

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH VĚD

Ústav radiologických metod

Zuzana Procházková

Zobrazovací metody u onemocnění tenkého střeva

Bakalářská práce

Vedoucí práce: MUDr. Jan Hrbek

Olomouc 2016

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně a použila jen uvedené bibliografické a elektronické zdroje.

Olomouc 30. dubna 2016

podpis

Chtěla bych poděkovat MUDr. Janu Hrbkovi za odborné rady, ochotu a čas, kterou věnoval při zpracování práce.

ANOTACE

Typ závěrečné práce: bakalářská

Téma práce: Zobrazovací metody u onemocnění tenkého střeva

Název práce: Zobrazovací metody u onemocnění tenkého střeva

Název práce v AJ: Diagnostic imaging of diseases of small bowel

Datum zadání: 2016-09-23

Datum odevzdání: 2016-04-28

Vysoká škola, fakulta, ústav: Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta zdravotnických věd

Ústav radiologických metod

Autor práce: Procházková Zuzana

Vedoucí práce: MUDr. Jan Hrbek

Oponent práce: Mgr. Lada Skácelová

Abstrakt v ČJ:

Bakalářská práce zabývající se zobrazovacími metodami u onemocnění tenkého střeva má za cíl předložit poznatky o anatomii a patologii tenkého střeva, zobrazovacích metodách tenkého střeva a zobrazovacích metodách tenkého střeva v pediatrii. Práce zahrnuje i ostatní vyšetřovací metody tenkého střeva.

Abstrakt v AJ:

The Bachelor theses dealing with diagnostic imaging of diseases of small bowel aids to present findings on the division of anatomy and pathology of small bowel, diagnostic imaging of small bowel and diagnostic imaging of small bowel in pediatrics. The thesis also includes other examination methods of small bowel.

Klíčová slova v ČJ:

tenké střevo, diagnostické zobrazování, ultrasonografie, výpočetní tomografie, magnetická rezonance, obstrukce, endoskopie

Klíčová slova v AJ:

small bowel, diagnostic imaging, ultrasonography, computed tomography, magnetic resonance imaging, obstruction, endoscopy

Rozsah: 46/5

OBSAH

ÚVOD	7
1 Anatomie tenkého střeva	9
2 Patologie tenkého střeva	11
3 Zobrazovací metody tenkého střeva	14
3.1 Skiografie a skiaskopie	14
3.1.2 Snímkování = skiografie	14
3.1.3 Skiaskopie	15
3.1.4 Skiografické a skiaskopické zobrazení tenkého střeva	15
3.2 Ultrasonografie – USG	18
3.2.1 Princip ultrasonografie	18
3.1.2 Zobrazení tenkého střeva pomocí USG	19
3.4 Výpočetní tomografie – CT	21
3.4.1 Princip CT	21
3.4.2 CT zobrazování tenkého střeva	23
3.5 Magnetická rezonance - MR	25
3.5.1 Princip magnetické rezonance	25
3.5.2 MR zobrazování tenkého střeva	27
4 Zobrazovací metody tenkého střeva v pediatrii	29
5 Endoskopické vyšetřovací metody tenkého střeva	32
5.1 Enteroskopie	32
5.2 Kapslová endoskopie	33
5.3 Endoskopická retrográdní cholangiopankreatikografie – ERCP	35
ZÁVĚR	36
REFERENČNÍ SEZNAM	37
SEZNAM ZKRATEK	40
SEZNAM PŘÍLOH	41
PŘÍLOHY	42

ÚVOD

Jelikož je tenké střevo nejdelším oddílem gastrointestinálního traktu, může být velmi snadno postiženo různými patologiemi. Nejčastějšími onemocněními tenkého střeva v dospělosti jsou Crohnova choroba, enteritidy různé etiologie, ileózní stavy a nádory. V dětském věku to pak může být vrozená střevní malrotace, Meckelův divertikl či střevní stenóza. Tyto nemoci mohou být v některých případech také důvodem smrti pacienta. Ať se jedná o dítě či dospělého je pro diagnostiku onemocnění důležitá správná volba zobrazovací metody.

V souvislosti s diagnostickými zobrazovacími metodami u onemocnění tenkého střeva jsou formulovány tyto základní otázky, kterými se ve své přehledové bakalářské práci zabývám.

Základní otázky:

1. Jaké zobrazovací metody jsou využívány při diagnostice onemocnění tenkého střeva?
2. Existují určité rozdíly při diagnostice onemocnění tenkého střeva v pediatrii?
3. Jaké jsou další vyšetřovací metody tenkého střeva?

Na základě výše uvedených otázek jsou formulovány následující cíle bakalářské práce:

1. Předložení poznatků o zobrazovacích metodách tenkého střeva.
2. Předložení informací o rozdílech zobrazovacích metod tenkého střeva v pediatrii.
3. Předložení poznatků o dalších možných metodách vyšetření tenkého střeva.

K vypracování přehledové bakalářské práce byla použita tato vstupní literatura:

VOMÁČKA, Jaroslav, NEKULA, Josef a KOZÁK, Jiří. *Zobrazovací metody pro radiologické asistenty*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého, 2012, 153 s. ISBN 978-80-244-3126-0.

NEKULA, Josef et al. *Radiologie*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého, 2001, 205 s. ISBN 80-244-0259-9.

VÁLEK, Vlastimil a kol. *Tenké střevo: radiologická diagnostika patologických stavů*. 1. vyd. Brno: Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2003, 288 s. ISBN 80-7013-383-X.

NEKULA, Josef a CHMELOVÁ, Jana. *Vybrané kapitoly z konvenční radiologie*. 1. vyd. Ostrava: Ostravská univerzita, 2005, 97 s. ISBN 80-7368-057-2

POVÝŠIL, Ctibor et al. *Speciální patologie*. 2. vyd. Praha: Galén, 2007, 430 s. ISBN 978-80-7262-494-2.

SEIDL, Zdeněk et al. *Radiologie pro studium i praxi*. 1. vyd. Praha: Grada, 2012, 368 s. ISBN 978-80-247-4108-6.

Po prostudování výše uvedené vstupní literatury byla použita literatura vyhledána na základě rešerše odborné literatury. K vypracování této bakalářské práce bylo využito těchto databází: Medvik, Medline, PubMed a Google Scholar. Na základě rešerše bylo použito 8 článků, které se svým obsahem vztahovaly k tématu bakalářské práce.

Jako hlavní vyhledávací jazyk byl zvolen jazyk český. Klíčová slova jsou: tenké střevo, diagnostické zobrazování, ultrasonografie, výpočetní tomografie, magnetická rezonance, obstrukce, endoskopie.

Doplňujícím jazykem byl zvolen jazyk anglický. Klíčová slova jsou totožná s českými: small bowel, diagnostic imaging, ultrasonography, computed tomography – CT, magnetic resonance – MRI, obstruction, endoscopy.

1 Anatomie tenkého střeva

Tenké střevo – *intestinum tenue* je nejdelším oddílem gastrointestinálního traktu. Začátek tenkého střeva se projikuje do výše 1. lumbálního obratle a jeho konec se nachází v pravé jámě kyčelní. Tenké střevo se dělí na 3 části – duodenum, jejunum a ileum. (Naňka a Elišková, 2009, s. 157; Čihák, 1988, s. 82)

Stěnu tenkého střeva tvoří čtyři vrstvy:

- Sliznice – *tunica mucosa* je kryta řasinkovým cylindrickým epitelem s resorpčními schopnostmi, obsahuje ploché klky a vybíhá v kruhovitě uspořádané řasy, které postupně ubývají a v distálním ileu již vytvořeny nejsou. Mezi klky jsou uloženy žlázy – *glandulae intestinales* (Lieberkühnovy žlázy) produkující isotonickou tekutinu do níž enterocyty uvolňují enzymy. Mezi enterocyty se nacházejí hlen produkující pohárkové buňky.
- Podslizniční vazivo – *tela submucosa* je řídká a bohatě protkaná cévními a nervovými pleteněmi.
- Svalovina – *tunica muscularis* tvoří vnitřní cirkulární a zevní podélná vrstva.
- *Tunica serosa* je transparentní peritoneální povlak tenkého střeva.

(Grim, Druga et al., 2005, s. 36; Čihák, 1988, s. 83 – 87)

Tepenné zásobení je cestou *aa. pancreaticoduodenales superior et inferior* pro duodenum a z větví *a. mesenterica superior* (*aa. jejunalis et ilei*) pro jejunum a ileum. Žíly duodena provází tepny a ústí buďto přímo do *v. portae* (supramesokolická část) anebo nepřímou cestou *vv. pancreaticoduodenales* nejdříve do *v. gastroepiploica dextra* a poté do *v. portae* (inframesokolická část). Z jejunu a ileu je odváděna krev cestou *v. mesenterica superior*, která poté ústí do *v. portae*¹. (Naňka a Elišková, 2009, s. 162; Čihák, 1988, s. 91, 93 – 94; Grim, Druga et al., 2005, s. 37, 39;)

Duodenum = dvanáctník

První část tenkého střeva je nejkratší částí, je dlouhá 20 – 28 cm. V *tela submucosa* jsou uloženy *glandulae duodenales* produkující alkalický sekret. V sestupné části duodena, kde přiléhá hlava pankreatu, se nachází podélná řasa, která je uprostřed zakončena hrbolkem – *papilla duodeni major*, do něhož ústí *ductus choledochus* a *ductus pancreaticus*. Přibližně 2

¹ *V. portae* je žíla sbírající krev z nepárových orgánů peritoneální dutiny, kterou následně vede do jater. (Čihák, 1997, s. 155)

cm od této papilly leží papilla duodeni minor na níž ústí ductus pancreaticus accesorius. Duodenum je částečně kryto serózou, zbylá část je obklopena adventicií. Lze rozdělit na 4 části – pars superior (délka 4 – 5 cm), pars descendens (délka 6 – 10 cm), pars horizontalis (délka 7 -8 cm), pars ascendens (délky 3 – 5 cm). (Čihák, 1988, s. 87 – 91; Grim, Druga et al., 2005, s. 36 – 37; Naňka a Elišková, 2009, s. 158 – 159)

Jejunum = lačník

Délka jejuna jsou $\frac{2}{5}$ délky celého střeva. Je zavěšeno na peritoneální duplikatuře – mesenterium. Má narůžovělou barvu a to díky mohutným arteriálním pletením, které vytvářejí na straně mesenteria jednu řadu cévních arkád, odkud odstupují drobné tepny ke střevní stěně. (Čihák, 1988, s. 91 – 94; Naňka a Elišková, 2009, s. 159)

Ileum = kyčelník

Navazuje na jejunum a jeho délka jsou $\frac{3}{5}$ z délky celého střeva. Na svém konci se ústím – ostium ileocaecale napojuje na tlusté střevo, zde je vytvořena chlopeč, která směřuje obsah tenkého střeva do střeva tlustého. (Naňka a Elišková, 2009, s. 159)

