

VYSOKÁ ŠKOLA ZDRAVOTNICKÁ, o.p.s., PRAHA 5

**HISTORIE AŽ SOUČASNOST ZOBRAZOVÁNÍ
GASTROINTESTINÁLNÍHO TRAKTU**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

JAKUB KUČERA

Praha 2018

VYSOKÁ ŠKOLA ZDRAVOTNICKÁ, o.p.s., PRAHA 5

**HISTORIE AŽ SOUČASNOST ZOBRAZOVÁNÍ
GASTROINTESTINÁLNÍHO TRAKTU**

Bakalářská práce

JAKUB KUČERA

Stupeň vzdělání: bakalář

Název studijního: Radiologický asistent

Vedoucí práce: Mgr. Jiří Prokop, MBA

Praha 2018



VYSOKÁ ŠKOLA ZDRAVOTNICKÁ, o.p.s.
se sídlem v Praze 5, Duškova 7, PSČ 150 00

KUČERA Jakub

3ARA

Schválení tématu bakalářské práce

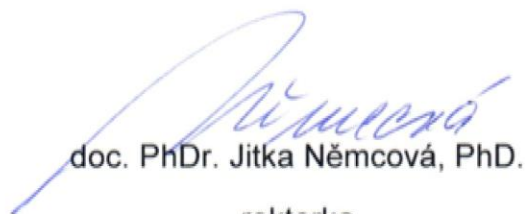
Na základě Vaší žádosti Vám oznamuji schválení tématu Vaší bakalářské práce ve znění:

Historie až současnost zobrazování gastrointestinálního traktu

Historical Development of Examination of the Gastrointestinal Tract

Vedoucí bakalářské práce: Mgr. Jiří Prokop, MBA

V Praze dne 1. listopadu 2017



doc. PhDr. Jitka Němcová, PhD.

rektorka

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně, že jsem řádně citoval všechny použité prameny a literaturu a že tato práce nebyla využita k získání stejného nebo jiného titulu.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své bakalářské práce ke studijním účelům.

V Praze dne

Podpis

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucímu práce Mgr. Jiřímu Prokopovi, MBA za pomoc, cenné rady, trpělivost a vstřícnost při konzultacích a vypracování mé bakalářské práce. Dále bych rád poděkoval své rodině a přátelům, kteří mi byli v době studia oporou. Panu Martinu Krausovi, který mi ochotně zapůjčil publikaci MUDr. Milana Svobody Základy techniky vyšetřování rentgenem, která mi pomohla v oblasti mapování historie tohoto oboru.

ABSTRAKT

KUČERA, Jakub. *Historie až současnost zobrazování gastrointestinálního traktu*. Vysoká škola zdravotnická, o.p.s. Stupeň kvalifikace: Bakalář (Bc.). Vedoucí práce: Mgr. Jiří Prokop, MBA. Praha. 2018.

Název bakalářské práce je *Historie až současnost zobrazování gastrointestinálního traktu*. Práce je zaměřena na sběr v dnešní době již nevyužívaných nebo méně využívaných technik v radiologické diagnostice gastrointestinálního traktu a jejich ucelení do jedné práce. Zároveň je v této práci souhrn dnešních technik. Díky tomuto pojetí vzniká práce, která může obohatit dnešní pracovníky i studenty nejen oboru radiologický asistent, poskytuje zajímavý náhled na technický vývoj a i následné zkvalitnění diagnostiky gastrointestinálního traktu. Je patrná stoupající dostupnost vysoce specializovaných vyšetření, jako je například CT nebo MR a rozvoj těchto přístrojů do běžné praxe. Bakalářská práce je rozdělena na dvě části. V první teoretické části se práce zabývá anatomii gastrointestinálního traktu a v druhé praktické části se zabývá technikami jeho zobrazování a seřazení těchto technik do časové osy.

Klíčová slova

gastrointestinální trakt, historie zobrazování v radiologii, radiologický asistent

ABSTRACT

KUČERA, Jakub. *Historie až současnost zobrazování gastrointestinálního traktu*. Vysoká škola zdravotnická, o.p.s. (Medical College). Qualification: Bachelor (Bc.) Supervisor: Mgr. Jiří Prokop, MBA. Prague. 2018.

The topic of the bachelor thesis is History development of examination of the gastrointestinal tract. The aim of the bachelor thesis is collection of old but also new examinations and complete in one publication. At the same time there is too a collection of the new techniques of examination of the gastrointestinal tract. Thanks to this concept is bachelor thesis interesting not only for student of radiologic assistant, but there is too amazing look for technical development, and following improve quality in the examination of the gastrointestinal tract. Also you can see in bachelor thesis increasing availability of highly specialized examinations such as CT or MR and application of these machines in the practice. The bachelor thesis is split to two parts. In the first part is anatomy of the gastrointestinal tract. The second part of bachelor thesis is about history development of examination of the gastrointestinal tract and their sort by timeline.

Keywords

The gastrointestinal tract, The history of imaging in the radiology, Radiologic assistant

