

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH VĚD

Ústav radiologických metod

Jan Horký

Zobrazovací metody v diagnostice onemocnění trávicí trubice

Bakalářská práce

Vedoucí práce: MUDr. Jakub Čivrný

Olomouc 2022

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

Olomouc 30. dubna 2022

podpis

Tímto bych chtěl velice rád poděkovat MUDr. Jakobovi Čivrnému za všechny udělené cenné rady, které mi v průběhu tvorby práce poskytnul, za ochotu a vstřícnost během vedení mé práce.

ANOTACE

Typ závěrečné práce: Bakalářská práce

Téma práce: Zobrazovací metody v diagnostice onemocnění trávicí trubice

Název práce: Využití radiologických metod v diagnostice onemocnění tenkého a tlustého střeva

Název práce v AJ: Radiological imaging of diseases of the small and large intestine.

Datum zadání: 2021-11-24

Datum odevzdání: 2022-26-4

Vysoká škola, fakulta, ústav: Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta zdravotnických věd

Ústav radiologických metod

Autor práce: Horký Jan

Vedoucí práce: MUDr. Jakub Čivrný

Oponent práce: MUDr. Tomáš Klimas

Abstrakt v ČJ: Bakalářská přehledová práce charakterizuje častá onemocnění postihující tenké a tlusté střevo a následnou diagnostiku prostřednictvím radiologických přístrojů, které mohou obsluhovat radiologičtí asistenti. Začátek této práce je věnován samotné anatomii střev a jejich časté patologii. V hlavní části práce náleží jednotlivým typům radiodiagnostických přístrojů rozdělených do dvou kategorií podle druhu záření (ionizující a neionizující). U každého přístroje je popsán princip zobrazování, indikace k vyšetření a kontraindikace. Bakalářská práce byla vyhotovena z odborných knih a publikovaných článků v českém a anglickém jazyce, jejichž zdrojem byly internetové databáze EBSCO, Google Scholar, Medvik a PubMed.

Abstrakt v AJ: The bachelor review thesis characterizes common diseases affecting the small and large intestine and subsequent diagnostics by means of radiological devices that can be operated by radiological assistants. The beginning of this work is devoted to the anatomy of the intestines and their frequent pathology. The main part belongs to individual types of radiodiagnostic devices divided into two categories according to the type of radiation

(ionizing and non-ionizing). The principle of imaging, indications for examination and contraindications are described for each device. The bachelor thesis was prepared from professional books and published articles in Czech and English, the source of which were the internet databases EBSCO, Google Scholar, Medvik and PubMed.

Klíčová slova v ČJ: tenké a tlusté střevo, onemocnění, anatomie, CT, MR, RTG, skiaskopie, kontraindikace, radiologie

Klíčová slova v AJ: small and large bowell, disease, anatomy, CT, MR, X-Ray, fluoroscopy, contraindication, radiology

Rozsah: 39 stran / 0 příloh

Obsah

| | |
|--|----|
| Úvod | 8 |
| 1 Fyziologie tenkého střeva..... | 10 |
| 2 Časté onemocnění postihující tenké střevo | 11 |
| 2.1 Crohnova nemoc | 11 |
| 2.2 Celiakie | 11 |
| 2.3 Malabsorpční syndrom | 11 |
| 2.4 Nádory tenkého střeva | 11 |
| 2.4.1 Benigní nádory | 12 |
| 2.4.2 Maligní nádory | 12 |
| 3 Fyziologie tlustého střeva..... | 13 |
| 4 Časté onemocnění postihující tlusté střevo | 14 |
| 4.1 Ulcerózní kolitida | 14 |
| 4.2 Divertikulární onemocnění | 14 |
| 4.3 Ileus..... | 14 |
| 4.4 Nádory tlustého střeva | 15 |
| 4.4.1 Benigní nádory | 15 |
| 4.4.2 Maligní nádory | 15 |
| 5 Radiodiagnostické metody využívající ionizující záření k zobrazení střev | 16 |
| 5.1 Skiagrafické metody | 16 |
| 5.1.1 Prostý snímek břicha | 16 |
| 5.2 Skiaskopické metody | 18 |
| 5.2.1 Frakcionovaná pasáž..... | 18 |
| 5.2.2 Enteroklýza tenkého střeva..... | 19 |
| 5.2.3 Defekografie | 19 |
| 5.2.4 Irrigografie..... | 19 |
| 5.3 Počítačová tomografie | 21 |

| | | |
|-------|---|----|
| 5.3.1 | CT enterografie..... | 22 |
| 5.3.2 | CT enteroklýza | 23 |
| 5.3.3 | Virtuální CT kolonoskopie | 23 |
| 5.3.4 | Přínos CT vyšetření při krvácení do trávicí trubice..... | 24 |
| 5.3.5 | CT diagnostika akutních stavů | 26 |
| 6 | Radiodiagnostické metody využívající neionizující záření k zobrazení střev..... | 29 |
| 6.1 | Magnetická rezonance | 29 |
| 6.1.1 | MR enterografie..... | 30 |
| 6.1.2 | MR enteroklýza | 31 |
| 6.1.3 | MR staging karcinomu rekta | 32 |
| | Závěr..... | 34 |
| | Referenční seznam..... | 35 |
| | Seznam zkratk..... | 39 |

Úvod

Tenké a tlusté střevo tvoří poslední a nejdelší úsek gastrointestinálního traktu. Neznamená to však, že je jeho méněcennou součástí. Vliv a význam střev na celý lidský organismus je nepostradatelný. Mezi hlavní funkce tenkého střeva lze uvést enzymatické štěpení potravy a vstřebávání živin. Tlusté střevo je nezbytné z pohledu vstřebávání vody a elektrolytů a formování stolice. Nepostradatelnou součástí obou střev je střevní mikrobiom, který sehrává ve zdraví lidského organismu klíčovou roli. Bakterie vyskytující se v tenkém střevě se však od bakterií ve střevě tlustém z důvodu rozličných podmínek velmi liší.

V dnešní době se stále častěji objevují chronická imunitně podmíněná zánětlivá střevní onemocnění (z angl. inflammatory bowel disease neboli IBD), jejichž typickým příkladem je ulcerózní kolitida či Crohnova choroba. Mimo tato zánětlivá onemocnění trávicí trubice mají setrvale vysokou incidenci i nádorová onemocnění postihující častěji střevo tlusté – zejména kolorektální karcinom. V této souvislosti stojí za zmínku skutečnost, že Česká republika zaujímá v celosvětové incidenci přední příčky. Je proto nezbytné, aby veškerá onemocnění střev byla včas a přesně diagnostikována.

Tato bakalářská práce přináší čtenáři všeobecný přehled o vybraných střevních onemocněních a jejich diagnostice prostřednictvím zobrazovacích metod využívající ionizující a neionizující záření. Hlavní důraz byl kladen na radiodiagnostické přístroje, které mohou být obsluhovány radiologickými asistenty. Mezi tyto přístroje a metody se řadí konvenční RTG skiografie/skiaskopie, pokročilé techniky využívající počítačovou tomografii nebo magnetická rezonance, která na rozdíl od ostatních modalit nezatěžuje pacienta ionizujícím zářením.

Základní otázky, které byly kladeny pro tvorbu této bakalářské práce zní:

1. Jaké jsou časté onemocnění postihující tenké a tlusté střevo?
2. Mají tyto zobrazovací metody nějaké kontraindikace?
3. Jaké jsou základní principy zobrazování radiodiagnostických přístrojů uvedených v této práci?
4. Jaké typy radiodiagnostických přístrojů mohou obsluhovat radiologičtí asistenti?

Cíle, jež má tato bakalářská práce splnit na základě výše uvedených otázek:

1. Vypracování seznamu onemocnění, jež nejčastěji postihuje oblast tenkého a tlustého střeva
2. Předložit, jaké existují kontraindikace doprovázející daný diagnostický přístroj
3. Předložení dohledaných poznatků ohledně principu zobrazování daných přístrojů
4. Uvedení radiodiagnostických přístrojů, jež spadají do pracovní kompetence radiologických asistentů

Použitá vstupní literatura:

HEŘMAN, Miroslav, 2014. *Základy radiologie*. V Olomouci: Univerzita Palackého. ISBN 978-80-244-2901-4.

MALÍKOVÁ, Hana, 2019. *Základy radiologie a zobrazovacích metod*. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum. Učební texty Univerzity Karlovy. ISBN 978-80-246-4036-5.

SEIDL, Zdeněk, 2012. *Radiologie pro studium i praxi*. Praha: Grada Publishing, 368 s., iv s. obr. příl. ISBN 978-80-247-4108-6.

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

1 Fyziologie tenkého střeva

Intestinum tenue neboli tenké střevo, patří se svou délkou 3-5 m k nejdelšímu úseku gastrointestinálního traktu. Spojuje pylorus žaludku s tlustým střevem a skládá se ze tří segmentů. První částí je duodenum (dvanáctník). Odstupuje z pyloru a měří přibližně 25-28 cm. 2/5 z celkové délky tenkého střeva tvoří druhá část, jež nese název jejunum (lačník). Ileum (kyčelník) odpovídající délce 3/5 je poslední a zároveň nejdelší částí tenkého střeva (Naňka, [2019], s. 158-159).

Úloha tenkého střeva spočívá v konečném štěpení potravy a zpětnému vstřebávání živin, iontů a vody. Hydrogenkarbonátové ionty ve střevě neutralizují kyselý žaludeční obsah, a dále se zde potrava smísí se žlučí a pankreatickými enzymy. Enzymy slouží ke štěpení potravy, kterou již střevní sliznice dokáže vstřebat. Kartáčový lem, Kerckringovy řasy a střevní klky člení povrch střevní sliznice, přičemž dochází k několikanásobnému zvětšení vstřebávací plochy tenkého střeva (Navrátil, 2017, s. 217).

Hlavním tepenným zásobením tenkého střeva je arteria (dále jen a.) mesenterica superior, jež zásobuje všechny tři části tenkého střeva. Duodenum je mimo jiné zásobováno krví také z truncus coeliacus, ze kterého odstupuje a. gastroduodenalis větvící se na a. pancreaticoduodenalis superior anterior et posterior. Z a. mesenterica superior odstupuje a. pancreaticoduodenalis. Krev z duodena odvádí vena (dále jen v.) portae. Jejunum patří k nejsilněji prokrvené částí tenkého střeva, kdy z a. mesenterica superior odstupují aa. jejunales a dlouhé arteriolae rectae. Ileum je zásobováno z aa. ileales a krátkých arteriolae rectae. Krev z jejuna a ilea odtéká do v. mesenterica superior a dále do v. portae (Hudák, 2017, s. 188-190).