2 Patologie tenkého střeva

V tenkém střevě probíhá poslední část procesu trávení a dochází k vstřebávání. K vstřebávání dochází buď přímo vrátnicovým oběhem, nebo nepřímo mizními cévami. Střevní šťáva obsahuje důležité enzymy, jako jsou například enteropeptidáza, peptidáza, cukry štěpící enzymy a střevní lipázy. Peristaltika jsou pohyby zajišťující pohyb obsahu dále z tenkého střeva dále do střeva tlustého. Zrychlení peristaltických pohybů způsobuje průjem, naopak zpomalení vede ke vzniku obstipace. (Mačák a Mačáková, 2004, s. 233)

Nejčastější postižení tenkého střeva:

Meckelův divertikl

Patří mezi nejčastější malformace tenkého střeva. Jedná se o výchlipku ilea, kdy jeho sliznice může obsahovat ektopickou žaludeční sliznici. (Povýšil, Šteiner et al., 2007, s. 154)

Záněty tenkého střeva

Mezi záněty tenkého střeva řadíme virovou gastroenteritidu, bakteriální enterokolitidu, sekundární střevní tuberkulózu, abdominální tyfus. Crohnova choroba je idiopatický střevní zánět s nejčastější lokalizací právě v tenkém střevě. (Povýšil, Šteiner et al., 2007, s. 160 – 162)

Ileus

Ileus je označení stavu, kdy z nejasných příčin nedochází k posunu střevního obsahu a ten se hromadí a dilatuje trávicí trubici. Ileus se rozlišuje na ileus mechanický a ileus dynamický. Mechanický ileus může vzniknout na základě stenózy či obstrukce. Dynamický ileus je důsledkem poruchy střevní motility. (Povýšil, Šteiner et al., 2007, s. 166) Ileózní stav je doprovázen velkými algiiemi v oblasti břicha a zvracením. Vážný neléčený ileus vede až ke smrti pacienta. Ileus v oblasti duodena nebo jejunu se označuje jako vysoký ileus. (Mačák a Mačáková, 2004, s. 234)

Mechanický ileus se dělí na strangulační a obturační.

- Strangulační ileus je stav téměř vždy vznikající náhle a řadí se mezi nejčastější ileózní stavy. Je specifický tím, že mimo strangulace střeva dochází i k zaškrcení mesenteria s cévami, což vede ke vzniku cirkulačních poruch, které vedou k infarzaci.
- Obturační ileus vzniká při vytvoření překážky v lumen střeva, např. žlučový kámen, cizí těleso, nádory či jizvy.

Dynamický ileus se dělí na paralytický a spastický.

- Paralytický ileus je vyvolán nejčastěji v důsledku ochrnutí střevní svaloviny z příčin toxiinfekce, otravy nebo jako komplikace po podání určitých léků.
- Spastický ileus vzniká velmi vzácně, jedná se o spasmus střevní svaloviny. Příčinou může být otrava olovem nebo porfyrie.

(Povýšil, Šteiner et al., 2007, s. 166 – 167)

Ischemická choroba střevní

Ischemii může být vyvolána uzávěrem jedné ze tří zásobovacích větví (truncus coeliacus, a. mesenterica superior et inferior). Mezi změny způsobující ischemii zahrnujeme trombózu nebo embolii arterie, žilní trombózu a neokluzní ischemii, která je výsledkem srdečního selhání, šoku a dehydratace. (Mačák a Mačáková, 2004, s. 235 – 236)

Malabsorpční syndrom

Syndrom dělíme na primární – vrozené nebo získané enzymatické defekty buněk sliznice tenkého střeva, a sekundární – vyvolané jiným onemocněním. Mezi primární malabsorpční syndrom řadíme deficit disacharidáz, deficit enteropeptidázy a celiakii, která se projevuje alergií na gluten. Sekundární malabsorpční syndrom vzniká druhotně při onemocnění tropickou spruí, enteritidou, chronickou pankreatitidou, Whippleovou chorobou, diabetem mellitus nebo lymfomy. (Mačák a Mačáková, 2004, s. 241 – 242)

Nádory tenkého střeva

- Hyperplastický polyp je benigní, lokalizován na vrcholu slizničních řas, nedosahuje velikosti větší než 5 mm, většinou je vícečetný, má nízký sklon k malignizaci.
- Peutzův-Jeghersův polyp je benigní, jedná se o hamartomatózní lézi, izolovaná nebo jako obraz mnohočetné polypózy – Peutzův-Jeghersův syndrom, velmi nízký sklon k malignizaci.

(Povýšil, Šteiner et al., 2007, s. 167)

- Adenomy jsou maligní, jejich výskyt v tenkém střevě je velmi vzácný.
- Adenokarcinomy jsou maligní, vyskytují se nejčastěji v oblasti Vaterské papily. Tyto nádory jsou malé, rostoucí invazivně a metastazují do lymfatických uzlin.

- Další maligní nádory jsou např. karcinoid, lymfom, stromální nádor.
(Mačák a Mačáková, 2004, s. 243)

3 Zobrazovací metody tenkého střeva

3.1 Skiografie a skiaskopie

3.1.1 Vznik a vlastnosti rentgenového záření

Rentgenové záření (dále jen rtg záření) se řadí mezi elektromagnetická vlnění, jeho vlnová délka je $10^{-8} - 10^{-12}$ m. V praxi využíváme záření o vlnové délce $10^{-9} - 10^{-11}$ m. Záření je neviditelné, šíří se přímočaře rychlostí světla a jeho intenzita ubývá se čtvercem vzdálenosti. Hlavními vlastnostmi záření je průnik hmotou, ionizace, fotochemický, luminiscenční a biologický efekt. (Nekula, Heřman, Vomáčka, 2001, s. 9)

Zdrojem záření je rentgenka, kde přívodem žhavicího proudu na katodu, dochází k nažhavení katody a následné termoemisi elektronů, které vytvoří elektronový shluk kolem katody. (Vomáčka, Kozák, Nekula, 2012, s. 15) Mezi katodu a anodu je přiloženo napětí o velikosti desítek až stovek kV, díky tomuto napětí se elektrony rychle pohybují směrem k anodě, kde jsou prudkým nárazem zabrzděny a dochází ke vzniku rtg záření. Vzniklé rtg záření je buďto brzdné, které je tvořeno směsí různých vlnových délek a je využíváno v praxi, a záření charakteristické, které je složeno jen z určitých vlnových délek. (Chudáček, 1993, s. 15)

3.1.2 Snímkování = skiografie

Při skiografii prochází záření vzniklé v rentgence pacientem, částečně se absorbuje v tkáních, kterými prochází a poté dopadá na kazetu s filmem. (Nekula, Heřman, Vomáčka, 2001, s. 12) Spolu s filmem je v kazetě uložena zesilovací fólie, která převádí dopadající rtg záření na viditelné světlo, které pak dopadá na film. Jelikož je fotochemický účinek rtg záření na film nízký, je zesilovací fólie nedílnou součástí, protože zajišťuje snížení radiační zátěže pacienta. (Vomáčka, Kozák, Nekula, 2012, s. 26) Avšak negativní vlastností zesilovacích fólií je vznik materiální neostrosti. (Chudáček, 1993, s. 29)

Po dopadu záření na kazetu s filmovým médiem dojde ke vzniku tzv. latentního obrazu, který musí být vyvolán ve vývojce a po ustálení v ustalovači dojde k jeho zviditelnění. (Nekula, Heřman, Vomáčka, 2001, s. 12)

V dnešní době se již ve většině případů zhotovují snímky digitálně. Dvěma základními principy jsou výpočetní radiografie a digitální (přímá) radiografie. Tyto metody dovolují zvýšení kvality získaného obrazu, možnost následné úpravy snímku, redukci dávky a archivaci v digitální podobě. Výpočetní radiografie (nepřímá digitalizace) využívá fólií s citlivou vrstvou obsahující sloučeniny fosforu, na které je zachyceno prošlé záření.

K získání obrazu slouží digitizér, kde dochází ke skenování fólie laserem. Registraci množství uvolněné energie se latentní obraz převádí do digitální podoby. Citlivá vrstva je poté vymazána. Fólie jsou uloženy v kazetách, tak jako rentgenové filmy. Digitální radiografie (přímá digitalizace) využívá různých principů, kdy u všech se rentgenové záření mění na elektrické signály přímo v detektoru přístroje. Obraz je zobrazen pár sekund po expozici. (Heřman et al., 2014, s. 14)

3.1.3 Skiaskopie

Skiaskopie (prosvěcování) slouží ke sledování objektu pomocí rtg záření v reálném čase. Při této metodě rentgenka vytváří záření kontinuálně, záření prochází vyšetřovaným objektem a dopadá na zobrazovací médium – skiaskopický štít, které obsahuje luminiscenční látku. Skiaskopický štít je připojen k zesilovači štítového obrazu, odkud je obraz snímán a poté zobrazen na monitoru. (Heřman et al., 2014, s. 14 – 15)

Zesilovač štítového obrazu

Dnes jsou využívány dva typy zesilovačů – klasický a moderní na bázi přímé digitalizace. Klasický zesilovač obrazu je složen z několika částí – převaděče, fotoanody a fotokatody. Záření, převedené luminiscenční vrstvou na viditelné záření, dopadá na fotokatodu. Zde dochází k fotoelektrickému jevu, díky němuž se uvolňují elektrony, které následně dopadají na fotoanodu. Dopad elektronů na luminiscenční část anody vytváří viditelný obraz. Tento proces je snímán čočkami elektronové optiky, které přenášejí vzniklý obraz na televizní monitory. (Vomáčka, Kozák, Nekula, 2012, s. 17) Moderní přístroje využívají tzv. flat panely, které převádějí rtg záření na elektrické signály. (Heřman et al., 2014, s. 16)

3.1.4 Skiagrafické a skiaskopické zobrazení tenkého střeva

Prostý snímek břicha

Snímek je zhotoven ve stoje, u pacientů neschopných stát lze provést vleže na boku. (Nekula, Heřman, Vomáčka, 2001, s. 108) Kazeta se umístí tak, aby její horní okraj byl výše než bránice, zároveň na snímku musí být zachycena i malá pánev. Provedení snímku vleže na zádech pomocí vertikálního centrálního paprsku, nezobrazí hladinky, ale ze snímku lze posoudit dilatované kličky tenkého střeva. (Vomáčka, Kozák, Nekula, 2012, s. 89)

Frakciovaná pasáž

Frakciovaná pasáž je monokontrastním vyšetřením. Pacient vypije 300 – 500 ml baryové kontrastní látky ve formě suspenze, pije kontrastní látku po jednotlivých doušcích s přestávkami, tím zajistí plynulý průchod kontrastní látky pylorem. (Heřman et al., 2014, s. 117) K vyšetření přichází pacient lačný, od večera nesmí kouřit kvůli zvyšování sekrece žaludečních šťáv a střevní peristaltiky. (Vomáčka, Kozák, Nekula, 2012, s. 89) Při akutním subileózním stavu je limitováno použití kontrastních látek. Baryová suspenze je kontraindikována při podezření na perforaci. Ve vodě rozpustná jodová kontrastní látka může být použita, ale je ředěna přebytkem intraluminální tekutiny. (Baert, 2008, s. 1374)