OBSAH

ÚVOD	11
1 CELKOVÝ PŘEHLED STAVBY TRÁVICÍHO SYSTÉMU	13
1.1 DUTINA ÚSTNÍ.....	15
1.2 HLTAN	16
1.3 JÍCEN.....	17
1.4 ŽALUDEK.....	17
1.5 TENKÉ STŘEVO	18
1.6 TLUSTÉ STŘEVO	18
1.7 JÁTRA, SLINIVKA BŘIŠNÍ A PODBŘIŠNICE.....	19
2 ZOBRAZOVÁNÍ V LETECH 1895 - 1945	20
2.1 ROK 1895 - 1923	20
2.1.1 OBJEVENÍ RTG ZÁŘENÍ A ROZVOJ RADIOLOGICKÝCH METOD	20
2.1.2 PRVNÍ ZOBRAZENÍ ŽALUDKU V ČECHÁCH	22
2.2 ROK 1924 – 1945.....	23
2.2.1 FILMOVÝ MATERIÁL A JEHO VÝVOJ DO ROKU 1945	23
2.2.2 VÝVOJ KONTRASTNÍCH LÁTEK DO ROKU 1945.....	24
3 ZOBRAZOVÁNÍ V LETECH 1946 – 1975	27
3.1 SNÍMKOVÁNÍ GASTROINTESTINÁLNÍHO TRAKTU V LETECH 1946 – 1975	28
3.1.1 PROSTÝ SNÍMEK BŘICHA.....	28
3.1.2 ŽLUČOVÉ CESTY	29
3.1.3 ENDOSKOPIE.....	30
3.1.4 NÁHLÉ PŘÍHODY BŘIŠNÍ	31
3.2 VÝVOJ FILMOVÉHO MATERIÁLU PO DRUHÉ SVĚTOVÉ VÁLCE.....	31
3.2.1 TEMNÁ KOMORA	31
3.2.2 AUTOMATY PRO VYVOLÁNÍ FILMU	32
3.3 VÝVOJ KONTRASTNÍCH LÁTEK PO DRUHÉ SVĚTOVÉ VÁLCE.....	32

3.4	ULTRASONOGRAFIE GASTROINTESTINÁLNÍHO TRAKTU DO ROKU 1975.....	33
4	ZOBRAZOVÁNÍ OD ROKU 1976 PO SOUČASNOST	35
4.1	RTG SNÍMKOVÁNÍ GASTROINTESTINÁLNÍHO TRAKTU.....	35
4.1.1	SKIAGRAFIE BŘICHA	37
4.1.2	POLYKACÍ AKT	37
4.1.3	ZOBRAZENÍ ŽALUDKU	38
4.1.4	IRRIGOGRAFIE.....	38
4.1.5	ENTEROKLÝZA	39
4.1.6	DEFEKOLOGRAFIE.....	40
4.1.7	TRANZIT TIME	40
4.1.8	PTC	40
4.1.9	ERCP	40
4.2	VÝPOČETNÍ TOMOGRAFIE CT.....	40
4.2.1	CT ENTEROKLÝZA.....	43
4.2.2	CT KOLONOGRAFIE	43
4.3	MAGNETICKÁ REZONANCE.....	43
4.4	ENTEROGRAFIE	45
4.5	VÝVOJ KONTRASTNÍCH LÁTEK PO ROCE 1976.....	45
4.5.1	JODOVÉ KONTRASTNÍ LÁTKY	46
4.5.2	BARYOVÉ KONTRASTNÍ LÁTKY	47
4.5.3	NEGATIVNÍ KONTRASTNÍ LÁTKY	48
4.6	ULTRASONOGRAFIE.....	48
4.6.1	VYUŽITÍ ULTRAZVUKU V OBLASTI GASTROINTESTINÁLNÍHO TRAKTU.....	49
5	DISKUZE	51
	ZÁVĚR.....	53
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	54
	PŘÍLOHY	56

SEZNAM ODBORNÝCH VÝRAZŮ

Dermatitida	zánětlivé onemocnění kůže
Digestce	trávení
Histologie	věda zabývající se studiem mikroskopické stavby orgánů
Intravenózní	forma aplikace do krevního oběhu
Karcinom	zhoubný nádor
Malignita	zhoubné onemocnění
Peristaltika	schopnost některých orgánů posouvat jejich obsah

ÚVOD

Když jsem uvažoval nad tématem své bakalářské práce, snažil jsem se najít téma, které by bylo originální a pro mě z osobního hlediska přínosné. Snažil jsem se navázat na svůj předchozí obor Asistent zubního technika, který jsem vystudoval. Od útlého věku se mezi mé zájmy řadila historie, ovšem ne natolik, abych se po této cestě vydal profesionálně. Nejvíce mě zajímalo období od velké průmyslové revoluce do současnosti. Když jsem posléze zjistil, že by se jednalo o originální téma, začal jsem nad ním reálně uvažovat a shánět podklady. Vzhledem k předchozí kvalifikaci přicházel v úvahu gastrointestinální trakt, kde bych mohl v oblasti dutiny ústní využít své získané znalosti a více je prohloubit. U starších kolegů jsem zjišťoval, z jakých učebnic tehdy vycházela výuka a zda jsou někde dostupné. Když mi vedoucí radiologický asistent pan Martin Kraus v nymburské nemocnici, kde jsem plnil praxi diagnostického zobrazování, propůjčil učebnici pana MUDr. Milana Svobody Základy technik vyšetřování rentgenem z roku 1973, bylo o tématu mé práce již téměř rozhodnuto.

Tato práce má za cíl zmapovat techniky vyšetřování gastrointestinálního traktu od objevení RTG záření po současnost. Nutno říct, že gastrointestinální trakt stál díky své snadné dostupnosti v čele celé řady vyšetření. Zařízení, které svým účelem předcházelo dnešní endoskopii, bylo nalezené již v antickém Řecku. Při svém bádání jsem vycházel z publikací zaměřených většinou na historii jednotlivých vyšetření, vytvořil jsem tak celkový souhrn těchto technik v jedné publikaci. Vzhledem k možnému využití bakalářské práce širokou veřejností se zde nachází necelých sedm stran stručného anatomického přehledu gastrointestinálního traktu. Zbytek práce se zabývá souhrnem jednotlivých postupů a jejich seřazení po časové ose. Praktická část práce, která mapuje tento pokrok, je rozdělena na tři části. Začíná rokem 1895 do konce druhé světové války (1945). Druhá část se zabývá obdobím mezi lety 1945 - 1975. V roce 1975 sestrojil Michel M. Ter-Pogossian se svým kolektivem spolupracovníků PET. Dva roky před tím vydal MUDr. Milan Svoboda svoji publikaci Základy techniky vyšetření rentgenem. Třetí období se zabývá lety 1976 až po současnost spolu s dnešními trendy.

Prvním cílem bakalářské práce je zmapování technik zobrazování gastrointestinálního traktu po časové ose a jejich následné uspořádání. V tomto cíli je zahrnuta i snaha o nacházení zajímavých informací o historickém vývoji této oblasti.