2 Časté onemocnění postihující tenké střevo

2.1 Crohnova nemoc

Crohnova choroba, která postihuje tenké i tlusté střevo, je chronicky projevující se zánětlivé onemocnění trávicího traktu, pro které je typické stadium recidivy a remise. Nemoc se projevuje segmentálním charakterem, kdy se střídají úseky zdravé a postižené sliznice. Vlivem onemocnění může docházet ke vzniku píštělí, abscesům nebo striktur. Léčebná strategie má za cíl předejít komplikacím a dlouhodobě udržovat pacienta ve stádiu remise (Torres, 2017, s. 1-2).

2.2 Celiakie

Patří mezi autoimunitní onemocnění tenkého střeva, které se tvoří adaptivní imunitní reakcí na stravu obsahující lepek. U citlivých jedinců, jež disponují poruchou nesnášenlivosti lepku, dochází jeho požitím k enteropatii s poškozením střevní sliznice a v důsledku toho k abnormální absorpci živin (Parzanese, 2017, s. 27-29).

Příznaky celiakie se projevují různorodě. U dětí se vyskytují průjemy, vzednutí břicha či malabsorpce. Kdežto u dospělých jsou často asymptomatické nebo se projevují mimo střevními příznaky jako například artritidy, poškození kůže, sterilita a vznik anemie (Navrátil, 2017, s. 220).

2.3 Malabsorpční syndrom

Vzniká v důsledku poškození funkcí tenkého střeva, což zapříčiní poruchu vstřebávání živin. Konečným důsledkem tohoto poškození je porucha příjmu lipidů (obzvláště triglyceridů), dále porucha příjmu aminokyselin a sacharidů (nesnášenlivost galaktózy a glukózy v dětském věku), minerálů a určitých druhů vitamínů (B12, B9). Rozlišujeme dva typy tohoto syndromu. Primární typ, jenž vzniká primárním poškozením epitelových buněk střevní sliznice a sekundární typ, kdy je poškození střevní sliznice zapříčiněno působením vnějších vlivů, mezi které řadíme například rozsáhlé operace, lékové alergie či požití chemikálie (Beseda, 2015, s. 1).

2.4 Nádory tenkého střeva

Ačkoliv představuje tenké střevo okolo 90% slizničního povrchu gastrointestinálního traktu, tvoří méně než 5% ze všech novotvarů vyskytujících se v celém trávicím ústrojí. U raného stádia tohoto onemocnění se uplatňuje resekce postižené oblasti či endoskopický zákrok (Barsouk, 2019, s. 1-5).

Výskyt tohoto onemocnění je tedy relativně vzácný, nicméně se nádory tenkého střeva mohou tvořit v různých částech střevní stěny analogicky jako v kterékoliv další části gastrointestinálního ústrojí (Navrátil, 2017, s. 220).

2.4.1 Benigní nádory

Mezi tyto nádory se řadí například adenomy, jež vychází ze střevního epitelu, dále leiomyomy vyrůstající ze svalové tkáně, angiomy, které se tvoří z cév a v neposlední řadě lipomy tvořící se z tukové tkáně (Navrátil, 2017, s. 220-221).

2.4.2 Maligní nádory

K nejčastějším druhům dle četnosti patří adenokarcinomy, karcinoidy a lymfomy. Lymfomy se mohou vyskytnout v celé sliznici tenkého střeva, jelikož vychází z lymfatických tkání (Navrátil, 2017, s. 220-221).

Nejčastějším místem vzniku adenokarcinomů je v duodenu. Adenokarcinom vzniká proliferací epiteliálních buněk ve sliznici tenkého střeva. Karcinoidy, které se řadí k neuroendokrinním tumorům, protože vznikají z neuroendokrinních buněk, se naopak tvoří nejčastěji v ileu (Barsouk, 2019, s. 5).

3 Fyziologie tlustého střeva

Intestinum crassum neboli tlusté střevo má délku zhruba 1,2 m až 1,5 m a šířku 4-8cm. Jeho začátek tvoří 10 cm caecum (slepé střevo), které se nachází v pravé jámě kyčelní. Součástí slepého střeva je také červovitý výběžek zvaný appendix vermiformis dlouhý asi 5-10 cm. V místě, kde ileum ústí do slepého střeva, začíná druhá část, kterou je colon ascendens (vzestupný tračník). Přiléhá k pravému zadnímu okraji břišní stěny a se svou délkou 16-20 cm podbíhá játra, kde prostřednictvím svého ohbí (flexura coli dextra) přechází v colon transversum (příčný tračník) dlouhý okolo 50 cm. Příčný tračník směřuje skrze břišní dutinu k druhému ohybu střeva (flexura coli sinistra) a v místě pod slezinou plynule přechází v colon descendens (sestupný tračník) dlouhý asi 20-30 cm. Naléhá na zadní stěnu břišní a v oblasti levé jámy kyčelní navazuje na colon sigmoideum (esovitý tračník) se svými ohyby ve tvaru písmene S napojuje k poslední části tlustého střeva, kterou je rectum (konečník) dlouhý přibližně 12-14 cm, jež končí řitním otvorem (Naňka, [2019], s. 159-161).

Funkce tlustého střeva spočívá ve zpětném vstřebávání elektrolytů a vody (zároveň slouží jako její rezervoár). Nadále je osídleno bakteriemi, které podporují imunitní systém těla a zároveň se podílí na metabolismu (Navrátil, 2017, s. 221).

Magistrálními tepnami zásobující tlusté střevo jsou a. mesenterica superior a a. mesenterica inferior. Z a. mesenterica superior vychází větve a. ileocolica prokrvující terminální ileum a caecum, a. colica dextra pro colon ascendens a a. colica media zásobující krví colon transversum v jeho pravé části. Z a. mesenterica inferior se krev dostává do levé části colon transversum a colon descendens větví a. colica sinistra a do colon sigmoideum skrze aa. sigmoideae (Hudák, 2017, s. 192). Konečník je prokrvován z horní části skrze a. rectalis superior, která odstupuje z a. mesenterica inferior a ze spodní části z a. iliaca interna větvící se na a. pudenda interna, ze které vychází a. rectalis media et inferior. Existují případy, kdy a. rectalis media odstupuje přímo z a. iliaca interna. Odtok žilní krve probíhá dle výše uvedených tepen vstupujících do v. portae, jež se tvoří soutokem v. mesenterica superior a v. lienalis, do které ústí v. mesenterica inferior (Čihák, 2002, s. 117-118).

4 Časté onemocnění postihující tlusté střevo

4.1 Ulcerózní kolitida

Jedná se o idiopatický střevní zánět postihující sliznici tlustého střeva v různém rozsahu. U proktitidy se zánět projevuje pouze v oblasti rekta. V případě, že je zánět prokazatelný v oblasti rekta po proximální sestupný tračník nese název levostranné kolitidy (nejčastější). Při postižení celého úseku tlustého střeva se jedná o extenzivní kolitidu. Nemoc se projevuje stádiem relapsu, kdy se zánět naplno projeví a stádiem remise, kdy je pacient asymptomatický. K projevům ulcerózní kolitidy patří průjem s příměsí krve nebo hlenu, bolestivost břicha nebo pocit nedostatečného a bolestného vyprazdňování při defekaci. Mezi hlavní rizika tohoto onemocnění řadíme vznik toxického megakolon, perforaci tlustého střeva, či vznik kolorektálního karcinomu, což vede neprodleně k chirurgickému zákroku (Gajendran, 2019, s. 1-14).

4.2 Divertikulární onemocnění

Divertikl je vakovitý výběžek, jenž tvoří střevní sliznice a submukóza. Tento výběžek se vyklene skrze svalovou vrstvu v místech oslabení, tedy při vstupu cév procházejících stěnou tlustého střeva. Rozlišujeme dva typy tohoto onemocnění. Divertikulóza se projevuje asymptomatickými divertikly, zatímco termín divertikulitida (postihující nejčastěji oblast sigmoidea) označuje zánětlivý proces, který může způsobit abscesy, perforaci střeva, tvorbu píštělů, striktury až střevní neprůchodnosti či vznik peritonitidy. K projevům divertikulitidy se řadí bolesti v levém dolním kvadrantu břicha, febrilie, průjem nebo zácpa (Solomon, 2018, s. 1635-1638).

4.3 Ileus

V případě tohoto onemocnění dochází k okluzi (neprůchodnosti) či paralýze střev, jež brání průchodu střevního obsahu, což zapříčiní jeho akumulaci nad místem uzávěru. Ileus lze dělit na dva základní typy – mechanický a funkční. Mechanický ileus, jenž postihuje častěji tenké střevo je obvykle zapříčiněn adhezemi neboli srůsty po předešlých operacích či kýlou. V případě postižení tlustého střeva je nejčastější příčinou nádor nebo divertikulární onemocnění. Mezi typické projevy tohoto onemocnění se řadí retence stolice, nevolnost, zvracení a křeče. Funkční neboli paralytický ileus na rozdíl od mechanického, kdy se ucpává lumen střeva a brání tak jeho neprůchodnosti, vzniká sníženou motilitou hladké svaloviny střev. Klinicky se projevuje bolestmi břicha, nevolností, průjmy či progresivní abdominální distenzí (Vilz, 2017, s. 508-514).

4.4 Nádory tlustého střeva

4.4.1 Benigní nádory

Hlavní představitele benigních nádorů tlustého střeva jsou adenomatózní polypy, leiomyomy či fibromy. Benigní adenom vzniká ze žláзовého epitelu a může se přeměnit v karcinom. Termín polyp označuje lézi, jež prominuje do lumen gastrointestinálního traktu. Polypy tudíž nejsou vždy tumorového charakteru, nýbrž i hyperplastického nebo zánětlivého. V případě, mnohočetného výskytů polypů hovoříme o polypóze. Léčba a diagnostika benigních nádorů spočívá především v endoskopii (Navrátil, 2017, s. 225-226).

4.4.2 Maligní nádory

Kolorektální karcinom se řadí jako 3. nejrozšířenější druh rakoviny na světě (ročně je indikováno okolo 1.8 miliónů nových případů) (Siskova, 2020, s. 1-2).

Nejčastější výskyt tohoto novotvaru je v oblasti rekta a sigmoidea. Jedná se zejména o adenokarcinom, jenž vyrůstá z epitelu střevní sliznice. Mezi časté projevy onemocnění patří například zácpa, krvácivé průjmy či nechutenství. K nejčastějším vyšetřovacím metodám využívaných v diagnostice tohoto onemocnění se řadí především endoskopie a CT vyšetření, kdy lékař pozoruje a zároveň popisuje nepravidelné zvětšení střevní stěny, asymetrický povrch a okraje či infiltraci tumoru do okolních struktur.