Enteroklýza

Enteroklýza využívá metodu dvojího kontrastu. Umožňuje podání kontrastní látky přímo do tenkého střeva pomocí sondy, tím se vyloučí sumace kliček tenkého střeva a naplněného žaludku. Regulace rychlosti podání kontrastní látky přispívá ke snížení průměrné doby celého vyšetření. (Válek et al., 1996, s. 41) Dnes je enteroklýza prováděna převážně pomocí výpočetní tomografie. (Vomáčka, Kozák, Nekula, 2012, s. 90)

Vyšetření začíná zavedením nazojejunální sondy (Kendall) do žaludku, odkud se pod skiaskopickou kontrolou pomocí říditelného vodiče zavádí až do duodenojejunální flexury. (Vomáčka, Kozák, Nekula, 2012, s. 90) Sondou je podávána pozitivní kontrastní látka ve formě baryové suspenze, množství suspenze je 150 – 300 ml. Následně je sondou podávána negativní kontrastní látka v množství 1500 – 2000 ml. (Heřman et al., 2014, s. 116 – 117) Jako pozitivní kontrast je používán roztok Micropaque suspenze ředěný vodou v poměru 1:2, nejlépe teploty 35°C, roztok je podáván aplikační rychlostí 75 ml/min pomocí rotační pumpy nebo pomocí Janettovy stříkačky. Jako negativní kontrast je používán roztok 0,5% metylcelulózy, glycerin (HP 7000) nebo glycerol DAB s guarovou moučkou. Aplikace negativního kontrastu je prováděna rychlostí 250 ml/min. Po podání negativního kontrastu dochází k tomu, že negativní KL tlačí pozitivní KL před sebou a stěna střeva je rovnoměrně potažena povlakem baryové suspenze. Poté co náplň dosáhne Bauhinovy chlopně provádíme vlastní skiaskopii. (Vomáčka, Kozák, Nekula, 2012, s. 90)

Skiagrafické a skiaskopické zobrazení ileózního stavu

Prostý snímek břicha je první metodou při podezření na ileus tenkého střeva. Snímek potvrdí přítomnost ileu, avšak se spolehlivě nedá určit příčina ileu. (Baert, 2008, s. 1374) Na vzniklém obraze se hodnotí přítomnost roztahujících se střevních kliček, které jsou zakončeny

hladinkami. Dle rozložení hladinek se určuje místo obstrukce ve střevě: přítomnost hladinek v epigastriu dává podezření na ileus v duodenu, pokud jsou přítomny hladinky i v oblasti jejunu může tento stav svědčit pro vysoký ileus tenkého střeva; hladinky uspořádané do kaskád v celém tenkém střevě jsou známkou možného nízkého ileu; pokud jsou na prostém snímku břicha hladinky přítomny jak v tenkém, ale i tlustém střevě jedná se nejspíš o paralytický ileus. (Nekula, Heřman, Vomáčka, 2001, s. 108)

Enteroklýza může být indikována pro podezření na přerušovanou či nízkou obstrukci. (Baert, 2008, s. 1374) Frakciovaná pasáž vodnou jodovou kontrastní látkou je na některých pracovištích indikována při podezření na subileózní stav, vyšetření slouží k lokalizaci místa překážky. (Heřman et al., 2014, s. 158)

3.2 Ultrasonografie – USG

3.2.1 Princip ultrasonografie

Princip USG je založen na odrazu ultrazvukových vln na rozhraní tkání, které mají různou akustickou impedanci. Ultrazvukem se rozumí mechanické vlnění šířící se prostředím, které se přenáší jako vibrace částic prostředí. (Heřman et al., 2014, s. 17) Ultrazvukové vlny mají frekvenci větší než 20 KHz. K lékařské USG se využívá frekvence v rozmezí 2 až 30 MHz. (Chmelová et al., 2006, s. 9) Mezi základní vlastnosti ultrazvuku patří odraz, rozptyl, ohyb a absorpce ultrazvukových vln. (Vomáčka, Kozák, Nekula, 2012, s. 38)

Zdrojem ultrazvukového vlnění je piezoelektrický krystal, který se vlivem elektrického proudu deformuje. Po přerušení přívodu proudu se krystal rozkmitá, po přiložení sondy na povrch vyšetřované oblasti pronikají podélné ultrazvukové vlnění do tkání. Krystaly zhruba 99% svého času přijímají odrazy ultrazvukového vlnění a pouhých 0,5% času vlnění vysílají. Při diagnostickém vyšetření se nevyužívá jen podélných vln, využití příčných vln je metoda k určení elasticity tkání. (Vomáčka, Kozák, Nekula, 2012, s. 38) Využitím kontaktních gelů se zajistí dobrý průchod vlnění do zobrazovaných tkání a eliminuje se výskyt plynu, který má velmi vysokou akustickou impedanci pro ultrazvukové vlny a na výsledném obrazu by vytvořil nežádoucí artefakty. (Seidl et al., 2012, s. 40)

Typy USG záznamu

A mód je jednorozměrným zobrazením. Zobrazuje amplitudy odražených signálů, kdy výsledným obrazem je křivka zobrazující intenzitu odraženého signálu v závislosti na čase, který uplynul od jeho vyslání. (Seidl et al., 2012, s. 41)

B mód je dvojrozměrné zobrazení. Zobrazuje velké množství vedle sebe umístěných odrazů a v závislosti na intenzitě odrazu je jim na monitoru přiřazen příslušný stupeň šedi. V praxi je nejvíce užívaným módem zobrazení. (Heřman et al., 2014, s. 18)

M mód je jednorozměrným zobrazením. Výsledným obrazem je křivka zaznamenávající pohyb. (Heřman et al., 2014, s. 19)

3D mód je trojrozměrnou rekonstrukcí řady dvojrozměrných snímků. Nejčastěji je využíván v porodnictví, ale svůj význam má i v ortopedii. (Seidl et al., 2012, s. 42)

Dopplerovská USG je metoda využívající Dopplerova jevu při diagnostice pohybujících se struktur (nejčastěji cévních struktur). Základní typy dopplerovského záznamu:

- Barevný záznam určuje směr toku a přibližný rozsah rychlostí většinou ve více cévách najednou.
- Spektrální záznam je grafický záznam vyjadřující závislost rychlosti krevního toku na čase.
- Akustický záznam převádí ultrazvukové frekvence na sluchem dobře slyšitelný záznam.

(Vomáčka, Kozák, Nekula, 2012, s. 39)

3.1.2 Zobrazení tenkého střeva pomocí USG

Zobrazování pomocí USG je nejvíce využíváno u pacientů trpících Crohnovou chorobou. Pomocí USG lze hodnotit šířku a echogenitu střevní stěny, patologické změny struktur v okolí tenkého střeva a postižení jednotlivých střevních vrstev. (Válek et al., 2003, s. 25) Příprava pacienta před vlastním vyšetřením není nutná, tudíž nemusí být lačný. Výhodou vyšetření USG je nulová radiační zátěž pacienta, což je výhodné především u dětí a u nutnosti opakování vyšetření. (Bartušek et al., 2010, s. 19)

K vyšetření se využívají transabdominální sondy. Nízkofrekvenční konvexní sondou o frekvenci 3,5 – 5 MHz se vyšetřuje celá peritoneální dutina, kdy lze posoudit parenchymatózní orgány a malou pánev současně. K přesnějšímu zobrazení tenkého střeva, zejména jednotlivých vrstev střevní stěny a okolního mesenteria se využívá lineární sonda s frekvencí 7,5 – 17 MHz. (Bartušek et al., 2010, s. 19)

Mukóza a svalovina se zobrazují jako hypoechogenní struktury, naopak submukóza a seróza jako hyperechogenní. Hyperechogenní obraz vytváří i vzduch, který je obsažen v lumen střeva. Kvůli přítomnosti vzduchu v lumen není zpravidla možné hodnotit zadní stěnu střevní. (Válek et al., 2003, s. 25)

Pacient je vyšetřován v poloze na zádech. Obtížnější je vyšetření u obézních pacientů a u pacientů po chirurgickém zákroku na tenkém či tlustém střevě. (Válek et al., 2003, s. 25)

Novou metodou ve vyšetření tenkého střeva je zavedení sono enteroklýzy, díky níž lze dobře hodnotit charakter střevních stenóz. (Bartušek et al., 2010, s. 20) Sonda se do střeva zavádí pod skiaskopickou nebo ultrazvukovou kontrolou. Po zavedení sondy je do střeva vpravena kontrastní látka obdobná jako u enteroklýzy. Jako kontrastní látka se používá metylcelulóza nebo HP 7000. Na výsledném obraze jsou velmi dobře viditelné distendované střevní kličky a lze rozlišit hranice lumen a mukózy. Sono enteroklýza je více senzitivní

oproti prostému ultrazvuku, avšak specificita je stejná jako u prostého ultrazvuku. (Válek et al., 2003, s. 25)

Zobrazení ileózních stavů pomocí USG

Na výsledném obraze je zobrazena stagnující tekutina v tenkém střevě, tento obraz lze vidět až u 95% nemocných. Dilatované střevní kličky jsou vidět na ultrazukovém obraze při paralytickém ileu. (Baert, 2008, s. 1374) Při biliárním ileu jsou střevní kličky dilatovány a v lumen střeva je vidět hyperechogenní kámen, který vytváří akustický stín. Ileózní stav způsobený adhezí lze zobrazit velmi obtížně, ale na obraze má tenké střevo dilatované kličky naplněné tekutým obsahem, poruchy střevní peristaltiky a je možné vidět edém střevních řas. (Válek et al., 2003, s. 225 – 231)

Jakubcová uvádí případ ileózního stavu způsobeného maligním melanomem. Vyšetření USG zobrazilo zesílenou střevní stěnu s hypoechogenním až cystickým ložiskem. Nalezené ložisko bylo vaskularizované s arteriálními toky. (Jakubcová et al., 2010, s. 66)

3.4 Výpočetní tomografie – CT

3.4.1 Princip CT

Výpočetní tomografie je metoda zobrazování využívající digitálního zpracování dat po průchodu rentgenového záření vyšetřovanou oblastí pod různými úhly. (Heřman et al., 2014, s. 21) Tato metoda využívá vlastnosti rentgenového záření se různě absorbovat v tkáních o různé denzity, tím umožní matematického vyjádření intenzity absorpce rentgenového záření ve tkáních v denzitních hodnotách – Hounsfieldových jednotkách (HU). (Vomáčka, Kozák, Nekula, 2012, s. 42) Výsledným obrazem po vyšetření CT přístrojem je tomografický řez tělem vyšetřovaného. Metoda umožňuje skládání příčných řezů vedle sebe a umožňuje vytvořit trojrozměrný tomografický obraz vyšetřované oblasti. Jedna z hlavních předností CT je eliminace překrývání a superpozice jednotlivých struktur uložených v různých hloubkách, např. zobrazené léze mají podstatně vyšší kontrast, protože nejsou ovlivněny zářením z okolních vrstev. (Ullmann, 2015)[online]