Druhý cíl je demonstrace samotného vývoje jako nezbytného pro současnou praxi a pohled na zdokonalování zobrazování gastrointestinálního traktu s postupem let. Třetí cíl je úvaha nad dalším možným vývojem této oblasti a možným využitím nanotechnologií ve zdravotnictví.

1 CELKOVÝ PŘEHLED STAVBY TRÁVICÍHO SYSTÉMU

U některých jedinců se můžeme setkat s jiným názorem, ovšem obecně lze konstatovat, že člověk nežije proto, aby jedl, ale jí, aby žil. Tento známý a často používaný fakt jsem si dovolil uvést na začátek své práce. Existují samozřejmě jedinci, kteří trpí chronickým přejídáním, i když jim jsou rizika známa, tento problém má většinou psychickou příčinu.

Přijímání potravy a její trávení i následné vylučování je pro člověka stejně nezbytné jako například dýchání. Jedná se o zcela nutný proces u všech živých organismů. Díky přijímání a trávení potravy získává tělo energii, živiny, vitamíny a minerály, které jsou nezbytné pro správné fungování těla a pro další procesy na chemické úrovni. Samozřejmě by potrava jako taková nebyla pro tělo užitečná, kdyby ji náš gastrointestinální trakt neuměl správně zpracovat. Z tohoto důvodu máme trávicí ústrojí, které je označované jako gastrointestinální trakt. „*Procesu mechanické a chemické úpravy potravy říkáme trávení (digesce). Soustava orgánů, které tyto procesy zajišťují, tvoří trávicí systém (apparatus digestorius)*“ (Dylevský, 2009, s. 307).

Gastrointestinální trakt začíná v dutině ústní (cavitas oris). Dutina ústní se skládá z několika částí, přičemž značná část dutiny ústní je vyplněna jazykem (lingua). Cavum oris se dále skládá z vlastní dutiny ústní (cavum oris proprium), která je oddělená od předsíně (vestibulum oris) pomocí čelistních oblouků horní (maxilla) a dolní čelisti (mandibula). Uvnitř dutiny ústní je tvrdé a měkké patro, které spolu s tvářemi a rty ohraničují celkový prostor dutiny ústní. V tváři je umístěná příušní slinná žláza (glandula parotis). Spodní ohraničení dutiny ústní je tvořeno svaly a jazykem, které dutinu ústní ovládají. Tvrdé patro má svůj kostěný podklad tvořený z několika částí; os incisivum, maxilla a os palatinum. Jak již bylo řečeno, horní část patra tvoří ohraničení dutiny ústní, díky tomu i oddělení od vedlejších nosních dutin. Tvrdé patro dále přechází do měkkého patra. Funkcí dutiny je přijímání potravy, její následné rozmělnění a v případě suché potravy i promísení se slinami. Zde se porcuje potrava na sousta, která jsou přemísťována do dalších částí gastrointestinálního traktu, kde jsou dále zpracovávána. Samozřejmě se nejedná o jedinou funkci dutiny ústní, její další funkce úzce souvisí s fonací.

Dutina ústní dále pokračuje do prostoru, který sdílí dýchací i trávicí ústrojí, do nosohltanu (nasopharynx). Jeho počátek lze nalézt v dutině nosní, odkud pokračuje směrem dolů ke kořenu jazyka. Jeho boční a zadní stěny jsou tvořeny svalovým podkladem, který plní nezbytnou funkci polykací, horní část je ohraničena spodinou lební. Příklopka hltanová (epiglottis) tvoří část hltanu, která se během dýchání otevírá a při polykání uzavírá. Tento průběh je označován jako polykací reflex. V případě kojenců je tento prostor prodloužen v předozadní úrovni, díky čemuž může kojenec pít a dýchat zároveň. Ve svém dalším průběhu se hltan zužuje a v dolní části přechází v jícen.

Jícen (oesophagus) je orgán trubicového charakteru. Jeho průběh začíná za dýchací trubicí (trachea), dále probíhá v úrovni hrudní kosti (sternum) mezi plícemi. Jícen jako takový plní především funkci transportu soust, které z dutiny ústní přes hltan pokračují jícnem do žaludku. K transportu potravy dochází díky stahu svaloviny, resp. peristaltickému stahu svaloviny. V těchto prostorách hltanu a jícnu prochází vlastní trávicí trubice. Tato trávicí trubice je po celé délce charakteristická svojí stavbou, ovšem nutno konstatovat, že v některých místech mění svojí stavbu na základě své funkce. Žaludek (ventriculus), na který navazuje jícen, je rozšířený, vakovitý oddíl trávicí trubice. Jeho dlouhá osa měří asi 21-25cm. Svojí větší částí leží žaludek v levé části brániční klenby. Poměrně ostrý přechod se nachází v oblasti, kde do sebe přechází zadní a přední stěna prázdného žaludku. Vyklenutý okraj, který má obrácenou konvextu dolů a doleva, ve své podstatě formuje velké zakřivení, resp. velkou kubaturu. Oproti tomu menší okraj konkávní, který je obrácen doprava a nahoru, vytváří malé zakřivení žaludku, resp. malou kubaturu. (Dylevský, 2009).

Vzhledem k tomu, jaké pH panuje v této oblasti, má sliznice žaludku speciální stavbu, díky které je schopna odolávat těmto vlivům. Toto pH vzniká působením žláзовých buněk, které aktivně transportují do svého sekretu ionty H^+ a Cl^- , díky čemuž je zde přítomna HCl . Dále jsou do těchto míst, kde se nacházejí sousta již promísená se slinami, která byla transportována z jícnu, vylučovány trávicí enzymy, jejichž nejznámější zástupce je pepsin. Funkce žaludku spočívá v nashromáždění většího množství potravy a zahájení jeho trávení pomocí pepsinu za kyselého pH. Dále je potrava transportována do tenkého střeva. V některých výjimečných případech zde dochází i ke vstřebávání látek např. alkohol, léky a jednoduché sacharidy.