Dalším, ale méně častým nádorem, je také sarkom tračníku. Z pohledu histologie se obvykle jedná o fibrosarkomy a leiomyosarkomy, jenž se ve střevě vyznačují infiltrativním a exofytickým růstem (Heřman, 2014, s. 135-136).

5 Radiodiagnostické metody využívající ionizující záření k zobrazení střev

V diagnostice onemocnění gastrointestinálního traktu mají radiodiagnostické metody své důležité místo a zastoupení. I přes rychlý vývoj endoskopie se obě tyto metody vzájemně komplementují a zároveň si nekonkurují. Nedílnou součástí radiodiagnostických vyšetření je také aplikování kontrastních látek (dále jen KL), které slouží k zobrazení jinak nepostižitelných změn ve funkčnosti, dynamice či topografii vyšetřované oblasti (Heřman, 2014, s. 115-116).

KL lze dělit na pozitivní a negativní. Pozitivní mají za úkol zesílit absorpci RTG záření uvnitř těla pacienta. V praxi se používají baryové a jodové KL. Jako negativní, jež absorpci RTG záření zeslabují, se používají především plyny (vzduch, oxid uhličitý) nebo určité druhy roztoků (0,5 % metylcelulzá nebo 2,5% Manitol či Sorbitol). Baryové a negativní KL mají své velmi důležité zastoupení v diagnostice onemocnění gastrointestinálního traktu. Jodové KL, jež se používají především při angiografických a jiných CT vyšetřeních, mají také své nezastupitelné místo v případě vyšetření trávicí trubice (Vomáčka, 2015, s. 67-70).

5.1 Skiagrafické metody

Skiografie či radiografie je termín označující získávání planárních rentgenových (dále jen RTG) snímků zhotovených principy nepřímé či přímé digitalizace. Prostřednictvím pojízdných RTG přístrojů existuje také možnost provádět expozici u lůžka pacienta. (Malíková, 2019, s. 17) Nevýhodou tohoto vyšetření je získávání dvoudimenzionálních snímků jinak třídimenzionálních objektů, což ve výsledku zapříčiní sumaci anatomických struktur zkoumané oblasti (Seidl, 2012, s. 47).

5.1.1 Prostý snímek břicha

Absorpce rentgenového záření v orgánech zažívacího traktu je oproti okolním tkáňovým strukturám podobná, tudíž se z výsledného obrazu popisuje především jejich rozměr a kontury. Nicméně se v praxi využívá také pro správné určení polohy drénu k detekci cizích těles či zbytků kontrastní látky. Ačkoliv byla tato metoda nahrazena ultrasonografií a výpočetní tomografií, má stále své zastoupení v diagnostice náhlých příhod břišních (dále jen NPB) (Vomáčka, 2015, s. 88).

Z pohledů chirurgů patří v diagnóze NPB prostý snímek břicha k základní vyšetřovací metodě. Indikací k tomuto vyšetření je podezření na perforaci trávicí trubice, obstrukci střev, či rychle se rozvíjející střevní zánět. Pneumopertioneum je další z častých indikací

vyžadující použití této vyšetřovací modalidy. Tento stav značí volný vzduch v peritoneálním prostoru. Častými příčinami je prasklý vřed v oblasti gastroduodena a komplikovaná divertikulitida. Zobrazení tzv. hladinek neboli hydroaerického fenoménu ve střevě patří také k časté indikaci využívající klasickou skiagrafií. Vlivem střevní neprůchodnosti se hromadí množství plynů a tekutiny, což zapříčiní roztažení střevní stěny a tvorbu hladinek (Bartušek, 2020, s. 521-522).

Základní projekce

Snímek břicha se zpravidla provádí horizontálním paprskem. Jedinou výjimku představuje předozadní projekce na zádech vleže vertikálním paprskem. Na správně exponovaném výsledném snímku je nezbytné zachytit bránici společně s dolním plicním polem o šířce okolo 3 cm a kaudálním směrem dosáhnout ke sponě stydké.

Existují celkem tři projekce, jak lze exponovat prostý snímek břicha. Prvním je zadopřední (PA) projekce s polohou vestoje čelem k vertigrafu horizontálním paprskem. Při této projekci je důležité, aby břicho pacienta naléhalo co nejbližší k úložné desce a jeho ruce objímaly vertigraf. Horní okraj detektoru zasahuje nad bránici a centrální paprsek směřuje na střed těla asi 3 cm nad hranu kyčelní lopaty. Před expozicí je nutné pacienta vyzvat k nádechu. Druhou projekcí využívající horizontální paprsek je při snímkování pacienta v poloze vleže na levém boku neboli Rieglerova projekce. Při tomto snímku je vyšetřovaný položený na stole před stěnovou soupravu. Směr centrálního paprsku je horizontálně a kolmo ke středu detektoru, přibližně 9 cm nad vrchol hrany kyčle. Před expozicí je opět nutný nádech. Třetí a tudíž poslední projekcí je předozadní snímek (AP) vertikálním paprskem. Vyšetřovaný leží na zádech v poloze nznak s podloženými koleny a hlavou. Dolní okraj detektoru je umístěn asi 3 cm pod vrchní okraj spony stydké. Centrální paprsek vede vertikálním směrem zhruba v prostoru na spojnici hran kyčelních lopat (Seidl, 2012, s. 148).

Kontraindikace

RTG vyšetření se v diagnostice uplatňuje mnohdy jako metoda první volby, nicméně relativní kontraindikací, jež doprovází veškerá vyšetření využívající ionizující záření, je gravidita.

5.2 Skiaskopické metody

Skiaskopie neboli fluoroskopie je radiodiagnostická metoda zobrazující nejen anatomické struktury uvnitř těla pacienta, ale také dokáže snímat velmi důležité pohyby samotných orgánů v reálném čase (Seeram, 2019, s. 95-96). V případě patologického nálezu se však exponuje klasický RTG snímek (Heřman, 2014, s. 16). Nedílnou součástí této vyšetřovací modalitty je podání KL buď nitrožilně, nebo per os a sledování jejího průběhu uvnitř orgánů a cév (Seeram, 2019, s. 95-96).

V současné skiaskopii se využívá souvislý RTG paprsek pronikající skrze vyšetřující oblast a dopadající na skiaskopický štít, jenž je zároveň spojený se zesilovačem obrazu. Tento štít má v sobě obsaženou luminiscenční látku, která dokáže přeměnit dopadající RTG záření na viditelné světlo (Heřman, 2014, s. 15-16).

Zesilovač obrazu je propojený s videokamerou, která převede obraz z výstupní obrazovky zesilovače na video signál. Získaný signál se poté odešle na televizní monitor, kde se snímky zobrazí s frekvencí minimálně 30 fps (snímky za sekundu) zajišťující efekt pohybu zájmové oblasti (Seeram, 2019, s. 95-96).

Výhoda této metody slouží k vyšetření dynamických jevů, jako například pasáž tenkého střeva nebo zobrazení polykacího aktu. Dále se tato modalita používá při kontrole drénů, biopsií či kardiologických výkonech (Malíková, 2019, s. 17-18).

5.2.1 Frakcionovaná pasáž

Patří k jedné z modalit skiaskopických vyšetření tenkého střeva. Jedná se o monokontrastní vyšetření, kdy si pacient, jež přichází lačný, v určitých intervalech a po doušcích popíjí 300-500 ml kontrastní baryové suspenze. Dodržením frakcionovaného popíjení se zajistí dosažení plynulé pasáže KL pylorickým kanálem. Účel tohoto vyšetření spočívá v dokonalém naplnění kliček tenkého střeva (Heřman, 2014, s. 116).

V případě podezření na perforaci či obstrukci trávicího traktu je podání baryové KL kontraindikováno. Únik KL mimo lumen trávicí trubice může způsobit závažnou baryovou peritonitidu. Řešením tohoto problému je záměna baryové suspenze za jodovou KL rozpustnou ve vodě. Indikace k této vyšetřovací metodě jsou akutní nebo chronické poruchy průchodnosti trávicí trubice a předoperační vyšetření u některých chirurgických výkonů (Seidl, 2012, s. 154).

5.2.2 Enteroklýza tenkého střeva

Jedná se o druhou modalitu využívající skiaskopických metod k vyšetření tenkého střeva. Pacient přichází lačný. Od půlnoci má rovněž zakázáno kouřit a pít tekutiny (Seidl, 2012, s. 155). Enteroklýza se provádí technikou dvojkontrastního vyšetření, kdy se prostřednictvím nazojejunální sondy aplikuje rovnou do kliček tenkého střeva zprvu baryová suspenze o celkovém objemu 150-300 ml následovaná přibližně 1500-2000 ml negativní KL (většinou 0,5% roztok metylcelulózy). Princip spočívá v tom, že baryová suspenze je vytlačována negativní KL dál do trávicí trubice a během svého posunu zanechává na stěně kliček tenkou vrstvu obsahující KL. Celý proces probíhá pod skiaskopickou kontrolou a v potřebný moment se zhotoví RTG snímek (Heřman, 2014, s. 116-117).

Mezi hlavní indikace se řadí poruchy průchodnosti, malabsorpční syndrom, zánětlivé onemocnění (Crohnova choroba) či podezření na nádorové onemocnění. V dnešní době však tento typ vyšetření zcela nahradila MR a CT enterografie (Seidl, 2012, s. 155).

5.2.3 Defekografie

Termínem defekografie se označuje dynamické RTG vyšetření tlustého střeva zobrazující proces vyprazdňování neboli defekaci a v případě nálezu detekci patologických stavů s použitím baryové KL. Lékař během vyšetření posuzuje, zda nedochází k defektům koordinace anorektální svaloviny neboli dysfunkci anorekta (Heřman, 2014, s. 117).

Před samotným vyšetřením je nezbytné vyprázdnit střevní obsah pacienta. Děje se tak prostřednictvím rektálních čípků. Po vyprázdnění si vyšetřovaný vypije 400 ml naředěné baryové suspenze, čímž se naplní tenké kličky, a položí se na levý bok vyšetřovacího stolu. V této poloze zavádí lékař per rektum rourku, kterou je podávána baryová KL o podobné hustotě, jež má stolice vyšetřovaného (Vomáčka, 2015, s. 92). Poté se skiaskopická sklopná stěna přenastaví na polohu snímkování vsedě a pacient se přesune na defekační křeslo. Při samotné defekaci pacienta, pořizuje lékař sady bočních dynamických a statických snímků ve fázi před, během a po procesu vyprázdnění (Seidl, 2012, s. 158).