Vývoj CT přístrojů

Snahy o tomografické zobrazování sahají až k roku 1917, kdy Johann Radon odvodil tzv. Radonovu transformaci, která popisuje transformaci mezi množinou integrálů a množinou bodů transverzálního řezu vyšetřovaného objektu. Na základě této transformace Allan Cormack aplikoval tyto výsledky na případ záření X. V roce 1972 došlo k dokončení prvního CT přístroje G. N. Hounsfieldem. (Ullmann, 2015)[online]

- 1. generace CT přístrojů je založena na principu jedné rentgenky a jednoho protilehlého detektoru rotujících kolem vyšetřované oblasti, kdy je záření kolimováno do tenkého svazku.
- 2. generace využívá kolimace do tvaru vějíře, které produkuje jedna rentgenka a naproti ní jsou na kružnicové výseči umístěny v jedné řadě ve větším počtu detektory. Detektory spolu s rentgenkou rotují kolem vyšetřované oblasti.
- 3. generace se zakládá na vějířovité kolimaci svazku podobně jako u 2. generace, ale rozdílem je rozložení detektorů, které jsou umístěny ve více řadách na kruhovém oblouku. Tato generace umožňuje snímání více řezů současně – multi-slice CT.
- 4. generace CT přístrojů není v praxi příliš využíváno kvůli vysoké ceně a navíc nepřináší zásadní výhody ve srovnání s 3. generací. Je založena na

uspořádání detektorů do prstenců ležících vedle sebe, ale kolem těla rotuje jen rentgenka.

- 5. generací je kardio-tomograf s elektronovým svazkem – EBT. Stejně jako u 4. generace je jich v praxi využíváno velmi málo kvůli vysoké ceně.

(Ullmann, 2015)[online]

Denzitní obrazy

Obrazy získané z vyšetřovaných oblastí jsou obrazy digitální, jsou tvořeny maticí bodů, nejčastěji v počtu 512×512 bodů. Vypočítaná míra zeslabení záření v jednotlivých místech vyšetřované oblasti se nazývá denzita udávaná v HU. Denzitní stupnice je rozdělena na 4096 stupňů šedi od -1000 do +3096 HU. (Heřman et al., 2014, s. 22)

Windowing, tzv. okénko je modulace, která zobrazí jen úzkou část z celé škály denzit a zobrazí ji v celém jasovém rozsahu obrazovky. Modulace se využívá pro možnost zobrazení rozdílů v tkáních s podobnou denzitou (měkké tkáně). (Ullmann, 2015)[online] Typickým využitím modulace windowing je zobrazení plic a mediastina. (Vomáčka, Kozák, Nekula, 2012, s. 42 – 43)

Multidetektorové CT

V 70. a 80. letech snímání jednoho řezu první generací CT přístrojů trvalo několik minut. V dnešní době se využívá třetí generace, kdy se počet detektorů pohybuje okolo 300 – 1000 a doba snímání jednoho řezu je zkrácena přibližně na 1 sekundu. Na rozdíl od 80. let využívají dnešní CT metodu slip-ring, tzv. klouzavých prstenců, které umožňují rychlou a kontinuální rotaci s neomezeným počtem otáček v jednom směru. (Ullmann, 2015)[online]

Vyšetření lze provést dvěma technikami:

- **Konvenční CT** je technika, při které jsou postupně zhotovovány jednotlivé vrstvy. Během této metody se po zhotovení jednoho řezu stůl posune, aby se mohl zhotovit další řez. Systém rentgenka-detektory rotují kolem vyšetřované oblasti a stůl se nepohybuje.
- **Spirální (helikální) CT** využívá kontinuální expozice za současného posouvání stolu s vyšetřovaným pacientem. Výhodou této techniky je hlavně kratší doba vyšetření, zachycení celého objemu vyšetřované oblasti a nižší radiační zátěž pacienta.

(Heřman et al., 2014, s. 23 – 24)

Po intravenózní aplikaci KL a při využití spirální techniky je možné provést rekonstrukci obrazu cév – CT angiografie. Některé přístroje mohou být vybaveny softwarem pro synchronizaci EKG se sběrem dat a tím provedení CT koronarografie. (Heřman et al., 2014, s. 24)

K indikacím k vyšetření pomocí CT lze zahrnout jakákoli oblast těla a kterákoli skupina diagnóz. Absolutní kontraindikace k vyšetření prakticky nejsou žádné, za relativní kontraindikaci lze považovat těhotenství. (Nekula, Heřman, Vomáčka, 2001, s. 22)

3.4.2 CT zobrazování tenkého střeva

CT enterografie

Při tomto vyšetření není potřeba zavádět nazojejunální sondu, podání kontrastní látky je perorálně. Pacient vypije hodinu před vlastním vyšetřením 1 – 2 litry negativní kontrastní látky, která rozepne a naplní střevní kličky. (Heřman et al., 2014, s. 120). Těsně před akvizicí je podáno spasmolytikum (20 ml Buscopanu intravenózně). Výhodou této metody je neinvazivnost, jednoduchost a rychlost vyšetření. (Seidl et al., 2012, s. 161)

Nejčastěji využívané kontrastní látky jsou vodné roztoky polysacharidů – karboxymethylcelulóza, polyethylenglykol, moučka ze svatojánského chleba (LBG) a jednoduchých cukerných alkoholů – manitol nebo sorbitol. Vhodné je zvolit kontrastní látku, která se při průchodu střevními kličkami nevstřebává. (Baxa et al., 2008, s. 72)

Příprava pacienta na vyšetření spočívá v poučení pacienta, kdy platí 3N – nejíst, nepít a nekouřit dodržené od půlnoci v den vyšetření. Pacient si den před vyšetřením dá lehkou snídani a oběd, které by neměli obsahovat maso, mléčné výrobky a vlákninu obsahující potraviny. (Seidl et al., 2012, s. 161)

Na axiálních skenech hodnotíme lumen, střevní stěnu, ale i okolní struktury. Po rekonstrukci v koronální rovině je získaný obraz praktický stejný jako u klasické enteroklýzy. Na koronálních rekonstrukcích lze hodnotit současně střevní stěnu a okolní struktury, ale i tkáň a parenchymové orgány. (Heřman et al., 2014, s. 120)

CT enteroklýza

Jako u klasické enteroklýzy je potřeba zavést nazojejunální sondu. Sonda se zavádí pod skiaskopickou kontrolou do oblasti duodenojejunální flexury, po zavedení sondy je podáno 1500 – 2000 ml negativního kontrastu (0,5% karboxymethylcelulóza). Ještě při skiaskopii je podána přibližně polovina negativní KL a druhá polovina je podána na CT. Před

koncem podání negativního kontrastu se intravenózně podá 20 ml Buscopanu. Před akvizicí je podáváno až 100 ml jodové kontrastní látky. Pozitivní KL je podávána přetlakovým injektorem rychlostí 3 ml/s. (Vomáčka, Kozák, Nekula, 2012, s. 90)

Pacient si smí dát den před vyšetřením lehkou snídani, stejně jako před CT enterografií. (Seidl et al., 2012, s. 161)

CT zobrazení ileózního stavu

Přednostmi CT vyšetření tenkého střeva pro podezření na ileus je jeho vysoká senzitivita, specificita a přesnost. Odhalení příčiny a místa obstrukce dochází až v 95% případů. Stagnace tekutého obsahu v střevních kličkách zajišťuje dobrý negativní kontrast, a proto není nutné u tohoto vyšetření použít negativní kontrastní látkou v perorální formě. Diagnosticky je zásadní detekovat přechodnou zónu mezi normálním, dilatovaným či kolabovaným lumen střeva. (Válek et al., 2003, s. 226)

V případě paralytického ileu nelze nalézt přechodnou zónu, ileus postihuje jak tenké tak i tlusté střevo. Pokud je ileózní stav způsobený adhezemi nelze diagnózu stanovit přímo, na CT skenech není patrné místo obstrukce, ale adheze je zobrazována jako pruh o měkkých denzitách. Církulárně zbytnělá střevní stěna, která je příčinou těsné obstrukce odpovídá nejčastěji zánětlivým střevním onemocněním či postradiační stenóze. Vzhled „víru“ na CT obrazech je typický pro volvolus. Střevní klička ve tvaru písmene U, C nebo tvaru zobáku, tzv. closed loop, je výsledkem strangulace. (Válek et al., 2003, s. 226 – 231)

Biliární ileus je typickým zobrazením dilatovaného lumen, v některých případech se zobrazí konkrement v lumen. (Válek et al., 2003, s. 228) CT břicha při podezření na biliární ileus dosahuje specificity a senzitivity téměř 100 %. (Paseka, Jedlička, Žák, 2010, s. 342)

CT obraz patrného rychlého přechodu mezi dilatovanými a kolabovanými kličkami tenkého střeva, nápadné změny v charakteru obsahu dilatovaných kliček, kde těsně nad překážkou je obsah nehomogenní až načechraný a hypodenzní okrsky poukazující na stagnující obsah mohou být důvodem pro vyslovení podezření na vzniklý ileus zapříčiněný fyto bezoárem. (Horák, Beňo, Prokopová, 2012, s. 47)

Horák udává případ vzniku ileózního stavu, který byl způsobený peckou. Na CT obrazech je pecka zobrazena jako hypodenzní struktura s hypertenzní konturou, v centru pecky jsou přítomny bublinky vzduchu. (Horák et al., 2008, s. 367)

3.5 Magnetická rezonance - MR

3.5.1 Princip magnetické rezonance

Zobrazování magnetickou rezonancí je založeno na detekci změn magnetických momentů jader prvků s lichým protonovým číslem, které jsou po aplikaci radiofrekvenčních pulsů uloženy v silném statickém magnetickém poli. (Heřman et al., 2014, s. 25) Protony neustále rotují kolem své osy a tento pohyb se označuje jako spin, díky tomuto pohybu vytvářejí ve svém okolí magnetické pole, což znamená, že vykazují magnetický moment. Ideální prvkem je vodík ^1H , protože se lidské tělo skládá z více než 60% vody a vodík má poměrně velký magnetický moment, to z něj činí ideální objekt pro zobrazování magnetickou rezonancí. (Válek et al., 1996, s. 5 – 6)

Orientace rotačních os jednotlivých protonů je v organismu nahodilá, což znamená, že dochází k vyrušení magnetických momentů jednotlivých protonů a tkáň je navenek magneticky inertní. Využití vlivu vystavení tkáně silnému magnetickému poli B_0 má za následek uspořádání rotačních os rovnoběžně se siločarami vnějšího magnetického pole. Část protonů se ustaví do polohy, která je orientována souhlasně s vektorem vnějšího magnetického pole, tzv. paralelní poloha. Druhá část je uspořádána opačně o 180° , tzv. antiparalelní poloha. (Válek et al., 1996, s. 6) Intenzita zevního statického magnetického pole se v praxi pohybuje v rozmezí 0,5 – 1,5 T. (Nekula a Chmelová, 2007, s. 8)