Na žaludek navazuje tenké střevo (intestinum tenue). Tenké střevo se skládá ze tří částí, přičemž začíná vrátníkem a navazuje na tlusté střevo ve své poslední části; tedy v pravé kyčelní jámě. U normálního člověka je celková délka tenkého střeva okolo 3-5 m, ovšem posmrtně lze dosáhnout délky až 7 m. Sliznice jednotlivých částí tenkého střeva je charakteristická svým zvrásněním, resp. klky. Tyto klky mnohonásobně zvětšují celkovou plochu tenkého střeva. Hlavní funkcí tenkého střeva je trávení již natrávené potravy a její vstřebávání, které vede krevním oběhem do jater (vrátnicový oběh), jímž tyto vstřebané látky proudí.

První ze tří částí tenkého střeva je dvanáctník (duodenum), jehož celková délka se pohybuje okolo 25-30 cm. V dvanáctníku se nacházejí Brunnerovy žlázy, které produkují alkalický sekret. V oblasti dvanáctníku se rovněž nachází vývod žlučových cest a slinivky břišní (pankreas). Lokalizace dvanáctníku je pod žaludkem a z části obtáčí hlavu pankreatu. Lačník (jejunum) a kyčelník (ileum) do sebe plynule přecházejí s téměř nezřetelnou hranicí. Z tohoto důvodu se často můžeme setkat s označením jejunoileu. Rozdíl je v šířce, přičemž ileum je se svojí šířkou 2,5 cm užší, jejunum má šířku přibližně 3 cm. Jejunum zabírá z celkové délky tenkého střeva přibližně 3/5. Tlusté střevo (intestinum crassum) se skládá ze tří částí, přičemž první část začíná v pravé kyčelní jámě vakovitým rozšířením slepého střeva a pokračuje tračníky. (Dylevský, 2009).

První tračník se nazývá vzestupný, následuje ho tračník příčný, sestupný a esovitý. Zakončení tlustého střeva tvoří konečník. Konečník přechází do řitního kanálu a končí řitním otvorem. Délka tlustého střeva se pohybuje v rozmezí od 1,2 do 1,4 m a jeho průsvit je přibližně 5-8 cm.

1.1 Dutina ústní

Počátek trávicího systému je v dutině ústní (cavitas oris). Samotná dutina ústní je složena z několika částí. Prostor celé dutiny ústní je ohraničený. Ohraničení tvoří tvrdé a měkké patro, dále tváře spolu se rty. Svalová přepážka tvoří spodinu dutiny ústní. V tomto ohraničení vzniká ústní štěrbina. Další pokračování samotné dutiny ústní je v hltanu. Dále se dutina ústní dělí na dvě samostatné části, a to předsíň a vlastní dutinu ústní. Toto rozdělení je tvořeno zubními oblouky horní a dolní čelisti spolu s dásněmi. Největší část dutiny ústní vyplňuje jazyk, dále zuby a slinné žlázy. (Dylevský, 2009.).

Patro (palatum) je jednou z částí, která tvoří ohraničení dutiny ústní. Patro samotné tvoří strop a také odděluje vedlejší nosní dutiny od vlastní dutiny ústní. Jak již bylo řečeno, patro se dělí na dvě části, a to tvrdé patro a měkké patro. Tvrdé patro, které tvoří přibližně 2/3 přední části patra, má kostěný podklad oproti měkkému patru, které tvoří zbylou jednu třetinu, jedná se o ploténku tvořenou vazivem s jednotlivými upnutými svaly. (Dylevský, 2009).

Jazyk (lingua) vyplňuje značnou část dutiny ústní. Díky svým schopnostem měnit velikost a tvar zajišťuje v oblasti dutiny ústní transport potravy a manipulaci s ní. Jedná se o orgán svalového typu, velmi dobře pohyblivý. Spolu se rty a patrem je i jazyk dalším důležitým místem z hlediska správné fonace. Jazyk má ve své sliznici umístěné receptory. Díky těmto receptorům je jazyk orgán, který umožňuje chuť a hmat. Jazyk se dělí na dvě části. První část je vlastní tělo jazyka. Tato část má na svém konci hrotovité zakončení. Oproti tomu má druhá část jazyka masivní zakončení a nazývá se kořen jazyka. Jazyk je pro svoji funkci pokryt sliznicí, která je díky svému povrchu schopna odolávat mechanickým vlivům a obnově vrstveným dlaždicovým epitelem. Tato sliznice tvoří jazykové bradavky. (Dylevský, 2009).

Zuby jsou upevněny v čelistních obloucích v jamkách pomocí zavěšení, resp. závěsného zubního aparátu. Tento aparát je tvořen svazkem vláken kolagenu. Jedna část je zakotvena v cementu zubního krčku oproti antagonistní straně, jež je zakotvena v okostici zubního oblouku. (Dylevský, 2009).

Dáseň (gingiva) tvoří ochranu a překrytí zubních oblouků čelistí a jednotlivých mezizubních prostor. Díky tomu tvoří ochranu proti kyselému prostředí, které vzniká v dutině ústní působením mikroorganismů.

1.2 Hltan

Hltan (pharynx) je trubice, která ve své horní části plynule navazuje na dutinu ústní a dále přechází do jícnu. Jeho délka je přibližně 12 až 15 cm. Z dutiny ústní se při nádechu a výdechu do hltanu transportuje potrava a vzduch. Ten zde proudí z vedlejší dutiny nosní nebo přímo z vlastní dutiny ústní a pokračuje dále do hrtanu. Ve své horní části je hltan upnut na lebeční bázi. Ve své spodní části se hltan napojuje na jícen ve výšce šestého krčního obratle. Hltan je ve své horní části v kontaktu s dutinou nosní, ve střední části s ústní dutinou. Ve spodní části má hltan trubicovité

stěny. Ve své střední části chybí přední stěna z důvodu komunikace s dutinou ústní. Toto anatomické uspořádání umožňuje rozdělení celého hltanu na jeho tři části. (Dylevský, 2009).