Vyšetření se indikuje u problémového vyprazdňování, bolestivé defekaci, prolapsu rekta nebo při samovolném odchodu stolice (Vomáčka, 2015, s. 92).

5.2.4 Irrigografie

Irrigografie se řadí k další metodě využívající skiaskopické vyšetření k zobrazení celého průběhu tračníku prostřednictvím retrográdního podávání baryové KL per rektum skrze rektální rourku, na které je nanesena vrstva mezokainu. Velký důraz se klade na samotnou

přípravu pacienta (Seidl, 2012, s. 156-157), kdy dva až tři dny před zákrokem, vyšetřovaný konzumuje pouze kašovitou stravu. Dále je nezbytné docílit úplného vyprázdnění střevního obsahu. Děje se tak pomocí hypertonického roztoku (nejčastěji fortrans), jež je podáván den před vyšetřením (Vomáčka, 2015, s. 90), v celkovém množství 3-4 litru popíjených sekvenčně mezi 16. a 20. hodinou. Po dopití roztoku, až do doby zákroku nesmí pacient konzumovat žádné jídlo (Seidl, 2012, s. 156-157).

Vyšetření lze provést za použití monokontrastního nebo dvojkontrastního zobrazení. Monokontrastní irrigografie, spočívá v podání maximálně 1,5 l naředěné baryové KL, která postupně naplňuje celý tračník vyšetřovaného. Na snímcích se zachycuje průběh KL tračnickem. Jakmile se kontrastní látka dostane k céku a do oblasti terminálního ilea, je pacient vyzván k defekaci na toaletě. Po vyprázdnění se pořizují snímky morfologické naplně tračnicku (Vomáčka, 2015, s. 91). Indikuje se v případě podezření na střevní neprůchodnost nebo u nespolupracujících pacientů (Seidl, 2012, s. 157).

Při vyšetření dvojitým kontrastem se pacient nejprve premedikuje Buscopanem v množství 2 ml intravenózně (Vomáčka, 2015, s. 91). Následně si pacient ulehne na bok (Seidl, 2012, s. 157) a skrze rektální rourku podává lékař nejdříve baryovou KL o celkovém objemu 500 ml (Vomáčka, 2015, s. 91). Poté lékař skrze balóněk insufluje negativní KL, v tomto případě vzduch, která roztahuje stěnu tračnicku a současně vytlačuje pozitivní KL orálním směrem. Baryová suspenze během svého posunu střevem zanechává na jeho stěnách tenký film. V momentě, kdy se negativní KL dostane do oblasti terminálního ilea a Bauhinské chlopně (oddělující cékum od terminálního ilea) je přísun vzduchu zastaven (Seidl, 2012, s. 157). Aby došlo k co nejlepšímu rozložení KL ve všech částech tračnicku, musí se pacient během insuflace vzduchu otáčet kolem své vlastní osy (Vomáčka, 2015, s. 91). Dynamickými snímky se pozoruje průběh plnění pozitivní a negativní KL střevem a v okamžiku, kdy se část tračnicku vyobrazí ve dvojitým kontrastu, provádí lékař snímky statické (Heřman, 2014, s. 117).

Tato vyšetřovací modalita se aplikuje v případě, kdy dochází k poruchám defekace pacienta, přítomnosti krve ve stolici, bolestem v oblasti břicha nebo také u pooperačních komplikací s podezřením na stenózu. Vyšetření nelze provést v případě, že pacient je po rektoskopickém výkonu, kdy se mnohdy provádí biopsie střevní sliznice, která může zapříčinit následné protržení stěny tlustého střeva během jeho plnění KL v místě odebrání vzorku s následným únikem baryové suspenze mimo střevo (Seidl, 2012, s. 156).

Kontraindikace

Obdobná jako v případě skiagrafičeských metod, ale navíc zde patří formy akutního zánětu, jako například divertikulitida, kde hrozí riziko perforace (Heřman, 2014, s. 117).

5.3 Počítačová tomografie

Nástupem počítačové tomografie (z angl. computed tomography dále jen CT) do radiologické praxe způsobil v tomto oboru značnou revoluci. První zkonstruovaný CT přístroj byl skener sloužící k zobrazení anatomických struktur mozku (rok 1971 ve Velké Británii). Vyšetření trvalo několik desítek minut (Lell, 2015, s. 629-631). V dnešní době trvá celotělové CT vyšetření několik desítek vteřin (Seidl, 2012, s. 45). Každý CT přístroj tvoří dva základní komponenty, posuvný stůl, jež slouží pro uložení pacienta a gantry, neboli „prstenec“, do kterého vyšetřovací stůl zajíždí. V gantry je dále umístěna rentgenka, sloužící jako zdroj RTG záření a systém tenkých detektorů (řádově desítky až stovky) (Malíková, 2019, s. 22-23).

V dnešní době se používá nejčastěji systém multidetektorového CT (MDCT) třetí generace, jež je založen na principu kontinuální rotace rentgenky společně s více řadami detektorů umístěných vedle sebe, tento způsob nese název spirální či helikální CT. Díky tomuto systému vznikne během jedné rotace náběr dat ve více tomografičeských řezech za kratší dobu. Výsledkem jsou pak trojrozměrné 3D objemové obrazy lidského těla. Princip této metody spočívá v absorpci rentgenových paprsků, které jsou po průchodu tělem pacienta zeslabeny a následně přijímány detektory. Získaná data se skrze příslušné algoritmy zpracují za účelem definování každého CT řezu. Vzniklý 3D obraz je poté rozdělen do matice voxelů. Každý voxel má rozměr X a Y a přesně odpovídá pixelům definovaných v rovině obrazu. Směr Z je přiřazen k rozměru voxelu a značí tloušťku řezu. Matematicky se poté vypočítá CT číslo. Tento výpočet je založen na absorpci rentgenového záření ve tkáni uvnitř voxelu. CT číslo se udává v hounsfieldových jednotkách (HU) v rozmezí od -1000 (vzduch) do +3096 (materiál s vysokým protonovým číslem). Každé CT číslo je přiřazeno k určitému pixelu a určuje tak jeho stupeň šedi (Mazonakis, 2016, s. 5-18).

Spektrum využití této vyšetřovací metody je značně rozsáhlé. Využívá se například k detekci krvácení, celoorganovému perfúznímu zobrazení, vyšetření srdce a polytraumat či speciálním vyšetřením jako je například CT virtuální kolonoskopie. Vývojem technologií se také zmenšovala radiační zátěž pacienta, nýbrž i tak je to jedna z relativních kontraindikací CT vyšetření (Lell, 2015, s. 629-631). Přestože CT vyšetření v současné době dokáže

prostřednictvím postprocessingových metod, jako je například virtuální kolonoskopie, rozpoznat patologický proces slizničního povrchu střeva, spočívá jeho klíčový přínos v diagnostice onemocnění trávicí trubice na přímém zobrazení střevní stěny v její celé šířce a okolních struktur a k zobrazení spojitostí mezi tkáněmi a orgány (Heřman, 2014, s. 118).

Základním prvkem před každým CT vyšetřením je provedení dvoudimenzionálních plánovacích RTG snímků, jež nese označení jako tzv. topogram či scout. Tyto orientační snímky slouží k určení rozsahu a vytýčení vyšetřované oblasti před samotným CT skenováním (Yin, 2015, s. 2730-2731). Vyjímaje akutních stavů je před CT vyšetřením trávicí trubice nutná příprava pacienta v podobě perorálního podání zředěné KL nebo vody, která má za cíl optimální distenzi celého průběhu střev. Tento proces jinak zvaný opacifikace zajistí dostatečné naplnění střevních kliček, které by bez pozitivní KL nešly rozpoznat od patologických procesů ve zkoumané oblasti břišní dutiny, kterými jsou například záněty, nádorové onemocnění nebo zvětšení lymfatických uzlin. CT vyšetření gastrointestinálního traktu především však v oblasti břicha bývá nejčastěji indikováno v případě podezření na tumor a jeho následnou infiltraci do okolních tkání, krvácení či různá zánětlivá onemocnění. Vlivem modernizace v tomto radiologickém oboru vznikly nové metody, které umožňují vyšetřit část gastrointestinálního traktu jako celek prostřednictvím postprocessingových úprav, které nabízí pouze MDCT přístroje. Mezi tyto metody se řadí například CT enterografie či CT enteroklýza uplatňující se v diagnostice onemocnění tenkého střeva nebo vyšetření tračníku, již výše zmiňovanou CT kolonoskopií (Heřman, 2014, s. 119-120).

5.3.1 CT enterografie

Na rozdíl od předešlých konvenčních metod nabízí tato modalita v mnoha ohledech lepší zobrazení tenkého střeva v celém jeho průběhu. Mimo jiná onemocnění, jež postihují tenké střevo, je jedna z hlavních indikací k tomuto vyšetření také posouzení rozsahu a závažnosti Crohnovy choroby. Často se používá také jako doplňková metoda pro MR enterografii. Výhoda tohoto vyšetření spočívá v přesném a účinném zobrazení patologických procesů, jež vychází ze stěny tenkého střeva nebo okolních orgánových struktur.

Nedílnou součástí vyšetření je samotná příprava pacienta, kdy se klade důraz na to, aby pacient minimálně 4 hodiny před výkonem lačnil. Strava, jež by zůstala ve střevě, se může zaměnit za patologický nález, a tudíž ztížit či znehodnotit celé vyšetření. Asi 45-60 minut před zahájením samotného vyšetření se pacientovi podá pozitivní perorální KL o celkovém množství 1500-2000 ml (zpravidla 2,5% manitol), kterou si pacient popíjí po malých doušcích. Cíl jejího podání spočívá v naplnění všech částí tenkého střeva,

maximalizaci výsledného kontrastu mezi lumen a stěnou tenkého střeva a v poslední řadě napomáhá při hodnocení velikosti zesílení střevní stěny, čímž zaručí přesnou detekci a charakterizaci abnormalit. Jakmile se pacient položí na vyšetřovací stůl, je mu podáno 20 mg Buscopanu intravenózně, aby došlo ke snížení peristaltiky střev a dokonalejšímu zobrazení tenkého střeva. Poté co se provede topogram a zaznačí se vyšetřovaná oblast. Poté se aplikuje vyšetřovanému 80 ml KL intravenózně a provádí se samotné skenování (Ilangovan, 2012, s. 876-884).