Precese a rezonance

Precesní pohyb je rotační pohyb v transverzální rovině vedený po obvodu kužele. Protony nejsou ve fázi, tj. nerotují synchronně, a proto když se každý proton otáčí stejnou rychlostí po stejné kruhové dráze, nachází se každý v určitém okamžiku na jiném místě kruhu. (Vomáčka, Kozák, Nekula, 2012, s. 47) Frekvence precesního pohybu se označuje jako Larmorova frekvence a závisí na magnetických vlastnostech daného atomového jádra a na intenzitě vnějšího magnetického pole. (Válek et al., 1996, s. 7)

Hlavním podkladem pro vytvoření MR obrazu je informace o velikosti magnetických momentů jednotlivých tkání, ale problém nastává ve změření velikosti, neboť je magnetický vektor orientován stejně jako vektor intenzity magnetického pole MR magnetu. Dodáním energie se docílí vychýlení protonů z jejich původní polohy. Velikost energie musí mít velikost, kterou jsou schopny protony přijmout. Dodávaný elektromagnetický impuls musí mít velikost stejnou jako je Larmorova frekvence. Pokud je frekvence totožná s Larmorovou

frekvencí, jsou protony schopny absorbovat elektromagnetické vlnění a tento jev se nazývá rezonance. (Válek et al., 1996, s. 7 - 8)

Po dodání impulsu dochází k excitaci, kdy proton s vyšší energií než je jeho původní, zvyšuje svou oscilaci. Dochází k podélné magnetizaci, kdy je dlouhá osa protonu vychýlena o 90° nebo až o 180°. Vlivem impulsu dochází i ke zvětšování transverzálního precesního pohybu, stává se synchronním a výsledkem je příčná magnetizace. (Nekula a Chmelová, 2007, s. 9)

Časy T1 a T2

Po přerušení elektromagnetického impulsu dochází k navrácení excitovaného protonu do své původní polohy, tento děj se nazývá relaxace. (Vomáčka, Kozák, Nekula, 2012, s. 48)

Čas T1 je doba návratu podélné magnetizace, která byla utlumena do své původní polohy. T1 odpovídá době za, kterou dosáhne podélná magnetizace 63% své původní velikosti. (Nekula a Chmelová, 2007, s. 10)

Čas T2 je doba návratu příčné magnetizace do své původní polohy. Po přerušení impulsu dochází k desynchronizaci pohybu k tzv. rozfázování. T2 odpovídá době za, kterou příčná magnetizace klesne na 37% své původní hodnoty.

Zobrazování magnetickou rezonancí

Pomocí různých typů sekvencí se při vyšetření zhotovují obrazy vrstev. Mezi sekvence při zobrazování MR patří:

- T1 vážená sekvence
- T2 vážená sekvence
- Proton denzitní obrazy
- Inversion recovery
- Difúzně vážená sekvence
- Sekvence se selektivním potlačením signálu vody nebo tuku
 - FLAIR – T2 vážená sekvence s potlačením signálu vody

Některé vyšetřovací MR postupy využívají aplikace paramagnetických kontrastních látek. V porovnání s CT vyšetřením je MR vyšetření delší, nejčastěji se pohybuje mezi 20 – 30 minutami. (Heřman et al., 2014, s. 26 – 27)

3.5.2 MR zobrazování tenkého střeva

MR enterografie / enteroklýza

Příprava pacienta je shodná s přípravou pacienta na CT enterografii. Pacient je 4 hodiny před vyšetřením nalačno. Podání negativní KL 45 minut před vlastním vyšetřením způsobí dilataci střevních kliček, jako KL se využívá např. 2,5% roztok manitolu. Po uložení pacienta na vyšetřovací stůl, se k němu přiloží phased array cívky, nutná je synchronizace měření s dýcháním, která je zabezpečena pomocí respirační kompenzace. Asi 1 minutu před vyšetřením se provádí aplikace 1 ml Buscopanu intravenózně, aby se zajistilo zpomalení střevní peristaltiky. Před vyšetřením se aplikuje paramagnetická KL intravenózně. (Vomáčka, Kozák, Nekula, 2012, s. 90) Při enteroklýze je KL zaváděna pomocí jejunální sondy. (Válek et al., 2003, s. 24)

Nejvyužívanější sekvence jsou nativní single shot v axiální a koronální rovině a sekvence s potlačením tuku. Postkontrastně se využívají postkontrastní dynamické sekvence za 20, 50 a 120 sekund a postkontrastní sekvence v koronální rovině T1 GRE. (Vomáčka, Kozák, Nekula, 2012, s. 90)

MR enterografie se často provádí v kombinaci s USG vyšetřením. Vyšetření se provádí maticovou konvexní sondou o frekvenci 2 – 4 MHz, podává se 2,4 ml echo KL intravenózně. Měří se čas od začátku plnění arteria mesenterica superior až ke konečným větvím. Hodnotí se křivka syčení a histogram s pomocí speciálního softwaru. (Vomáčka, Kozák, Nekula, 2012, s. 90)

Hlavními výhodami MR enterografie je absence ionizujícího záření, které dělá toto vyšetření vhodné pro dětské pacienty, a možnost zobrazení obrazů v různých rovinách. (Válek et al., 2003, s. 24)

MR cholangiopankreatikografie – MRCP

MRCP je další neinvazivní metodou pro zobrazení žlučových a pankreatických cest, které vyúsťují v duodenu. Indikací k tomuto vyšetření je prokázání konkrementů na základě neprůkazných ultrazvukových nálezů, vrozené vývojové vady, zobrazení duktů po traumatu a po chirurgických zákrocích na nich, stenózy nebo dilatace.

Nezbytným doplněním protokolu MRCP je provedení nativního MR vyšetření jater a pankreatu, které podá informaci o stavu tkáně jater a pankreatu. Protokol je založený na těžce T2 vážených obrazech, kterou jsou vhodné pro zobrazení tekutého obsahu.

Před vyšetřením je vhodné pacienta poučit o 4 hodinovém lačnění před vlastním vyšetřením. Tekutina v žaludku a v duodena má vysoký T2 signál, a proto je možné před vyšetřením podat látky, který tento signál sníží. Vhodné je omezení superpozice vývodů a okolních orgánů s vysokým T2 signálem, které je dosaženo naplánováním správné orientace silných vrstev MRCP, které mají velikost 40 až 60 mm. (Mechl et al., 2014, s. 76)

4 Zobrazovací metody tenkého střeva v pediatrii

Zobrazovací metody v pediatrii mají svá specifika a limitace. Vyšetřovací postupy se liší od vyšetření dospělých pacientů, je kladen důraz na rychlost, ale především na přesnost, aby vyšetření nemusela být opakována a nebyla zvyšována radiační zátěž dětských pacientů. (Vomáčka, Kozák, Nekula, 2012, s. 123)

Dělení dětského věku:

- Období novorozence – narození až 28 dní
- Období kojence – do 12 měsíců
- Období batolete – do 3 let
- Období předškolní – do 6 let
- Období školní – do 15 let
- Období adolescence – do 18 let

(Heřman et al, 2014, s. 297)

Vyšetřování dětských pacientů je obtížné. Při většině vyšetření chybí komunikace, dítě nedokáže popsat své potíže. Nejčastější problém je nespolupráce dítěte během vyšetření, je neklidné nebo pláče. Proto jsou na vyšetřovnách přítomny imobilizační zařízení, do kterých jsou děti fixovány, lze využít i pomoc rodiče, který dítě drží během vyšetření. Při složitějších vyšetřeních se využívá analgosedace nebo celková anestezie. (Heřman et al., 2014, s. 297) Systém Octoskop je imobilizační zařízení, díky němuž lze dítě vyšetřovat v horizontální i vertikální rovině, v různých projekcích. Při použití systému Octoskop se zlepšila kvalita snímků bez ozařování jiných osob. (Vomáčka, Kozák, Nekula, 2012, s. 123)

Současným trendem ve využívání zobrazovacích metod v pediatrii nahradit metody používající ionizující záření ultrazvukem nebo MR. Dětský organismus ve vývoji je až 10× citlivější na rtg záření než dospělý jedinec. Důležitými úkony při vyšetření dětí je využití gonádové ochrany a vyclonění primárního svazku na nejužší pole. (Vomáčka, Kozák, Nekula, 2014, s. 123)

Nedílnou součástí vyšetření je, tak jako u vyšetření dospělých pacientů, podepsaný informovaný souhlas. Pokud je dítě drženo jedním z rodičů nebo doprovázející sestrou je nutné podepsat poučení a informovaný souhlas s nelékařským ozářením, dále je do deníku návštěv v kontrolovaném pásmu tato skutečnost zapsána a potvrzena podpisem doprovázející osoby. (Vomáčka, Kozák, Nekula, 2012, s. 123)

Indikace k vyšetření tenkého střeva u dětí

Mezi indikace vývojových anomálií tenkého střeva patří Meckelův divertikl, umbilikální fistula, omfalokéla, vrozená umbilikální kýla, abnormální rotace střevních kliček, duplikace střeva, volvolus, atřezie a stenóza střeva. (Neuwirth a Eliáš, 2014, s. 457, 462)

Mezi další indikace patří bolest břicha, zvracení, ileózní stav, absces tenkého střeva, zánět tenkého střeva, střevní invaginace, přítomnost cizího tělesa, cysta nebo bezoár. (Heřman et al., 2014, s. 299 – 300; Neuwirth a Eliáš, 2014, s. 495)

Zobrazovací metody

Ultrasonografie

Zobrazování ultrazvukem je metodou první volby při vyšetřování dětských pacientů. (Hořák et al., 2012, s. 52) Vyšetření je neinvazivní, nebolestivé, výhodou je krátký čas vyšetření. Tato metoda je dětskými pacienty velmi dobře snášena. (Heřman et al., 2014, s. 298) Vyšetření cévní stopky Dopplerovskou USG je přínosné při podezření na abnormální polohu střeva s přetočením cév s možnou kompresí tenkého střeva a přilehlého mezenteria. Nález tzv. whirlpool sign toto podezření potvrzuje. (Omaník et al., 2014, s. 272)

Dynamická USG = sonografická pasáž

Pacientovi je zavedena nazogastrická sonda, kterou je podáno malé množství čiré tekutiny (např. čaj) a za pomoci USG je sledována pasáž horním gastrointestinálním traktem v průběhu 10 až 15 min. Tato metoda je využitelná k prokázání střevních malrotací. (Omaník et al., 2014, s. 269)

Prostý snímek břicha

Prostý snímek je zhotovován bez jakékoli přípravy. Vždy je dobré dávat pozor na možnost iatrogeních zásahů (např. klyzma, gastrická sonda či vyšetření per rectum) modifikovat RTG obraz, výsledný obraz pak nepodává přesné informace. (Hořák et al., 2012, s. 52)