Nosohltan (nasopharynx) začíná svým úponem na bázi lebeční a pokračuje k zadnímu okraji měkkého patra. V přední části je nosohltan otevřen pomocí dvou otvorů do dutiny nosní. Do nosohltanu je zaveden vývod sluchové trubice. Strop hltanu a jeho zadní část je tvořena sliznicí, která obsahuje relativně velké množství mízní tkáně. Tato tkáň tvoří hltanovou mandli. Tato mandle je spolu s mízní tkání součástí imunobiologické bariéry. Ústní část hltanu začíná v oblasti měkkého patra a dále v rovinném proložení vchodu hrtanu. Místo, kde střední část hltanu komunikuje s vlastní dutinou ústní, se nazývá hltanová úžina (istmus faucium). Tento prostor je ohraničen kořenem jazyka, patrovými oblouky a měkkým patrem. Oblouky tvoří patrové svaly, které jsou pokryty sliznicí. (Dylevský, 2009).

1.3 Jícen

Jícen je trubicovitý orgán, který svým rozsahem spojuje hltan se žaludkem. Délka jícnu se pohybuje okolo 23-28 cm. Z pohledu páteře se jícen nachází v oblasti šestého krčního a jedenáctého hrudního obrátle. Tato trubice je ve svém průběhu předozadně oploštělá, přičemž lumen má průměr přibližně 1,5 cm. Tento průměr se zvětšuje při průchodu sousta až na 3-3,5 cm.

1.4 Žaludek

„Žaludek (ventriculus) je rozšířený, vakovitý oddíl trávicí trubice. Jeho dlouhá osa měří asi 21-25 cm. Svoji větší částí leží žaludek v levé brániční klenbě.“ (Dylevský, 2009, s. 322).

V případě prázdného žaludku je přední a zadní stěna spojena v ostrých hranách. Velké zakřivení je vytvořeno větší částí žaludku, která má svoji konvexitu obrácenou dolů a doleva. Toto zakřivení se nazývá velká kurvatura. Druhý, menší okraj žaludku, který má svůj okraj konkávní obrácený nahoru doprava, vytváří svým tvarem malá zakřivení žaludku, zakřivení se nazývá malá kurvatura. Tvar žaludku není stálý a často se mění v závislosti na obsahu žaludku, poloze člověka, ale i jeho funkčnosti, zdravotním stavu a věku (Dylevský, 2009).

1.5 Tenké střevo

Tenké střevo (*intestinum tenue*) se dělí na tři části. Začíná ve vrátníku a konec tenkého střeva se nachází v pravé jámě kyčelní. V tomto místě ústí tenké střevo do tlustého střeva. Délka tenkého střeva je přibližně 2-2,5 m a vnitřní šíře je ve svém počátku 4-5 cm. Tenké střevo se nadále zužuje a při vyústění do tlustého střeva má průsvit přibližně 2-2,5 cm. Samotná sliznice je tvořena klky, které skládají řasy o výšce 5-8 mm. Tyto klky zvětšují celkovou plochu sliznice, čímž ovlivňují i resorpční schopnosti. Na těchto klkách se nachází vrstva enterocytů. Enterocyty jsou střevní buňky schopné resorpce. Ve sliznici lačnicku a kyčelníku je také vrstva hladké svaloviny, díky které se usnadňuje vyprazdňování mizních cév a lehké posuny sliznice. Povrch jednotlivých klček tenkého střeva je pokryt pobřišnicí. (Dylevský, 2009).

1.6 Tlusté střevo

Tlusté střevo (*intestinum crassum*) má svůj začátek v pravé jámě kyčelní, kde do něj přechází tenké střevo. V tomto místě má tlusté střevo své rozšíření do slepého střeva. Dále pokračuje tlusté střevo do tračníků. Konecová část tlustého střeva je tvořena konečником. Konečník přechází do řitního kanálu, který je uzavřen řitním svěračem. Samotná délka tlustého střeva se pohybuje přibližně 1,2-1,4 m a jeho průsvit je přibližně 5-8 cm. (Dylevský, 2009).

V místě, kde přechází tenké střevo do tlustého střeva, je tlusté střevo rozšířeno do slepého střeva. Ve slepém střevě má své vyústění ileum, ovšem toto vyústění je díky ileocekální chlopni částečně uzavřeno. Ze slepého střeva vystupuje červovitý výběžek (*apendix vermiformis*). Tento výběžek má délku přibližně 8-10 cm. Vzhledem k jeho nestále lokalizaci vznikají komplikace. Samotná stavba se prakticky neliší od stavby tlustého střeva, ovšem v sliznici apendixu je zvýšený počet mizní tkáň. (Dylevský, 2009). Tračník (*colon*) je část tlustého střeva, která je obkroužená kličkami tenkého střeva. Tračník se dále dělí. První část se nazývá vzestupný tračník (*colon ascendens*). Přední část je spolu se zadní plochou vzestupného tračníku v kontaktu s břišní stěnou. Přejít vzestupného tračníku je v oblasti pravého ohnutí, kde volně přechází do příčného tračníku. Toto ohnutí se nachází na pravé straně od žlučníku pod játry. Příčný tračník (*colon transversum*) má délku přibližně 50 cm. Ve svém průběhu je trubicovitě tvaru a rozpíná se v oblasti od jaterního a slezinného oblouku.

Konečník (colon transversum) je část, na kterou se napojuje tračník. Ve svém počátku se konečník rozšiřuje, v řitním kanálu zužuje. Jeho celková délka je přibližně 10 cm a přechází do řitního otvoru (anus).