5.3.2 CT enteroklýza

Tato metoda se od výše uvedené CT enterografie takřka neliší. Jediný rozdíl spočívá v metodě podání KL. V případě enterografie se KL podává v podobě naředěného roztoku, který si pacient popíjí před samotným vyšetřením. V případě enteroklýzy se však KL podává skrze nazojejunální sondu, jež se zavádí do duodenojejunálního přechodu pacienta pod kontrolou skiaskopie. Během zavádění se aplikuje zhruba polovina z celkového množství KL, ta druhá na vyšetřovacím stole před samotným CT vyšetřením. Objem podané KL odpovídá objemu při enterografii. Obě tato vyšetření umožňují v rámci postprocessingových metod získat nezbytně hodnotné snímky vyšetřované oblasti ve všech rovinách a potřebných vrstvách, která slouží ke stanovení výsledné diagnózy (Vomáčka, 2015, s. 90).

5.3.3 Virtuální CT kolonoskopie

CT kolonografie neboli virtuální kolonoskopie, se objevila jako alternativní metoda optické kolonoskopie. V dnešní době se však řadí k nejlepší radiodiagnostické metodě v diagnostice kolorektálního karcinomu (Patel, 2016, s. 315-320). V případě, že pacient nemůže podstoupit primární kolonoskopické vyšetření, ať už například z důvodu obstrukce či střevních srůstů, pak je CT virtuální kolonoskopie nejvhodnější náhradou. Jedna z výhod při zobrazování pomocí CT je, že v ten samý moment, kdy probíhá akvizice CT dat, vznikají snímky, díky kterým se následně hodnotí, zda dochází k invazi do okolních tkání, postižení spádových lymfatických uzlin nebo eventuální metastázy v játrech (Vomáčka, 2015, s. 91).

Další výhodou této metody spočívá v nenáročnosti na lékařský personál ze strany anesteziologie. Někteří pacienti vyžadují aplikaci analgetik či úplnou anestezii, při které může dojít k rozvoji kardiopulmonálních obtíží. Pozitivním přínosem je také menší pravděpodobnost, že dojde k perforaci stěny tlustého střeva. Riziko vzniku perforace se rapidně snížilo díky používání automatických insuflátorů oxidu uhličitého (dále jen CO₂), jež nahradily ty manuální. Po dokončeném vyšetření se může vyšetřovaný vrátit zpět do každodenního režimu bez jakéhokoliv omezení (Patel, 2016, s. 315-320).

Při přípravě pacienta před CT kolonografií se klade velký důraz na to, aby bylo střevo zbaveno co nejdůkladněji jeho vnitřního obsahu, jelikož se zbytky stolice mohou zaměnit za polypy, dochází tak k znehodnocení vyšetření. V dnešní době se však zdokonaluje programové vybavení, jež tento problém eliminuje. Pacient dodržuje totožnou přípravu, jako při vyšetření před irigoskopií (Vomáčka, 2015, s. 91). Avšak kromě samotného vyprázdnění, je zapotřebí také značení stolice a tekutin, děje se tak prostřednictvím jodové KL rozpuštěné ve vodě nebo zředěného baryové KL, kterou pacient popíjí v rámci jeho přípravy. Tato technika zlepšuje rozeznání střevních polypů, na základě inherentních CT hustot, od reziduální endoluminální tekutiny či stolice. Pro dokonalé zobrazení celého průběhu tlustého střeva je důležité navodit střevní hypotonii, tudíž se vyšetřovanému aplikuje intravenózně 1-2 ml Buscopanu. Poté si vyšetřovaný ulehne na břicho, kde mu lékař s pomocí radiologického asistenta zavede rektální katetr zakončený balónkem. Skrze tento katetr se insufluje asi 2l CO₂, než dojde k adekvátní distenzi celého průběhu tlustého střeva. Naplnění střeva plynem si řídí automatickým insuflátorem, jež rozpozná a upravuje objem podaného CO₂ a intraluminální tlak (Patel, 2016, s. 315-320).

Poté, co CO₂ adekvátně naplní celý průběh tračníku, dochází k intravenózní aplikaci jodové KL okolo 80 ml. Během vyšetření je nutná mobilizace pacienta, kdy se otáčí z polohy vleže na břicho do polohy nznak. Výsledné CT snímky jsou poté zpracovány ve speciálním softwarovém programu neboli postprocessingovou rekonstrukcí s konečným 3D zobrazením celého průběhu tlustého střeva (Vomáčka, 2015, s. 91).

5.3.4 Přínos CT vyšetření při krvácení do trávicí trubice

Akutní gastrointestinální krvácení vyžaduje rychlý diagnostický a okamžitý léčebný zákrok. Krvácení, se může vyskytnout prakticky v jakékoliv části trávicí trubice. K vyšetření akutního krvácení v dolní části gastrointestinálního traktu se používají metody jako CT angiografie, která dokáže přesně definovat zdroj akutního krvácení, či vícefázová CT enterografie, jež dokáže zobrazit suspektní krvácení v oblasti tenkého střeva. V naléhavých případech tedy dokáže CT vyšetření lékaři poskytnout nezbytně nutné informace o přítomnosti, místě vzniku a příčinu aktivního krvácení. Obecně lze rozdělit krvácení do dolní a horní části GIT, jehož rozhraní je v místě Treitzova vazy. Dále se rozlišuje, zda se jedná o krvácení, které je viditelné či nikoliv. Mezi zjevné neboli viditelné případy krvácení z trávicí trubice se řadí hematemese, hematochezie či meléna. Krvácení, jež nelze spatřit pouhým okem, se nazývá okultní.

Využití CT u akutně krvácejících pacientů má obrovský přínos díky své rychlosti, široké dostupnosti a schopnosti komplexního vyšetření, přičemž diagnostikuje či naopak vyvrátí široké spektrum onemocnění u pacientů s komplikovanou nebo nespecifickou klinickou anamnézou. Při krvácení do trávicí trubice dokáže CT dokonale rozpoznat místo vzniku krvácení a také cévní zásobení postižené oblasti. Výsledný obraz, detekovaný CT vyšetřením, je základním stavebním prvkem ke stanovení dalšího postupu léčby. Výhodou této metody je také zobrazení či identifikace vedlejších nálezů vyšetřované oblasti jako například intraluminální krvácení do tenkého střeva či hypoperfúze při střevní ischemii nebo infarktu.

Vícefázová CT enterografie se provádí zejména u hemodynamicky stabilních pacientů, kteří mají negativní endoskopické výsledky, podezření na okultní krvácení do tenkého střeva nebo nejasný zdroj krvácení a jsou schopni tolerovat podání perorální negativní KL. Výhoda této metody spočívá v lepším zobrazení střevní stěny a intraluminálního obsahu. Naproti tomu CT angiografie, jež dokáže zobrazit arteriální i venózní zdroje krvácení, patří k metodě první volby při urgentním vyšetření na akutní krvácení do oblasti GIT nebo po neúspěšném endoskopickém zákroku. Výhodou CT angiografie je bezpochyby její rychlost a diagnostická výtěžnost. Vyšetření se provádí bez perorálního podání negativní KL. Naopak nepostradatelnou součástí tohoto vyšetření je intravenózní podání jodové KL, která se používá při zobrazení arteriální a venózní fáze (Wells, 2018, s. 1089-1099).

Intraluminální krvácení

Při nativním CT vyšetření se tento typ zobrazí jako tekutina s vyšší denzitou (okolo 70 HU) uvnitř lumen střeva. Typickým příznakem intraluminálního krvácení je po následné aplikaci KL její únik do střevního obsahu. Proto bývá indikováno také dvoufázové vyšetření, které jednoznačně prokáže únik koncentrované KL v místě patologie. CT dokáže odhalit příčiny krvácení do tenkého a tlustého střeva, jež vznikají z nádorových onemocnění, angiodyplazie a střevní ischemie především tlustého střeva. (Ferda, 2006, s. 142)

Intramurální krvácení

Hlavní příčinou vzniku tohoto krvácení je při poruchách srážlivosti krve, obzvláště v případě farmakologického předávkování léky, jež tlumí účinky krevní koagulace. Při nadměrném přísunu těchto medikamentů dochází k ztluštění střevní stěny, kde dochází k navýšení tlaku a vzniku sekundárních ischemických změnám.

Na výsledných CT obrazech pak můžeme pozorovat nálezy jako je vymizelá stratifikace střeva v oblasti hematomu nebo edematózní části střev nacházející se v blízkosti hematomu. (Ferda, 2006, s. 142)

5.3.5 CT diagnostika akutních stavů

Ileus

Mechanický ileus se na CT snímcích zobrazuje totožným nálezem jako u ostatních případů střevní neprůchodnosti, kdy se v místě za překážkou, jež brání průchodu střevního obsahu, tvoří kolaps uvnitř lumen střeva. Hlavním diagnostickým příznakem střevní obstrukce je tzv. přechodová zóna, jež označuje oblast, kde dochází ke změně velikosti šíře průsvitu střevní sliznice (Ferda, 2006, s. 112). Vyšetření se provádí s perorálním podáním KL, jež zaručí z více než 90% pravděpodobností přesnou diagnózu. Vyšetření umožňuje posouzení stupně závažnosti ileu (kompletní či neúplný), jeho přesnou lokalizaci a příčinu vzniku s následnou detekcí případných komplikací jako je ischemie nebo perforace (Vilz, 2017, s. 510).

Při CT vyšetření paralytického ileu se na výsledných snímcích zobrazí charakteristické dilatované střevní kličky tenkého střeva společně s dilatovaným a přeplněným tlustým střechem. Dilatace střevních kliček může dosáhnout celkové šíře okolo 7 až 9 cm. V těchto kličkách se nachází větší množství tekutého i plynného obsahu. V některých případech dochází k nashromáždění volného plynu v oblasti za Kerckringovými řasami a vytvoří tak obrazec obdobný šňůře perel. Stěna střev je po podání KL fyziologicky naplněná, bez známek edému. Nedochozí k patologickému rozmístění střev a nekolabuje žádná z částí trávicí trubice (Ferda, 2006, s. 110).

Perforace střeva

Perforace ať už tenkého či tlustého střeva má mnoho příčin vzniku, obvykle se však jedná o pacienty, kteří trpí nevysvětlitelnou bolestí břicha. Perforace jakékoliv části trávicího traktu je velmi závažná, a tudíž je nezbytně nutná včasná diagnostika a určení místa této patologie. Z toho důvodu je metodou první volby MDCT vyšetření, jež se řadí k nejspolehlivější zobrazovací modalitě v diagnostice tohoto závažného stavu, nicméně i přes tuto skutečnost bývá přesná lokalizace postiženého místa mnohdy obtížná. Při podezření na perforaci střeva se ze získaných CT obrazů hodnotí volný obsah plynu, extraluminální únik podané KL a diskontinuita střevní stěny.