Snímkování novorozenců je prováděno vleže na zádech v inkubátoru pomocí pojízdného přístroje, dle potřeby jsou zhotoveny laterogramy. Při snímkování kojenců a menších dětí se využívá již zmíněného fixačního systému. (Vomáčka, Kozák, Nekula, 2012, s. 123) Při podezření na ileus či perforaci jsou snímky zhotovovány ve vzpřímené poloze pacienta horizontálním paprskem, pokud zdravotní stav pacienta nedovolí tuto polohu, lze

vyšetření provést vleže na zádech se zachováním horizontálního paprsku. Využití snímku vleže na zádech vertikálním paprskem je přínosnější při podezření na střevní záněty nebo cizí těleso v lumen střeva. (Hořák et al., 2012, s. 52) Snímek na přítomnost cizího tělesa by měl být prováděn na větší kazetu, aby byl zachycen krk, hrudník a břicho. (Vomáčka, Kozák, Nekula, 2012, s. 123 – 124)

Atrézie duodena se na prostém snímku projeví jako obraz dvojí bubliny v žaludku a v dilatovaném duodenu. Atrézie jejunu a ileu se na prostém snímku zobrazuje jako dilatované střevo s náplní plynu nad překážkou. Mekoniový ileus se projevuje jako dilatace tenkého střeva s přítomností pevného obsahu. Nekrotizující enterokolitida je zobrazena jako dilatace střevních kliček s bublinami plynu ve střevní stěně. (Heřman et al., 2014, s. 299; Neuwirth a Eliáš, 2014, s. 465)

Kontrastní RTG vyšetření

Využití klasické enteroklýzy je možné, ale vyšetření je pro dítě velmi nepříjemné a zatěžuje ho velkou radiační zátěží. Nasojejunální sondou se zavádí 1 – 2 litry metylcelulózy a poté až 250 ml baryové KL. V některých případech je nahrazena klasickou frakcionovanou náplní žaludku s následným sledováním pasáže tenkým střechem. (Vomáčka, Kozák, Nekula, 2012, s. 124) Při úplných mechanických ileózních stavech je podání baryové KL kontraindikováno nebezpečím jejího zahuštění a zatvrdnutí nad obstrukcí, dalšími kontraindikovanými jsou nedonošené děti s chabou peristaltikou a velmi pomalou střevní pasáží. Obecně není doporučeno podání baryové KL dětem mladším 15 dnů. Místo barové KL lze využít jodovou neionickou KL. (Hořák et al., 2012, s. 53)

Výpočetní tomografie

Indikace k vyšetření pomocí CT musí být velmi dobře zvážena. Většina vyšetření se provádí na základě neschopnosti zobrazení pomocí ultrasonografie. (Heřman et al., 2014, s. 299)

Magnetická rezonance

MR enterografie je ideální metoda v zobrazení tenkého střeva u dětí s absencí ionizující záření, avšak tato metoda zobrazení je časově i finančně náročná. (Vomáčka, Kozák, Nekula, 2012, s. 124)

5 Endoskopické vyšetřovací metody tenkého střeva

Další metody vyšetření tenkého střeva jsou metodami endoskopickými, u kterých je z většiny využíváno spolupráce se zobrazovacími metodami. Endoskopické metody jsou používány již od roku 1799, kdy jako první použil osvětlovací aparát s jednoduchou optikou doktor Philip Bozzini. První endoskop použitelný pro vyšetřování sestrojil roku 1853 Desormeux. (Dítě et al., 1996, s. 21)

Funkce endoskopu je charakterizovaná jeho konstrukcí. Dle konstrukce se dělí endoskopy na rigidní, flexibilní, videoendoskopy a na endoskopy speciální.

Rigidní endoskop jsou konstrukčně nejjednodušší. Jeho nejdůležitější částí je optika, což je kovový tubus složený ze tří částí: objektiv, sada čoček a okulár. Vlastní optická část se zasouvá do pracovního tubusu, který má navíc kanálky pro odsávání, insuflacii a instrumentárium. Flexibilní endoskop se liší od rigidního, přítomností flexibilního tubusu, který umožňuje vyšetření gastrointestinálního traktu a eliminuje riziko perforace a traumatizace. Videoendoskopy jsou přístroje využívající k přenosu obrazu speciální snímací elektronický prvek, tzv. CCD. V podstatě CCD prvek je mikrokamera. Speciální endoskopy jsou endoskopy určené k určitému vyšetření. Mají specifickou konstrukci. Mezi tyto endoskopy se řadí angioskop nebo sonoendoskop. (Dítě et al., 1996, s. 23 – 31)

Příprava a premedikace pacienta na vyšetření

Příprava pacienta před endoskopickým vyšetřením lze rozdělit na dvě části: psychologickou a farmakologickou přípravu. Psychologická příprava spočívá v podání informací pacientovi o průběhu vyšetření. Farmakologická příprava spočívá v užití lokálních anestetik, které jsou využívány ve formě sprejů nebo tablet, které pacient před vyšetřením cucá.

Premedikace je prováděna použitím preparátů z řady benzodiazepinů, např. diazepam a midazolam. Kontraindikacemi k podání těchto premedikačních preparátů je přecitlivělost na diazepiny. Další využívané léky jsou léky s hypnoanalgetickým účinkem a fenothiasiny. Pro ovlivnění činnosti gastrointestinálního traktu je podáván intravenózně Buscopan nebo Buscolysin. (Dítě et al., 1996, s. 49 – 51)

5.1 Enteroskopie

Při vyšetření je využíváno dvou typů enteroskopů, a to sonda-type a častěji používaný push-type. (Válek et al., 2003, s. 26) Enteroskop na bázi sondy má na konci instalován

balónek, který je po zavedení plynu do střevních kliček posouván do hlubších částí střeva. Nevýhodou tohoto typu je dlouhá doba vyšetření, která trvá i 24 hodin. (Dítě et al., 1996, s. 97) Enteroskopem typu push lze vyšetřit orálních 25% tenkého střeva. Výhodou push-type enteroskopu je finanční a časová nenáročnost (doba vyšetření se pohybuje od 20 do 45 minut), k vyšetření není potřeba celková anestezie, avšak nevýhodou je omezený rozsah vyšetření. (Hrdlička, 2011, s. 67; Válek et al., 2003, s. 26)

Indikacemi k enteroskopii jsou ložiskové postižení střeva, krvácení nejasné etiologie, stavy spojené s možnou změnou morfologie a funkce střevní sliznice, diagnostika nádorů před operacemi či při zjištěných abnormalitách s potřebou odebrání histologického vzorku. (Válek et al., 2003, s. 26; Dítě et al., 1996, s. 98)

Příprava pacienta před vyšetřením zahrnuje vysvětlení postupu vyšetření a poučení o nejméně dvanáctihodinovém lačnění.

Samotný postup vyšetření začíná v provedení lokální anestezie hrdla a poté je enteroskop zaváděn pod zrakovou kontrolou jícnem do žaludku a přes pylorický kanál do sestupné části duodena. Poté je zavedena po enteroskopu převlečná trubice a náustek, flexibilní konec trubice je zaveden do bulbu duodena. Tato trubice brání vzniku kličky v žaludku a usnadňuje další zavádění enteroskopu. (Válek et al., 2003, s. 26)

Dvojbalonová enteroskopie

Tato metoda umožňuje vyšetření větší části a případně celého tenkého střeva. Princip této metody tkví ve využití střídavé insuflace a desuflace dvou balonků, které jsou umístěny na distální části převlečné trubice a na endoskopu. Balonky jsou plněny vzduchem nezávisle na sobě za pomoci externí pumpy. Využívá se vyšetření z orálního i aborálního přístupu, avšak se nedoporučuje provádět vyšetření z obou přístupů ve stejný den. Na některých pracovištích je prováděna dvojbalonová enteroskopie pod skiaskopickou kontrolou. (Tachecí et al., 2008, s. 74 – 78)

5.2 Kapslová endoskopie

Systém kapslové endoskopie je složen z diagnostické kapsle, záznamového zařízení a počítačové pracovní stanice vybavené speciálním softwarem, který zpracovává a vyhodnocuje získaný záznam. (Tachecí et al., 2008, s. 15)

Kapsle má rozměry 11 x 26 mm a váží 3,8 g. Je složena z optické soustavy, zdroje světla, baterie a vysílače s anténou. V současné době se využívají kapsle PillCam SBTM,

PillCam SB2™ Given Imaging, EndoCapsule™ nebo Olympus. Tyto kapsle se liší použitým video čipem.

Datadekodér je záznamové zařízení. Je to systém 8 snímačů nalepených v průběhu vyšetření na břišní stěně pacienta. Tento systém je poté napojen k pracovní stanici, kde dojde ke stažení dat a rekonstrukci videozáznamu vyšetření. (Tachecí et al., 2008, s. 16 – 19)

Příprava pacienta před vyšetřením zahrnuje podepsaný informovaný souhlas, dvanáctihodinové lačnění a podání 80 mg Simethiconu 20 minut před zahájením vyšetření. Pacienti s rizikem pomalejší pasáže gastrointestinálním traktem jsou premedikováni 2 litry polyetylglykolu den před vyšetřením a 10 mg metoklopramidu v den vlastního vyšetření. (Tachecí et al., 2008, s. 245 – 246)

Před započítím vyšetření je nutné zapsat do počítače základní identifikační údaje pacienta a provede se iniciace datadekodéru. Senzory se připevňují na odmaštěnou kůži břicha. Senzory jsou spojené vodiči s datadekodérem, který je umístěn do pásu připevněného k tělu. Poté co je aktivována kapsle se provede kontrola vzájemné komunikace s datadekodérem. Pacient diagnostickou kapsli spolkne a zapije malým množstvím vody. Pacient při vyšetření může vykonávat běžné činnosti, avšak musí dbát zvýšené opatrnosti, aby nedošlo k odpojení kabelu senzorů. Během vyšetření nesmí podstoupit vyšetření magnetickou rezonancí a neměl by se zdržovat v okolí osoby vyšetřované stejnou metodou. Na konci vyšetření je zařízení odpojeno a dochází k vyhodnocení záznamu na pracovní stanici. (Tachecí et al., 2008, s. 24 – 27)

Indikacemi ke kapslové endoskopii jsou krvácení neznámé etiologie, celiakie, Crohnova choroba, nádory tenkého střeva, enteropatie nebo polypózy. Absolutními kontraindikacemi k tomuto vyšetření jsou perforace trávicí trubice, ileus a těhotenství. Relativními kontraindikacemi jsou stenóza nebo píštěl. (Tachecí et al., 2008, s. 32 – 33)

Machková uvádí využití kapslové endoskopie při studii biologické léčby při onemocnění Crohnovou chorobou. K vyšetření bylo využito diagnostické kapsle Mirocam®. Při studii byla hodnocena účinnost anti-TNF α terapie, která iniciuje navození slizničního hojení poškozeného úseku střeva. Kapslová endoskopie se v této studii prokázala jako velice efektivní v identifikaci hojení sliznice po medikamentózní léčbě. (Machková et al., 2013, s. 17 – 21)