1.7 Játra, slinivka břišní a podbřišnice

Játra (hepar) jsou svojí velikostí největší žlázou v lidském těle. Jejich váha je přibližně 1,5 kg. Dělí se na pravý a levý lalok. V pravé části jater se nachází žlučník. Z jater je žluč odváděna žlučovody do dvanáctníku. Játra mají svoji základní stavební jednotku v lalůčcích vrátnicové žíly. Oběh zajišťuje vrátnice, která shromažďuje krev ze sleziny, žaludku, střev a slinivky břišní. Vrátnicová žíla vstupuje do jater, kde se nadále dělí do samostatných větví pro levý a pravý lalok jaterní. Žlučové cesty mají své ústí ovládané svěračem tzv. Oddiho svěrač. Tento svěrač reguluje průtok žluče do dvanáctníku. Slinivka břišní (pankreas) je žláza, která ústí do dvanáctníku a má délku přibližně 15 cm. Slinivka produkuje zevní a vnitřní sekreci. Podbřišnice (peritoneum) je blána s hladkým a jemným povrchem. Tato blána pokrývá celou dutinu břišní a tvoří vak, ve kterém je tato část gastrointestinálního traktu uložena. (Dylevský, 2009).

2 ZOBRAZOVÁNÍ V LETECH 1895 - 1945

2.1 Rok 1895 - 1923

2.1.1 Objevení RTG záření a rozvoj radiologických metod

V roce 1895 došlo k objevení tehdy neznámého záření, které bylo pojmenováno Wilhelmem Conradem Röntgen zářením X. Jak tehdy sám Wilhelm Conrad Röntgen prohlásil, že objevil nový druh světla. O dva měsíce později na začátku roku 1896 představil svůj objev veřejnosti.

Objev byl v podstatě náhodný. Sám Wilhelm Conrad Röntgen byl profesorem fyziky, který se zabýval zkoumáním světelných jevů, jež vznikaly při průchodu proudu ve vakuové skleněné trubici. Po objevu přednesl předběžnou zprávu, ve které byl i snímek ruky jeho manželky. Tento snímek je dodnes znám jako nejznámější RTG snímek historie.

Když byl objev představen veřejnosti, vznikla ohromná vlna ohlasů. Röntgen byl uznáván po celém světě a hovořilo se o něm jako o objeviteli lékařského zázraku. V roce 1901 získal svoji první cenu za fyziku

V roce 1896 bylo psáno v denním tisku po celém světě, že toto nové světlo vidí skrze maso a kosti lidí a je schopné odhalit skrytá onemocnění. Ovšem i tento objev vzbudil v některých oblastech pobouření a jeden z tehdejších vynálezců tvrdil, že tímto tempem bude v každém domě katodový přístroj. Vzhledem k tomu, že tento objev nebyl patentovaný, stal se široce dostupným. Vznikaly fotoateliéry se specializací na rentgenové snímky. Objev byl široce medializovaný a dočkal se i reklamních kampaní. Veřejnost byla objevem fascinována a lékařský svět ihned viděl jeho ohromný potenciál. Velmi brzy se začaly zobrazovat kulky z válek, kosti a také ledvinové kameny. (KEVLES, 1997).

V roce 1896 začaly probíhat první pokusy s angiografií. Tehdy se používala jako kontrastní látka sloučenina rtuti. Rentgen našel brzy své uplatnění ve vojenství. První vojenské použití bylo rovněž v roce 1896 v tehdy probíhající říční válce na Nilu. Přístroje byly po finanční stránce relativně dostupné. Využívala se skleněná trubice s kapalinou, anodou, katodou a generátor (cívka nebo statický stroj) s fotografickým

materiálem. Tehdy došlo poprvé k proniknutí složitého elektrického přístroje do lékařství.

Zajímavá je skutečnost, že k prvnímu lékařskému ozáření došlo v roce 1896 Emilem Grubbem. Nicméně výsledky své práce zveřejnil Emil Grubbe mnohem později. Během svého života podstoupil mnoho operací včetně amputací, které byly výsledkem jeho celoživotního vystavení rentgenovým paprskům. Již okolo roku 1905 začaly nemocnice disponovat vlastními rentgenovými místnostmi a laboratořemi.

Nutno konstatovat, že tato místa byla svým uspořádáním a technickým řešením nebezpečná jak pro pacienta, tak pro personál. Tehdejší lékaři často zkoumali dávky RTG záření na vlastních rukách. Radiační dermatitida byla zcela obvyklá.

V průběhu měsíců začaly přicházet první zprávy o vedlejších účincích RTG záření. Dále se začalo objevovat zarudnutí známé jako radiační dermatitida a znečitlivění tkáně. Následně postupovaly potíže v infekci a silných bolestech, tyto všechny potíže měly společné ozáření rentgenovým přístrojem. V této době se příznaky škodlivých účinků RTG záření obecně označovaly za alergie. Připuštění faktu, že RTG záření je škodlivé, bylo nevhodné. Ochota lékařů, kteří byli nadšení novým objevem a jeho potenciálem, nebyla pro připuštění možných negativních účinků velká. (KEVLES, 1997).

V raném období bylo RTG záření považováno za bezpečné. K prohlášení o škodlivosti RTG paprsků došlo až v roce 1904. Tehdy bylo řečeno, že dlouhodobé vystavení účinkům tohoto záření může i zabít. Začala se rozvíjet ochrana proti záření ve formě olovených skel, těžkých olovených zástěr a kovových helem.

V historii vývoje RTG záření byl důležitý vynález a zkonstruování vakuované rentgenky, ve které se nacházela katoda. Stalo se tak roku 1913. V roce 1914 byla sestrojena vakuová rentgenka, jejíž anoda rotovala, díky tomu bylo sníženo její přehřívání. Takto technicky řešená rentgenka našla velmi brzy své uplatnění v praxi. (Chudáček, 1995).

V tomto období byla stanovena základní pravidla a postupy pro vyšetření gastrointestinálního traktu. Jako kontrastní látka se využívala sloučenina síranu barnatého. Během první světové války došlo k nahrazení již překonané rentgenky z Crooksových trubíc právě rentgenkou s pevnou anodou umístěnou ve vakuu. V této době se vyvinuly první zesilovací folie a Buckyho clona s mřížkou.