Mezi nepřímé CT známky při perforaci tlustého střeva, jež napomáhají k diagnóze, se řadí ztluštění či abnormální zesílení střešní stěny, prosáknutí perikolického tuku nebo hromadění střevního obsahu v blízkosti střeva. Mezi příčiny vzniku perforace tlustého střeva se řadí nádorové onemocnění, požití cizorodého tělesa, zánětlivé a infekční kolitidy či různé iatrogenní příčiny (Kothari, 2017, s. 2597-2608).

Při perforaci tenkého střeva se hodnotí, zda dochází k úniku volného plynu v supramezokolickém prostoru. Přítomnost plynu při perforaci však není vždy pravidlem. Perorální KL se zpravidla nepodává, její aplikací by mohlo dojít například k nežádoucím účinkům, prodloužení doby skenování nebo znehodnocení vyšetření. Další časté známky pozorované při perforaci tenkého střeva na CT jsou střešní pneumatóza, jež značí přítomnost vzduchových bublin ve střešní stěně nebo břišní abscesy, které mohou vznikat mimo jiné i po způsobeném traumatu či pooperačních bakteriemiích (Lo Re, 2016, s. 23-30).

Diverticulitis

Pojem divertikulóza tračnicku se používá v případě, kdy dochází k tvorbě divertiklů ve sliznici tlustého střeva. Na výsledném CT obrazu je lze spatřit jako „korálky“, jež jsou seřazeny podél střeva. Vnitřní prostor těchto vakovitých výběžků tvoří často plyn, ale můžou se zde vyskytnout i části stolice nebo zůstatek KL po předešlém podání. V případě, kdy pacient, jemuž je diagnostikováno divertikulární onemocnění, podstoupí vyšetření virtuální kolonoskopii, zobrazí se divertikly tlustého střeva v podobě „golfových jamek“.

Při zanícení divertiklů, vyvolá toto onemocnění akutní divertikulitidu, jež se projevuje otokem střešní stěny, symptomy NPB nebo neprůchodnosti tračnicku. V momentě, kdy dojde k protržení střešní stěny, hrozí vznik pneumoperitonea. Existují také hnisavé typy tohoto onemocnění, které se po protržení střešní stěny nachází v mezenteriální oblasti nebo v malém omentu. Při diagnostice akutní divertikulitidy si musí lékař dát pozor, aby nález nezaměnil s ischemickou kolitidou nebo častěji s nádorovým onemocněním (Ferda, 2006, s. 182).

Appendicitis

Akutní zánět červovitého výběžku slepého střeva, jež se projevuje bolestí břicha, vyžaduje okamžitou diagnózu a chirurgický zákrok. Metodou první volby u tohoto onemocnění je bezprostředně sonografie. CT vyšetření akutní apendicitidy je indikováno u pacientů, kteří mají po předešlém sonografickém vyšetření negativní či neurčitý výsledek nebo v případě, kdy se jedná o suspektní klinický nález. Citlivost a specifita CT

přístroje se v diagnostice tohoto onemocnění pohybuje v rozmezí od 90% do 100% a díky této skutečnosti dokáže odhalit i některé, zcela bezpříznakové pacienty. Při normálním nálezu se appendix znázorní v podobě tubulární struktury o celkové šířce do 6 mm s tloušťkou stěny od 1 do 2 mm. Vnitřek appendixu bývá mnohdy vyprázdněný, avšak může se zde vyskytnout menší obsah KL, kapaliny či plynu. Rozložení tukové tkáně v periapendikální oblasti je rovnoměrné bez jakýchkoliv patologických příznaků. V případě, že dojde k zanícení appendixu, pozorujeme na výsledných CT obrazech, zvětšení jeho šíře nad 6 mm se společným zbytněním stěny nad 2 mm. Téměř u všech pacientů dochází k zánětlivým procesům tukové tkáně v okolí appendixu, což zapříčiní vzrůst denzity tuku. Výběžek slepého střeva není vždy zasažen zánětlivým procesem v celém svém průběhu. Postihnuta může být pouze jeho koncová část. Nežádoucí protržení appendixu vede ke vzniku abscesu, periapendikální flegmóny nebo až k rozvoji peritonitidy (Ferda, 2006, s. 144).

Kontraindikace

Jestliže se provádí nativní vyšetření, tak jedinou relativní kontraindikací je gravidita. Problém může nastat u CT vyšetření, které je doprovázeno aplikací KL intravenózně. Během jejího podání se může u pacienta objevit silná alergická reakce způsobená alergií na jodovou KL, která může končit až anafylaktickým šokem. Mezi relativní kontraindikace po podání KL se řadí hypertyreóza štítné žlázy, poruchy renální funkce či jiné alergie (Malíková, 2019, s. 28).

6 Radiodiagnostické metody využívající neionizující záření k zobrazení střev

6.1 Magnetická rezonance

První snímky pořízené prostřednictvím magnetické rezonance byly vyhotoveny v roce 1980 ve Velké Británii. V dnešní době se magnetická rezonance řadí k široce dostupným a také výkonným přístrojům využívaným v radiologii (Grover, 2015, s. 246-247).

Základním stavebním prvkem při zobrazování pomocí magnetické rezonance (dále jen MR) je vodík. Jelikož se tento prvek nachází v molekulách vody, je v lidském těle hojně zastoupen. Tento prvek disponuje pouze jedním protonem. Z fyzikálního hlediska platí, že ty atomy, jež obsahují pouze lichý počet protonů ve svém jádře, vykazují magnetické vlastnosti. Jestliže se tyto atomy dostanou do okolí silného magnetického pole, mohou přijímat a vydávat energii v podobě elektromagnetických vln. Po uložení pacienta do takového silného magnetického pole (zpravidla 1,5 nebo 3 teslové MR přístroje) se do těla pacienta vyše energie ve formě radiofrekvenčních impulsů (Malíková, 2019, s. 29-31). Ty vyvolají proces, kdy se uvnitř jader atomů s lichým protonovým číslem začne vlivem silného magnetického pole měnit poloha magnetického momentu (tedy spin neboli rotace atomového jádra kolem vlastní osy) o daný úhel a precese (neboli pohyb po plášti imaginárního kužele). Po vystavení jader vodíku silnému zevnímu magnetickému poli dochází k uspořádání jeho spinů, buď to paralelně, nebo antiparalelně vůči ose tohoto pole. Jakmile se přeruší radiofrekvenční pulz, dostává se proton do původní polohy. Doba, za kterou se tyto protony vrátí do původního stavu, se nazývá relaxační čas. V případě návratu magnetického momentu do původní polohy se mluví o T1 relaxačním čase a při návratu precesního pohybu do počátečního stavu o T2 relaxačním čase (Heřman, 2014, s. 25-26). Po dodání radiofrekvenčních impulsů do těla vyšetřovaného se detekuje jejich energie, jež je vysílána z jader protonů během relaxace, prostřednictvím přijímacích cívek (Malíková, 2019, s. 30).

Výsledný obraz se pak zhotovuje pomocí daných sekvencí, které slouží k poskytnutí důležitých údajů, jež se týkají odchylek mezi T1 a T2 relaxačními časy. Celková doba vyšetření se pohybuje okolo desítek minut (zpravidla 20-30 minut). Tento čas závisí na výkonnosti magnetické rezonance a množství zobrazovacích sekvencí. Mimo základní T1 a T2 sekvence existují také jiné druhy sekvencí, které se nazývají podle fyzikálních principů, jež se při nich uplatňují. Patří sem například sekvence zobrazující difuzi molekul,

kteřá je označována jako DWI nebo sekvence potlačující signál vody nesoucí název FLAIR (Heřman, 2014, s. 26-27).

Cívky využívané při MR zobrazování

Cívky (z angl. coils) pro MR zobrazení se dělí na povrchové a trvale zabudované. Jejich hlavním úkolem je přijímání a vysílání signálu. Trvalé zabudované cívky se nachází uvnitř prstence, tudíž je nelze přímo spatřit. Jelikož nejsou uloženy v těsné blízkost od těla pacienta, získané obrazy vykazují relativně vyšší šum. Naproti tomu povrchové cívky, jež slouží pouze pro příjem signálu, se ještě před samotným zahájením vyšetření přiloží na zájmovou oblast, která se má zobrazit. Je důležité, aby cívka byla co nejbliže povrchu těla pacienta. Existuje několik typů povrchových cívek přizpůsobených na každou část lidského těla. Při zobrazování břicha nebo hrudníku se používají specializované cívky zvané wrap around coil nebo phased array coils, jež je seskupení za sebou navazujících povrchových cívek umožňující zachytit větší vyšetřovanou oblast (Vomáčka, 2015, s. 53).

Kontrastní látky využívané při MR vyšetření

Podobně jako u předešlých vyšetřovacích modalit se při zobrazování trávicí trubice skrze MR aplikují negativní KL per os jako je například manitol. Jako pozitivní KL se využívají látky na bázi gadolinia respektive jejich sloučeniny podávané pouze nitrožilně (Malíková, 2019, s. 58).

6.1.1 MR enterografie

Při rychlém rozvoji CT vyšetření nemohla MR spolehlivě konkurovat vysoce kvalitnímu zobrazení tenkého střeva, jako tomu bylo v případě počítačové tomografie. Nicméně v dnešní době se zobrazování pomocí MR zdokonalilo natolik, že prosté vyšetření tenkého střeva, označované jako MR enterografie, není pouhou alternativní metodou k CT vyšetření, nýbrž dokáže poskytnout kvalitnější diagnostické informace především s ohledem na rozlišení aktivního zánětlivého onemocnění od chronického fibrostenotického onemocnění a na rozdíl od MR enteroklýzy není nutné zavedení nazojejunální sondy.

Výhodou MR enterografie oproti CT enterografii spočívá bezpochyby v nezatěžujícím vyšetření pacienta skrze ionizující záření. Z toho důvodu je MR metodou první volby u mladistvých pacientů se suspektní Crohnovou chorobou nebo při sledování odpovědi na léčebnou terapii.

Nejčastější indikací k tomuto vyšetření patří zánětlivé onemocnění střev, především v případě onemocnění Crohnovou chorobou. Mohou se také objevit požadavky na vyšetření anémie či hodnocení patologické hmoty nacházející se v oblasti tenkého střeva. V tomto případě se však mnohdy přistupuje k CT enterografii, jež je pro tyto indikace vhodnější z důvodu kvalitnějšího prostorového rozlišení (Grand, 2013, s. 99-110).