5.3 Endoskopická retrográdní cholangiopankreatikografie – ERCP

Pacient s podezřením na onemocnění žlučových cest a pankreatu je indikován k vyšetření pomocí ERCP. Soubor příznaků jako jsou ikterus, tremor, bolest v epigastriu spojená s jídlem, průjmy, změna barvy moči a stolice, vedou k indikaci tohoto vyšetření. ERCP by mělo předcházet biochemické vyšetření a ultrazvuk břicha. (Dítě et al., 1996, s. 112)

Vyšetření je prováděno duodenoskopem s laterální optikou a bioptickým kanálkem o šířce 2 mm a 130 cm dlouhým pracovním tubusem. Videoskopy jsou využívány při kombinovaných terapeutických výkonech. (Dítě et al., 1996, s. 113 – 114)

Pacient, který přichází k vyšetření ERCP, by měl mít podepsaný informovaný souhlas a donést zprávu obsahující výsledky jaterních testů, ALP, amylázy a stav hemokoagulace. Vlastní vyšetření je zahájeno položením pacienta na rentgenový stůl. Pro snížení střevní peristaltiky je podáno intravenózně spasmolytikum a popřípadě je podána sedace, která je řešena u každého pacienta individuálně. Zavádění duodenoskopu je provedeno po lokální anestezii, kdy pacient leží na levém boku s levou rukou položenou za zády. Po zavedení endoskopu za první Kerkringovy řasy je třeba změnit polohu pacienta z boku na břicho. Pro eliminace zpěněného obsahu, který znesnadňuje nalezení Vaterské papily, je možné podat před vyšetřením perorálně nebo během vyšetření přímo do duodena dimethicon nebo zředěnou suspenzi espumisanu. Před radiologickou částí vyšetření je vhodné zasunout alespoň pár dílků do orificia papily. (Dítě et al., 1996, s. 114 – 117)

Pokud je kanyla zasunuta do určité hloubky může vyšetření pokračovat plněním cest kontrastní látkou. Poloha pacienta a endoskopu při snímkování musí být taková, aby nedocházelo k projikování náplně vývodů a stínu endoskopu. Snímkování pacienta je prováděna i po odstranění endoskopu, kdy se sleduje rychlost odplavení kontrastní látky. Žlučové cesty by měly evakuovat kontrastní látku během 15 až 20 minut, pankreatické vývody mají rychlost evakuace kratší. Snímkování je prováděno v poloze na břicho, ale z velké části bývá doplněno šikmými projekcemi. (Dítě et al., 117 – 118)

Komplikace, kterou mohou provázet ERCP, jsou perforace některé části trávicí trubice, krvácení, alergické reakce na lokální anestezii, spasmolytika nebo kontrastní látku. (Dítě et al., 1996, s. 121)

ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo přednesení souhrnu informací o zobrazovacích metodách tenkého střeva, existenci rozdílů zobrazování u dětských pacientů a dalších metodách vyšetřování tenkého střeva.

V první kapitole je popsáno tenké střevo z anatomického hlediska s popisem jednotlivých částí střeva.

Druhá kapitola je zaměřena na patologii tenkého střeva. Jsou zde popsány nejčastější onemocnění tenkého střeva.

V třetí kapitole se práce věnuje jednotlivým zobrazovacím metodám, kde je popsán princip metody, jednotlivá vyšetření a možné nálezy u vybraného onemocnění.

Dalším tématem je kapitola o zobrazovacích metodách v pediatrii. V této části práce jsou popsány jednotlivé zobrazovací metody využívané pro diagnostiku onemocnění tenkého střeva dětských pacientů.

V poslední kapitole jsou uvedeny další vyšetřovací metody, které zahrnují enteroskopii, kapslovou endoskopii a ERCP. U jednotlivých vyšetření je popsán princip, indikace a možné kontraindikace.

Význam zobrazovacích metod v diagnostice onemocnění tenkého střeva je nepochybný. Díky rozvoji těchto metod se stává zobrazování přesnějším a dokáže zachytit časná stádia nemoci. V dnešní době využívanými metodami jsou USG, prostý snímek břicha, enteroklýza, CT enterografie/enteroklýza, MR enterografie/enteroklýza. Poslední metoda spolu s USG jsou nejvíce využívanými metodami v pediatrii kvůli nulové radiační zátěži. Endoskopické metody procházejí také rozvojem a následným neustálým vylepšováním jednotlivých metod.

REFERENČNÍ SEZNAM

1. BAERT, Albert L. *Encyclopedia of Diagnostic imaging*. 2. vyd. London: Springer, 2008, 1965 s. ISBN 978-3-540-35278-5
2. BARTUŠEK, Daniel et al. Využití ultrazvuku v diagnostice onemocnění střev. *Česká a slovenská gastroenterologie a hepatologie* [online]. 2010, **64**(4), 18-24 [cit. 2015-11-05]. ISSN 1213-323x. Dostupné také z: http://www.csgh.info/dwnld/csgh_2010_4_18_24.pdf
3. ČIHÁK, Radomír. *Anatomie: celost. vysokošk. učebnice pro stud. lék. fakult ČSSR. Díl 2, Splanchnologia*. 1. vyd. Praha: Avicenum, 1988.
4. ČIHÁK, Radomír. *Anatomie 3*. 1. vyd. Praha: Grada, 1997, 655 s. ISBN 80-7169-140-2.
5. DÍTĚ, Petr a kol. *Základy digestivní endoskopie*. 1. vyd. Praha: Grada, 1996, 229 s. ISBN 80-7169-237-9.
6. GRIM, Miloš et al. *Základy anatomie 3. Trávicí, dýchací, močopohlavní a endokrinní systém*. 1. vyd. Praha: Galén, 2005, 163 s. ISBN 80-7262-111-4.
7. HEŘMAN, Miroslav a kol. *Základy radiologie*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého, 2014, 314 s. ISBN 978-80-244-2901-4.
8. HORÁK, Martin et al. Ileus tenkého střeva způsobený polknutou peckou. *Česká radiologie* [online]. 2008, **62**(4), 366-369 [cit. 2015-10-18]. ISSN 1210-7883. Dostupné také z: http://www.cesradiol.cz/dwnld/CesRad_0804_366_369.pdf
9. HORÁK, Martin, BEŇO, Pavel a PROKOPOVÁ, Petra. Ileus tenkého střeva způsobený fyto bezoárem zapříčným v Meckelově divertiklu. *Česká radiologie*. 2012, **66**(1), 45-48. ISSN: 1210-7883.
10. HOŘÁK, Jaromír a kol. *Pediatrická radiologie*. 1. vyd. Praha: Karolinum, 2012, 187 s. ISBN 978-80-246-2101-2.
11. HRDLIČKA, Luděk. Doporučený postup pro vyšetření tenkého střeva u pacientů s Crohnovou chorobou. *Gastroenterologie a hepatologie*. 2011, **65**(2), 65-69. ISSN 1804-7874. Dostupné také z: <http://www.csgh.info/cislo.php?cis=52>
12. CHMELOVÁ, Jana et al. *Základy ultrasonografie pro radiologické asistenty*. 1. vyd. Ostrava: Ostravská univerzita, 2006, 77 s. ISBN 80-7368-221-4.
13. CHUDÁČEK, Zdeněk. *Radiodiagnostika*. 1. vyd. Martin: Osvěta, 1993. 438 s. ISBN 80-217-0571-X

14. JAKUBCOVÁ, Radka et al. Maligní melanom tenkého střeva jako příčina subileozního stavu. *Česká radiologie*. 2010, **64**(1), 64-68. ISSN: 1210-7883.
15. MAČÁK, Jiří a MAČÁKOVÁ, Jana. *Patologie*. 1. vyd. Praha: Grada, 2004, 347 s. ISBN 80-247-0785-3.
16. MACHKOVÁ, Naděžda et al. Hodnocení slizničního hojení v průběhu biologické léčby Crohnovy choroby tenkého střeva pomocí kapslové endoskopie: prospektivní observační studie. *Gastroenterologie a hepatologie* [online]. 2013, **67**(1), 17-21 [cit. 2016-01-03]. ISSN 1213-323x. Dostupné také z: <http://www.prolekare.cz/cesko-slovenska-gastro-clanek/hodnoceni-sliznicniho-hojeni-v-prubehu-biologicke-lecby-crohnovy-choroby-tenkeho-streva-pomoci-kapslove-endoskopie-39963>
17. MECHL, Marek et al. *Protokoly MR zobrazování*. 1. vyd. Praha: Galén, 2014, 103 s. ISBN 978-80-7492-109-4.
18. NAŇKA, Ondřej, ELIŠKOVÁ, Miloslava a ELIŠKA, Oldřich. *Přehled anatomie*. 2. vyd. Praha: Galén, 2009, 416 s. ISBN 978-80-7262-612-0.
19. NEKULA, Josef a CHMELOVÁ, Jana. *Základy zobrazování magnetickou rezonancí*. 1. vyd. Ostrava: Ostravská univerzita v Ostravě, 2007, 67 s. ISBN 978-80-7368-335-1.
20. NEKULA, Josef et al. *Radiologie*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého, 2001, 205 s. ISBN 80-244-0259-9.
21. NEUWIRTH, Jiří a ELIÁŠ, Pavel. *Kompendium diagnostického zobrazování dětí, adolescentů, plodů a matek*. Praha: NEUW, 2014, 929 s. ISBN 978-80-903322-7-0.
22. OMANÍK, Pavol et al. Využitie zobrazovacích metód pri diagnostike intestinálnych malrotácií. *Česko-slovenská pediatrie* [online]. 2014, **69**(5), 267-273 [cit. 2015-12-15]. ISSN 0069-2328. Dostupné také z: <http://www.prolekare.cz/cesko-slovenska-pediatrie-clanek/vyuzitie-zobrazovacich-metod-pri-diagnostike-intestinalnych-malrotacii-50389>
23. PASEKA, Tomáš, JEDLIČKA, Václav a ŽÁK, Jan. Biliární ileus - diagnostická i terapeutická výzva. *Časopis lékařů českých* [online]. 2010, **149**(7), 340-343 [cit. 2016-01-03]. ISSN 0008-7335. Dostupné také z: <http://www.prolekare.cz/casopis-lekaru-ceskych-archiv-cisel?id=3299>
24. POVÝŠIL, Ctibor et al. *Speciální patologie*. 2. vyd. Praha: Galén, 2007, 430 s. ISBN 978-80-7262-494-2.
25. SEIDL, Zdeněk et al. *Radiologie pro studium i praxi*. 1. vyd. Praha: Grada, 2012, 368 s. ISBN 978-80-247-4108-6.