Rovněž došlo k zavedení transformátoru, který sloužil jako zdroj vysokého napětí. Po první světové válce pokračoval vývoj, díky kterému byly sestrojeny pohyblivé sekundární clony. Všechny tyto vynálezy měly velký přínos, díky nim vznikla standardní tomografie. Výzkum dal dále vzniknout zesilovači štítového obrazu. (Chudáček, 1995).

V Čechách (tehdy součásti Rakousko-Uherské monarchie) začal tento jev zkoumat prof. Čeněk Strouhal, se svými kolegy zorganizovali přednášku na téma rentgenologie. V roce 1896 byl v Čechách proveden první RTG snímek ruky prof. Karlem Domalípem, který se stal předmětem následné diskuse.

2.1.2 První zobrazení žaludku v Čechách

První RTG přístroj byl do Čech zakoupen majitelem hotelu U černého koně. Samotný přístroj neplnil funkci v oblasti lékařství. Přístroj se používal jako atrakce pro návštěvníky hotelu. Opět se snímkovala převážně ruka.

V tomto místě došlo později k první lékařské diagnostice na našem území pomocí RTG přístroje v oblasti gastrointestinálního traktu. Mladý chirurg Jedlička vzal svého pacienta do tohoto hotelu a pomocí snímku břicha mu našel v žaludku spolknutý hřebík. Díky tomu byla posléze provedena první operace za pomoci RTG přístroje. Operace proběhla v roce 1897 s tehdy zakoupeným přístrojem pro klinické užití. Cena za RTG přístroj byla 4000 zlatých.

V roce 1899 vyšla práce Diagnostické využití rentgenů v chirurgii doktora Jedličky. Práce se stala základem pro lékaře začínající v této oblasti. Byly popsány jednotlivé postupy pro snímkování gastrointestinálního traktu. V roce 1913 vydal doktor Jedlička svoji zprávu o radioterapii, z níž se v některých aspektech vychází i v současnosti (FAJMON, 2013).

Nutno konstatovat že stejně jako řada jeho předchůdců, přišel i doktor Jedlička při amputaci o tři prsty z důvodu ozáření. I přes zprávu z roku 1904, která konstatovala škodlivé účinky záření, nebylo u chirurgů výjimečné prohmatávání a zkoumání ozařované oblasti pacienta během snímkování.

První pracoviště v Čechách začala vznikat v Praze. Postupně vzniklo pracoviště v Olomouci a Havlíčkově Brodě. Tehdejší obsluhu přístrojů zajišťovali doktoři sami, případně zdravotní sestry. V roce 1924 zemřel Wilhelm Conrad Röntgen, ve stejném

roce dochází k posunu v oblasti zobrazování žlučníku. První pokusy pro kontrastní vyšetření žlučníku uskutečňují vědci Graham a Cole.

Po první světové válce je vyvinuta nová kontrastní látka Uroselectan. Tato kontrastní látka byla diodová sloučenina a užívala se pro nitrocévní podání. Došlo k masivnímu výzkumu v oblasti kontrastních látek, které se snažily překonat izodenzitu tkání. Více v podkapitole vývoj kontrastních látek. Dále docházelo k postupnému zavádění nových metod. Kromě již zmíněné cholecystografie to byly vylučovací urografie a další vyšetření, která nesouvisí s gastrointestinálním traktem

2.2 Rok 1924 – 1945

Při pátrání po historii byla nalezena zajímavá informace na jedné straně v knize *Naked to the bones*. V roce 1996 se u konferenčního stolu sešlo několik mužů středního věku, kteří diskutovali na téma historie radiologie. Jeden z nich vzpomínal na své mládí v Berlíně na rok 1936, kdy ho matka vzala do obchodu s obuví a on položil svoji nohu pod fluoroskop pro zkoumání jeho kostí a výběr vhodné obuvi. Nedělo se tak jenom v Berlíně, ale po celém světě.

V meziválečném období si radiologie zcela vydobyla své místo v lékařství. RTG přístroje pronikly do mnoha nemocnic a lékaři je začali aktivně využívat. Tehdejší zobrazení gastrointestinálního traktu probíhalo analogově. Rentgenový film využívaný pro tyto účely byl tvarován ve folii. Proces získání filmu se od dnešní přímé digitalizace zcela lišil, více v podkapitole Filmový materiál a jeho vývoj do roku 1945.

V roce 1924 došlo k vůbec první cholecystografii. O rok později vznikla Reliéfová studie trávicí trubice, kterou sepsal H. H. Berg. V oblasti vývoje RTG přístroje došlo k důležitým posunům. Roku 1928 byla definovaná jednotka pro RTG záření a C. H. F. Muller vyvinul a sestrojil ochranný kryt rentgenky.

2.2.1 Filmový materiál a jeho vývoj do roku 1945

Při získávání obrazu analogovým postupem byl zapotřebí film. Samotný filmový materiál, na který byl obraz přenesen, tvořil film foliový. Než byly tyto filmy téměř zcela vytlačeny přímou a nepřímou digitalizací, měly polyesterovou podložku, která byla svými vlastnostmi hladká, ohebná a hlavně radiotransparentní. Tato podložka byla z obou stran potažena pojivovou vrstvou, kterou vytvářela želatina. V této želatině

nazvané citlivá vrstva byly suspendovány krystaly bromidu stříbrného (CHUDÁČEK, 1995).

Podložka, která zajišťovala kontakt s citlivou vrstvou, se ve své stavbě s postupem let měnila. Její první užití je datováno na rok 1910, kdy se skládala z nitrocelulózy. Tento typ podložky se využíval do roku 1930. Její mechanické vlastnosti byly velmi dobré, ovšem fakt, že je nitrocelulóza hořlavý a výbušný materiál, je nepřevýšil. Druhý problém spočíval ve skladování a vlastní archivaci tohoto materiálu. Pokud by bylo přehlédnuto riziko možného požáru, samotné skladování bylo doprovázeno velmi nepříjemným zápachem. Dělo se tak z důvodu stárnutí materiálu, které mělo dále za následky jeho zkřehnutí a poměrně značnou lepkavost. Vzhledem ke všem těmto komplikacím se začal film rychle nahrazovat (Kolektiv autorů, 1955).