Vyšetření probíhá za předešlé přípravy pacienta, jež v den vyšetření přichází lačný (minimálně 4 hodiny před výkonem). Zhruba tři čtvrtě hodiny před uložením pacienta na vyšetřovací stůl, dostane k popíjení 2 l baryové suspenze (například 2,5% manitol). Podání této negativní KL má za cíl dostatečně naplnit střevní kličky vyšetřovaného pro jejich dokonalejší zobrazení. Jakmile pacient dopije požadované množství KL ulehne na vyšetřovací stůl, kde se mu na oblast břicha přiloží phased array cívky a intravenózně se aplikuje 1 ml Buscopanu, jež navodí zeslabení střevní peristaltiky (Vomáčka, 2015, s. 90-91). Při nativním skenování se nejčastěji provádí tzv. single shot sekvence v transverzální a koronární rovině. Tato sekvence dokáže zaznamenat edém či obecně tekutinu ve stěně střeva a v oblasti mezenteria (Grand, 2013, s. 105). A následně sekvence STIR na potlačení tuku. Poté dochází k podání paramagnetické KL rovněž intravenózně, během které se nahrávají dynamické sekvence v určitém časovém intervalu, zpravidla 20, 50 a 120 vteřin po aplikaci KL (Vomáčka, 2015, s. 90-91).

6.1.2 MR enteroklýza

Vyšetření pomocí enteroklýzy slouží podobně jako enterografie k zobrazení celého průběhu tenkého střeva především však k diagnostice Crohnovy choroby, ale i jiných onemocnění. Příprava pacienta spočívá v konzumaci bezsezbytkové stravy 1 den před vyšetřením a konzumace pouze neperlivých tekutin v množství 1,5 až 2 litrů. Od půlnoci pacient již nic nekonzumuje, nepije a nekouří.

Na rozdíl od enterografie je KL podána do těla pacienta prostřednictvím nazojejunální sondy, která se zavádí pod fluoroskopickou kontrolou přes nosní dutinu, jež se znečistí, do prostoru první kličky tenkého střeva. Katetr má délku okolo 150 cm a variabilní šířku. Při zavádění se však častěji volí ty s nejmenším možným průměrem z důvodu jejich tolerance, čímž eliminují potřebu použití analgosedace. V okamžiku, kdy katetr dosáhne oblasti Treitzova vazy, je pacient přemístěn na vyšetřovnu MR. Po zapojení povrchové cívky se aplikuje skrze nazojejunální sondu 1500-2000 ml KL na bázi metylcelulózy zředěné s vodou. Kontrast byl dříve podáván pomocí ručního infuzního zařízení, jež bylo kompatibilní s MR. V dnešní době je však manuální injektor často

nahrazován automatickým, jehož výhoda spočívá v lepší kontrolované a kontinuální infuzi KL. Průběh plnění a roztažení střev je monitorováno radiologem, který může upravovat rychlost průtoku KL, aby nedošlo k nadměrnému roztažení střev a k následné atonii nebo v opačném případě nedostatečnému roztažení, jež by mohlo zakrýt případné patologické abnormality. Sledování průběhu plnění střeva KL se děje prostřednictvím MR skioskopie neboli vyšetření MR v reálném čase, během které se získá série dynamických dechových dvourozměrných T2 vážených rychlých spin-echo snímků v koronální rovině. V okamžiku, kdy se roztok dostane do oblasti slepého střeva a celý průběh tenkého střeva je adekvátně roztažen, doplní se vyšetření o sérii T1 a T2 vážených obrazů (Masselli, 2012, s. 335-341).

6.1.3 MR staging karcinomu rekta

V posledních letech se vyšetření prostřednictvím MR stalo klíčovou diagnostickou zobrazovací metodou, jež se využívá při určení stádia nádorového onemocnění neboli stagingu u karcinomu rekta. Společně s MR se však uplatňuje také endoanální ultrazvukové vyšetření (dále jen EUS), které má lepší specifitu a senzitivitu v počátečních stádiích karcinomu rekta. Pro kolorektální karcinom je však typický infiltrativní růst do okolí, zejména do oblasti tunica muscularis (dále jen m.) propria, proto se v tomto případě EUS častěji doplňuje o MR vyšetření, jež dokáže dokonale zobrazit míru invaze neboli infiltraci tumoru do okolních tkání a uzlin. Výhody MR oproti endosonografii spočívají v detekci velikosti léze a její morfologii, určení okrajů nádoru, zobrazení vzdálenosti nádoru od mezorektální fascie, zda dochází k extramurální vaskulární invazi, zobrazení míry postižení peritonea a pánevních lymfatických uzlin. Všechny tyto důležité diagnostické údaje slouží k následnému stanovení léčebného postupu. (Nougaret, 2019, s. 36-48).

V dnešní době se staging a léčba rakoviny konečníku řeší skrze multidisciplinární týmy, jejichž součástí jsou lékaři z řad radiologů, onkologů, chirurgů a v neposlední řadě patologů. Díky této skutečnosti vede obousměrná komunikace těchto odborníků k lepším diagnostickým interpretacím vedoucím k dosažení lokální kontroly a snížení recidivy onemocnění.

Před samotným vyšetřením není nutná speciální příprava pacienta, pouze od půlnoci nesmí vyšetřovaný nic jíst, pít a kouřit. Poté co si pacient ulehne na stůl v pozici naznak, přiloží se na jeho pánev phased-array povrchová cívka tak, že spodní okraj cívky zasahuje pod stydkou kost. Endorektální cívka není při tomto vyšetření nutná.

Vyšetřovací protokol zahrnuje T2 vážené sekvence s vysokým rozlišením v sagitální, transverzální a koronální rovině kolmé na lůžko tumoru. V případě, že se karcinom nachází v nižší poloze rekta je přidána koronální sekvence T2 s vysokým prostorovým rozlišením nakloněná k análnímu kanálu, aby se optimálně zobrazily svaly svěrače a vztah ke stěně rekta. Dále T1 sekvence v axiální rovině pro detekci uzlin a v neposlední řadě také DWI sekvence.

MR vyšetření dokáže dokonale zobrazit celý průběh nádoru. Díky této skutečnosti může radiolog přesně vymezit vzdálenost mezi okrajem nádoru a rektální stěnou a určit tak výsledné skóre TNM klasifikace. T značí tumor, a to jeho míru velikosti na stupnici v rozmezí od 1 po 4. T1 znamená invazi tumoru přes sliznici a submukózu. T2 – nádor se rozšířil do prostoru tunica m. propria. T3 – nádor vykazuje invazi přes tunica m. propria do perirektálních tkání dle různé hloubky. T4 – značí prorůstání nádoru do viscerálního peritoena nebo k infiltraci do okolních orgánů. N je označení pro uzliny a M značí přítomnost metastáz (Nougaret, 2019, s. 36-48).

Kontraindikace

Jako absolutní kontraindikací před vyšetřením MR je voperovaný kardiostimulátor, jež není kompatibilní s MR. V opačném případě lze vyšetření provést za přítomnosti kardiologa, který vhodně upraví nastavení kardiostimulátoru. Dále je MR kontraindikována u pacientů s kochleárnými implantáty a v neposlední řadě cizími feromagnetickými předměty jako jsou například kovové špony v očním bulbu.

Mezi relativní kontraindikace se řadí nově implantované materiály, jako jsou náhrady kloubů, svorky, stenty apod. V tomto případě se doporučuje provést MR po uplynutí minimálně 6 týdnů od zákroku. Kontraindikováno je také vyšetření pacientů, jež trpí úzkostmi z malých prostor tedy klaustrofobií, u kterých je zapotřebí mnohdy celková anestezie (Malíková, 2019, s. 38-39). V případě gravidity se vyšetření MR neprovádí v období prvního trimestru (Heřman, 2014, s. 29).

Závěr

Onemocnění postihující oblast tenkého a tlustého střeva jsou velmi častá. Díky kvalitní a včasné diagnostice se odhalí stále více pacientů, jež trpí autoimunitním onemocněním v podobě ulcerózní kolitidy nebo Crohnovy choroby. Incidence nově vzniklých novotvarů je v České republice dlouhodobě vysoká, kde první místo u nádorů trávicí trubice bezpochyby zaujímá kolorektální karcinom. Cílem této přehledové bakalářské práce bylo předložení dohledaných poznatků o nemocech trávicí trubice se zaměřením na tenké a tlusté střevo a následné diagnostice skrze radiodiagnostické přístroje, které mohou obsluhovat radiologičtí asistenti.

Na základě prvního stanoveného cíle jsem na začátku své práce uvedl základní poznatky týkající se anatomie tenkého a tlustého střeva a jejich časté onemocnění. I přes skutečnost, že existuje několik dalších patologických lézí postihující střeva, jsou v práci zmíněny pouze ty, které jsem považoval za nejčastější. Ostatní cíle byly splněny v následujících kapitolách, kde byl kladen důraz na jednotlivé radiodiagnostické metody, jež byly rozděleny podle druhu záření na ionizující a neionizující, spadající do pracovní kompetence radiologických asistentů. U každé zobrazovací metody byly popsány principy zobrazení, indikace k jejich užití při diagnostice onemocnění trávicí trubice a následně kontraindikace doprovázející tyto zobrazovací metody.

Jednotlivé poznatky, které byly sestaveny z odborných článků a knih, mohou přispět lékařským i nelékařským oborům k jejich vzdělávání či získání nových informací, jež se týkají problematiky této práce. Dále tato práce může motivovat různé techniky, kteří se podílí na zdokonalování a inovaci radiodiagnostických přístrojů, v jejich výzkumu a najít další možné principy zobrazení v gastroenterologii.

Referenční seznam

Bibliografické zdroje:

1. ČIHÁK, Radomír, 2002. *Anatomie 2*. 2. vyd. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-247-0143-1.
2. FERDA, Jiří, c2006. *CT trávicí trubice*. Praha: Galén. ISBN 80-7262-436-9.
3. HEŘMAN, Miroslav, 2014. *Základy radiologie*. V Olomouci: Univerzita Palackého. ISBN 978-80-244-2901-4.
4. HUDÁK, Radovan a David KACHLÍK, 2017. *Memorix anatomie*. 4. vydání. Ilustroval Jan BALKO, ilustroval Šárka ZAVÁZALOVÁ. Praha: Triton. ISBN 978-80-7553-420-0.
5. MALÍKOVÁ, Hana, 2019. *Základy radiologie a zobrazovacích metod*. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum. Učební texty Univerzity Karlovy. ISBN 978-80-246-4036-5.
6. NAŇKA, Ondřej a Miloslava ELÍŠKOVÁ, [2019]. *Přehled anatomie*. Čtvrté vydání. Praha: Galén. ISBN 978-80-7492-450-7.
7. NAVRÁTIL, Leoš, 2017. *Vnitřní lékařství pro nelékařské zdravotnické obory*. 2., zcela přepracované a doplněné vydání. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-271-0210-5.
8. SEERAM, Euclid, 2019. Digital Fluoroscopy. SEERAM, Euclid. *Digital Radiography* [online]. Singapore: Springer Singapore, 2019-01-24, s. 95-110 [cit. 2022-03-08]. ISBN 978-981-13-3243-2. Dostupné z: doi:10.1007/978-981-13-3244-9_6
9. SEIDL, Zdeněk, 2012. *Radiologie pro studium i praxi*. Praha: Grada Publishing, 368 s., iv s. obr. příl. ISBN 978-80-247-4108-6.
10. VOMÁČKA, Jaroslav, 2015. *Zobrazovací metody pro radiologické asistenty*. Druhé, doplněné vydání. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-80-244-4508-3.

