Radiographer, imaging methods, small intestine, enteroclysis, computed tomography, magnetic resonance, radionuclide imaging

## 14 Seznam příloh

<b>Obrázek 1</b> - UZ vyšetření - tenké kličky s tekutým obsahem, volná tekutina mezikličkově <sup>(8)</sup> .....	39
<b>Obrázek 2</b> - Nativní snímek břicha – předozadní projekce ve stoje – normální nález <sup>(8)</sup> .....	39
<b>Obrázek 3</b> - RTG enteroklýza, normální obraz terminálního ilea <sup>(8)</sup> .....	40
<b>Obrázek 4</b> - CT (aplikována kontrastní látka i.v.) rekonstrukce pacienta v koronární rovině, ileosní stav - dilatované tenké kličky <sup>(8)</sup> .....	40
<b>Obrázek 5</b> - MR-enterografie – Crohnova choroba <sup>(8)</sup> .....	41
<b>Obrázek 6</b> - Scintigrafická detekce krvácení do gastrointestinálního traktu <sup>(19)</sup> .....	41
<b>Obrázek 7</b> - Scintigrafická lokalizace ektopické žaludeční sliznice - šipka <sup>(19)</sup> .....	42
<b>Tabulka 1</b> - Spirální CT – celé břicho – protokol vyšetření <sup>(8)</sup> .....	42