26. TACHECÍ, Ilja a kol. *Kapslová endoskopie*. 1. vyd. Hradec Králové: Nucleus HK, 2008, 259 s. ISBN 978-80-87009-45-1.
27. ULLMANN, Vojtěch. *Rentgenová diagnostika*. [online], [cit. 2015-11-20]. Dostupné z: <http://astronuklfyzika.cz/JadRadMetody.htm#2>
28. VÁLEK, Vlastimil a kol. *Moderní diagnostické metody. Díl 1, Kontrastní vyšetření trávicí trubice*. 1. vyd. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 1996, 76 s. ISBN 80-7013-215-9.
29. VÁLEK, Vlastimil a kol. *Tenké střevo: radiologická diagnostika patologických stavů*. 1. vyd. Brno: Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2003, 288 s. ISBN 80-7013-383-X.
30. VÁLEK, Vlastimil a ŽIŽKA, Jan. *Moderní diagnostické metody. III. díl, Magnetická rezonance*. 1. vyd. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 1996, 43 s. ISBN 80-7013-225-6.
31. VOMÁČKA, Jaroslav, NEKULA, Josef a KOZÁK, Jiří. *Zobrazovací metody pro radiologické asistenty*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého, 2012, 153 s. ISBN 978-80-244-3126-0.

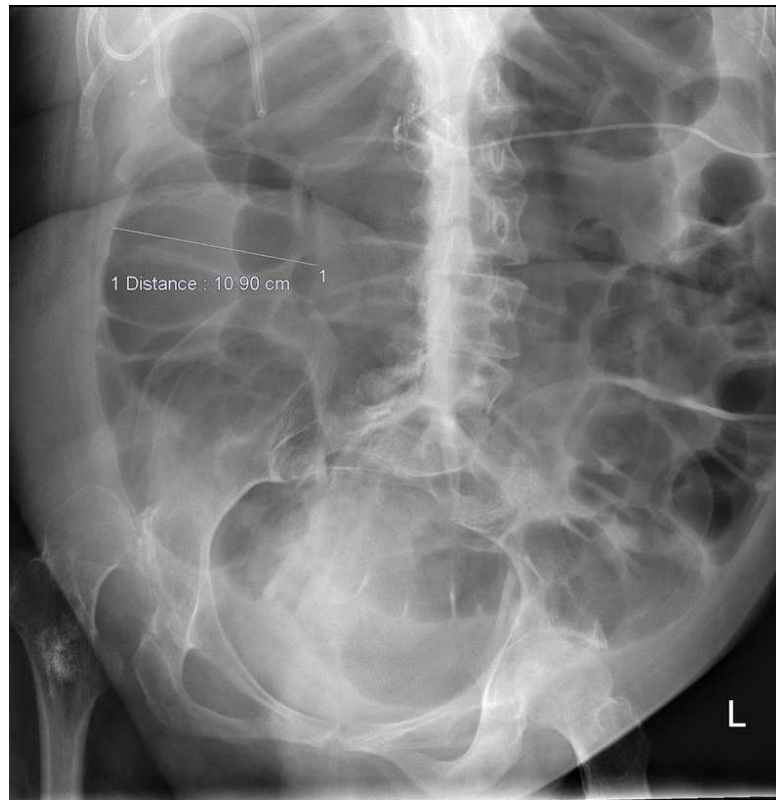
SEZNAM ZKRATEK

a.	arteria
aa.	arteriae
cm	centimetr
EKG	elektrokardiogram
g	gram
kHz	kiloherz
KL	kontrastní látka
kV	kilovolt
m	metr
mg	miligram
MHz	megaherz
ml	mililitr
ml/min	mililitr za minutu
ml/s	mililitr za sekundu
mm	milimetr
např.	například
tzv.	takzvaný
v.	vena

SEZNAM PŘÍLOH

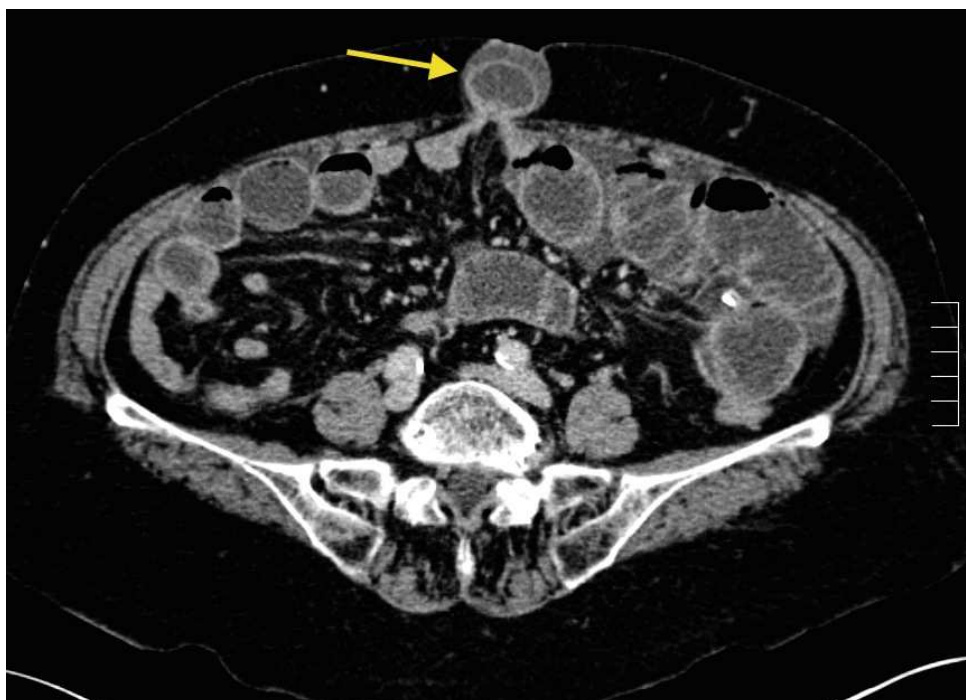
- Příloha 1 RTG obraz – paralytický ileus
- Příloha 2 CT obraz – obstrukce tenkého střeva způsobená hernií
- Příloha 3 USG obraz – obstrukce tenkého střeva
- Příloha 4 MR obraz – vícečetná postižení tenkého střeva Crohnovou chorobou u
dětského pacienta
- Příloha 5 Diagnostická kapsle

PŘÍLOHY



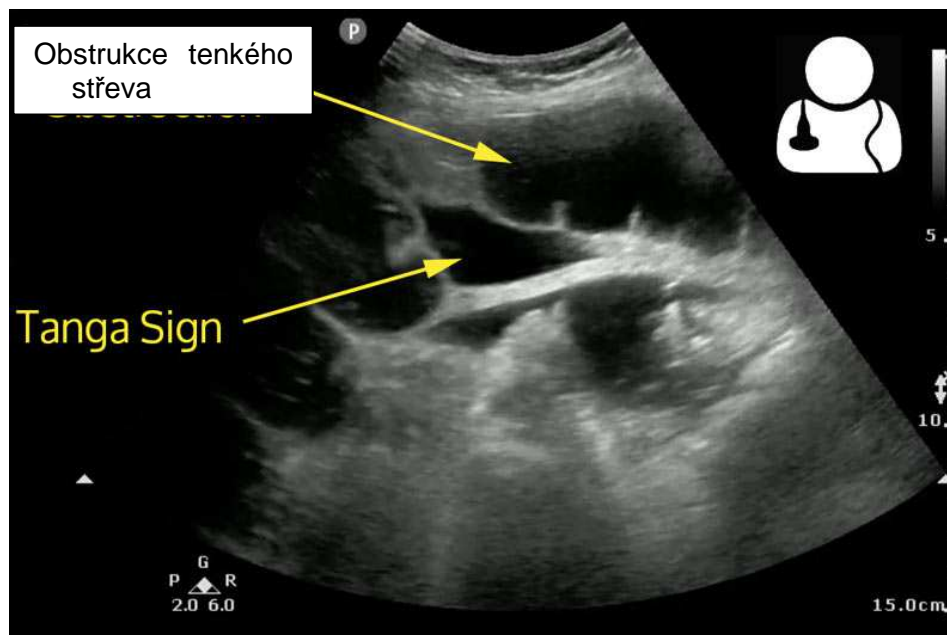
Příloha 1: RTG obraz – paralytický ileus

Zdroj: <http://www.svuhradiology.ie/case-study/paralytic-ileus/>



Příloha 2: CT obraz – obstrukce tenkého střeva způsobený hernií

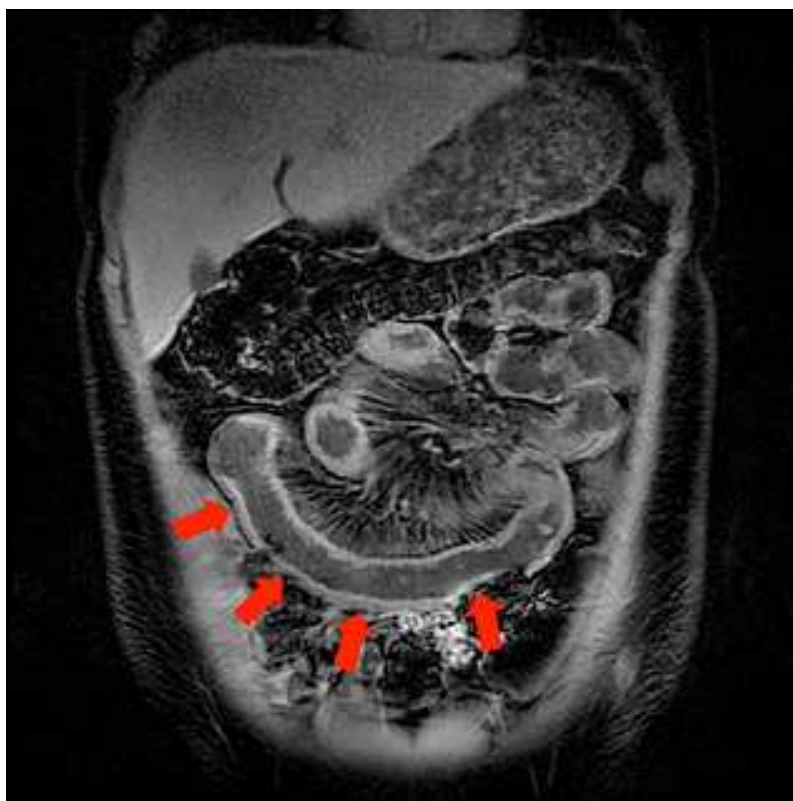
Zdroj: <http://www.svuhradiology.ie/case-study/small-bowel-obstruction-due-to-hernia/>



Příloha 3: USG snímek - Obstrukce tenkého střeva

Tanga sign reprezentuje volnou tekutinu mezi střevními kličkami

Zdroj: <http://www.ultrasoundoftheweek.com/uotw-20-answer/>



Příloha 4: MR obraz - Vícečetná postižení tenkého střeva Crohnovou chorobou u dětského pacienta

Zdroj: <https://radiology.ucsf.edu/blog/pediatric-radiology/mr-enterography-in-children-a-non-radiation-exam-of-the-smaller-bowel>



Příloha 5: Diagnostická kapsle

Zdroj: https://en.wikipedia.org/wiki/Capsule_endoscopy