Elektronické zdroje:

11. BARSOUK, Adam, Prashanth RAWLA, Alexander BARSOUK a Krishna Chaitanya THANDRA, 2019. Epidemiology of Cancers of the Small Intestine: Trends, Risk Factors, and Prevention. *Medical Sciences* [online]. **7**(3) [cit. 2022-02-19]. ISSN 2076-3271. Dostupné z: doi:10.3390/medsci7030046
12. BARTUŠEK, Daniel, Vlastimil VÁLEK, Zdeněk KALA, Vladimír PROCHÁZKA, Tomáš ANDRAŠINA, Pavel JANEČEK a Lumír KUNOVSKÝ, 2020. Imaging methods in non-traumatic acute abdomen. *Gastroenterologie a hepatologie* [online].

- 74(6), 520-532 [cit. 2022-03-09]. ISSN 18047874. Dostupné z: doi:10.48095/ccgh2020520
13. BESEDA, Andrej, Marián BENECAT, Lubica KORINKOVA, Janka PAPANOVÁ a Julius RAJCANI, 2015. The Malabsorption Syndrome versus Celiac Disease: A Diagnostic Reappraisal. *International Journal of Celiac Disease* [online]. **3**(4), 118-131 [cit. 2022-02-19]. ISSN 2334-3427. Dostupné z: doi:10.12691/ijcd-3-4-5
 14. EL FATTACH, H., A. DOHAN, Y. GUERRACHE, R. DAUTRY, C. EVENO, M. BOUDIAF, C. HOEFFEL a P. SOYER, 2015. MDCT and MR imaging of the jejunum. *Diagnostic and Interventional Imaging* [online]. **96**(3), 227-237 [cit. 2022-03-18]. ISSN 22115684. Dostupné z: doi:10.1016/j.diii.2014.11.008
 15. GAJENDRAN, Mahesh, Priyadarshini LOGANATHAN, Guillermo JIMENEZ, Anthony P. CATINELLA, Nathaniel NG, Chandraprakash UMAPATHY, Nathalie ZIADE a Jana G. HASHASH, 2019. A comprehensive review and update on ulcerative colitis. *Disease-a-Month* [online]. **65**(12) [cit. 2022-02-20]. ISSN 00115029. Dostupné z: doi:10.1016/j.disamonth.2019.02.004
 16. GRAND, David J., Michael BELAND a Adam HARRIS, 2013. Magnetic Resonance Enterography. *Radiologic Clinics of North America* [online]. **51**(1), 99-112 [cit. 2022-04-11]. ISSN 00338389. Dostupné z: doi:10.1016/j.rcl.2012.09.007
 17. GROVER, Vijay P.B., Joshua M. TOGNARELLI, Mary M.E. CROSSEY, I. Jane COX, Simon D. TAYLOR-ROBINSON a Mark J.W. MCPHAIL, 2015. Magnetic Resonance Imaging: Principles and Techniques. *Journal of Clinical and Experimental Hepatology* [online]. **5**(3), 246-255 [cit. 2022-03-17]. ISSN 09736883. Dostupné z: doi:10.1016/j.jceh.2015.08.001
 18. ILANGOVAN, R, D BURLING, A GEORGE, A GUPTA, M MARSHALL a S A TAYLOR, 2012. CT enterography: review of technique and practical tips. *The British Journal of Radiology* [online]. **85**(1015), 876-886 [cit. 2022-04-11]. ISSN 0007-1285. Dostupné z: doi:10.1259/bjr/27973476
 19. KOTHARI, Kunal, Barak FRIEDMAN, Gregory M. GRIMALDI a John J. HINES, 2017. Nontraumatic large bowel perforation: spectrum of etiologies and CT findings. *Abdominal Radiology* [online]. **42**(11), 2597-2608 [cit. 2022-03-28]. ISSN 2366-004X. Dostupné z: doi:10.1007/s00261-017-1180-x
 20. LELL, Michael M., Joachim E. WILDBERGER, Hatem ALKADHI, John DAMILAKIS a Marc KACHELRIESS, 2015. Evolution in Computed Tomography.

- Investigative Radiology* [online]. **50**(9), 629-644 [cit. 2022-03-06]. ISSN 0020-9996. Dostupné z: doi:10.1097/RLI.0000000000000172
21. LO RE, Giuseppe, Francesca La MANTIA, Dario PICONE, Sergio SALERNO, Federica VERNUCCIO a Massimo MIDIRI, 2016. Small Bowel Perforations: What the Radiologist Needs to Know. *Seminars in Ultrasound, CT and MRI* [online]. **37**(1), 23-30 [cit. 2022-03-29]. ISSN 08872171. Dostupné z: doi:10.1053/j.sult.2015.11.001
 22. MAGLINTE, Dean D.T., 2013. Fluoroscopic and CT Enteroclysis. *Radiologic Clinics of North America* [online]. **51**(1), 149-176 [cit. 2022-03-02]. ISSN 00338389. Dostupné z: doi:10.1016/j.rcl.2012.09.009
 23. MASSELLI, Gabriele a Gianfranco GUALDI, 2012. MR Imaging of the Small Bowel. *Radiology* [online]. **264**(2), 333-348 [cit. 2022-04-11]. ISSN 0033-8419. Dostupné z: doi:10.1148/radiol.12111658
 24. MAZONAKIS, Michalis a John DAMILAKIS, 2016. Computed tomography: What and how does it measure?. *European Journal of Radiology* [online]. **85**(8), 1499-1504 [cit. 2022-03-06]. ISSN 0720048X. Dostupné z: doi:10.1016/j.ejrad.2016.03.002
 25. NOUGARET, Stephanie, Kartik JHAVERI, Zahra KASSAM, Chandana LALL a David H. KIM, 2019. Rectal cancer MR staging: pearls and pitfalls at baseline examination. *Abdominal Radiology* [online]. **44**(11), 3536-3548 [cit. 2022-04-10]. ISSN 2366-004X. Dostupné z: doi:10.1007/s00261-019-02024-0
 26. PARZANESE, Ilaria, Dorina QEHAJAJ, Federica PATRINICOLA, Merica ARALICA, Maurizio CHIRIVA-INTERNATI, Sanja STIFTER, Luca ELLI a Fabio GRIZZI, 2017. Celiac disease: From pathophysiology to treatment. *World Journal of Gastrointestinal Pathophysiology* [online]. **8**(2) [cit. 2022-02-19]. ISSN 2150-5330. Dostupné z: doi:10.4291/wjgp.v8.i2.27
 27. PATEL, Jay D. a Kevin J. CHANG, 2016. The role of virtual colonoscopy in colorectal screening. *Clinical Imaging* [online]. **40**(2), 315-320 [cit. 2022-03-26]. ISSN 08997071. Dostupné z: doi:10.1016/j.clinimag.2015.07.009
 28. SISKOVA, Anna, Klara CERVENA, Jan KRAL, Tomas HUCL, Pavel VODICKA a Veronika VYMETALKOVA, 2020. Colorectal Adenomas—Genetics and Searching for New Molecular Screening Biomarkers. *International Journal of Molecular Sciences* [online]. **21**(9) [cit. 2022-02-25]. ISSN 1422-0067. Dostupné z: doi:10.3390/ijms21093260

29. SOLOMON, Caren G. a Tonia M. YOUNG-FADOK, 2018. Diverticulitis. *New England Journal of Medicine* [online]. **379**(17), 1635-1642 [cit. 2022-02-24]. ISSN 0028-4793. Dostupné z: doi:10.1056/NEJMcp1800468
30. TORRES, Joana, Saurabh MEHANDRU, Jean-Frédéric COLOMBEL a Laurent PEYRIN-BIROULET, 2017. Crohn's disease. *The Lancet* [online]. **389**(10080), 1741-1755 [cit. 2022-02-18]. ISSN 01406736. Dostupné z: doi:10.1016/S0140-6736(16)31711-1
31. VILZ, Tim O., Burkhard STOFFELS, Christian STRASSBURG, Hans H. SCHILD a Jörg C. KALFF, 2017. Ileus in Adults. *Deutsches Ärzteblatt international* [online]. [cit. 2022-03-05]. ISSN 1866-0452. Dostupné z: doi:10.3238/arztebl.2017.0508
32. WELLS, Michael L., Stephanie L. HANSEL, David H. BRUINING, Joel G. FLETCHER, Adam T. FROEMMING, John M. BARLOW a Jeff L. FIDLER, 2018. CT for Evaluation of Acute Gastrointestinal Bleeding. *RadioGraphics* [online]. **38**(4), 1089-1107 [cit. 2022-03-27]. ISSN 0271-5333. Dostupné z: doi:10.1148/rg.2018170138
33. YIN, Zhye, Yangyang YAO, Albert MONTILLO, Mingye WU, Peter M. EDIC, Mannudeep KALRA a Bruno DE MAN, 2015. Acquisition, preprocessing, and reconstruction of ultralow dose volumetric CT scout for organ-based CT scan planning. *Medical Physics* [online]. **42**(5), 2730-2739 [cit. 2022-03-16]. ISSN 00942405. Dostupné z: doi:10.1118/1.4921065

Seznam zkratk

| | |
|-----------------|--|
| a. | arteria |
| AP | anteroposterior (předozaďní) |
| cm | centimetr |
| CO ₂ | oxid uhličitý |
| CT | computed tomography (výpočetní tomografie) |
| EUS | endoskopická ultrasonografie |
| FPS | frames per second (snímky za vteřinu) |
| HU | Hounsfieldova jednotka |
| KL | kontrastní látka |
| l | litr |
| m | metr |
| MDCT | multidetektorová výpočetní tomografie |
| mg | miligram |
| ml | mililitr |
| MR | magnetic resonance (magnetická rezonance) |
| NPB | náhlá příhoda břišní |
| PA | posteroanterior (zadopřední) |
| RTG | rentgen |