Z výše popsaných důvodů docházelo již v letech 1920-1960 k nahrazování nevhodného nitrocelulózního materiálu acetátem a triacetátem celulózy. Tento materiál měl výhodu v oblasti archivace snímků, kde si udržel lepší a dlouhodobější stabilní stav. Bohužel zápach nezmizel, pouze změnil svoji charakteristiku na kyselinu octovou. Nutno konstatovat, že i když triacetát celulózy vykazoval dlouhodobě lepší stabilitu, docházelo nadále k jeho kroucení, praskání a křehnutí. Samozřejmě, že měl tento fakt za následek špatné diagnostické hodnocení snímku. S odstupem času došlo v roce 1950 k zavedení polyesterových podložek.

Využití polyesterové podložky v praxi znamenalo stálou pružnost a zamezení chemických procesů. V roce 1960 se ve Spojených státech amerických začalo používat snímkování zubů a zubních oblouků, první snímek zubu proběhl ovšem již v roce 1896. Tehdejší expoziční čas činil 25 minut. Eastman Kodak začal komerčně vyrábět a prodávat první balení dentálních filmů v roce 1919. Na tyto filmy byla již možná přímá expozice. (Naked to the bone, 1997).

2.2.2 Vývoj kontrastních látek do roku 1945

Kontrastní látky využívané v radiologii mají svůj počátek spolu s objevením záření X, kdy se zkoumalo, které látky pohlcují a které zvýrazňují průchod záření X. Základy tohoto výzkumu položil spolu s objevením záření X Wilhelm Conrad Röntgen. Vývoj začal již v roce 1896 a v této části bych se rád zabýval dobou do konce druhé světové

války. Samozřejmě se nejedná o kompletní přehled vývoje kontrastních látek, ale pouze těch, jež měly uplatnění v oblasti gastrointestinálního traktu.

První pokusy s užitím kontrastních látek v radiologii započaté v letech 1896-1900 byly na bázi pokusů a omylů. Při nativních snímcích trávicí trubice se používaly zcela náhodné substance různých RTG kontrastních sloučenin. I přes snahu Röntgena chyběly fakticky cílené dlouhodobé pokusy. Chemický rozbor těchto látek nebyl v počátcích využíván. Samotnou práci na vývoji kontrastních látek komplikoval fakt, že tehdejší RTG přístroje měly k dnešní podobě před sebou ještě složitý technický vývoj a byly značně nedokonalé. Z těchto důvodů se v počátcích zkoumaly pozitivní kontrastní látky, jejichž absorpce RTG záření byla značná. V praxi se využívaly převážně látky anorganického původu. Jednalo se o sloučeniny těžkých kovů, které měly značnou toxicitu. V rentgenanatomických studiích se využívala rtuť a kovové piliny. (HOVORKA, 2012).

Samotné použití kontrastních látek v přímém zobrazení proběhlo roku 1896, kdy se ve Vídni uskutečnila angiografie amputované ruky. Tehdy byla jako kontrastní látka použita tekutá pasta. Tato pasta se skládala ze solí olova, vizmutu a baria.

Vzhledem k dobrému přístupu do gastrointestinálního traktu dutinou ústní se začalo brzy uplatňovat použití kontrastní látky. Vyšetření gastrointestinálního traktu kontrastní látkou bylo tehdy v popředí celého výzkumu. První pokus roku 1896. Proběhlo zobrazení pomocí kontrastní látky za využití sloučeniny vizmutu. V roce 1896 se použil k zobrazení průběhu peristaltiky síran barnatý.

Gastrointestinální trakt zůstával pro svoji dobrou dostupnost i nadále v popředí zájmu vývoje kontrastních látek. Hledaly se vhodné sloučeniny pro toto zobrazení. Od roku 1900 se usilovně pracovalo na vyvinutí správné techniky a metodiky potřebné pro zkoumané toto vyšetření. Prakticky se nepřestaly používat sloučeniny těžkých kovů, ovšem současně se zaměřovala pozornost na vývoj negativních kontrastních látek a sloučenin halogenů. V roce 1909 byla vytvořena a následně zavedena do praxe vodná suspenze síranu barnatého. Toto vyvrcholení dlouholeté snahy získalo úspěch. V praxi našlo zobrazování gastrointestinálního traktu za využití baryových kontrastních látek své místo, které si drží dodnes. Jedná se o pozitivní kontrastní látku. Fritze Munka využil později baryum jako Riederovo jídlo, které bylo praktické smícháním baryové suspenze spolu s ovesnou kaší. (HOVORKA, 2012).

Po roce 1920 se setkáváme s epochou, která je charakteristická jodovanými oleji. V této době byly položeny základy pro zobrazení žlučníku a žlučových cest za využití kontrastních látek. Pokusy s anorganickými sloučeninami solí těžkých kovů nadále pokračovaly. Oproti samotnému počátku vývoje kontrastních látek, který byl nesystematický, se nyní postupovalo systematicky a za využití poznatků z oblasti farmakologie.

Výzkum kontrastních látek měl v popředí zájmu dokonalé zobrazení žlučových cest a žlučníku. Graham a Cole postupovali spolu s využitím zkušeností o vylučování derivátu fenolfatinu žlučí a o známém faktu desetinásobné koncentrace žluči ve žlučníku. Tehdy vznikl zcela nový preparát, který se využil v roce 1923. Jejich halogenový fenolftalein byl použit pro zobrazení žlučníku psa. Aplikace proběhla nitrožilně. V roce 1924 vznikla publikace o cholecystografii. V pozdějších fázích byla vyvinuta hepatotropní kontrastní látka, která byla svým složením méně toxická a vylučovala se játry (HOVORKA, 2012).

V roce 1929 byla objevena látka Thorium. S delším časovým odstupem se ovšem prokázaly kancerogenní účinky této sloučeniny, a proto se nadále nevyužívala. V roce 1941 se začal při perorálním aplikaci v cholecystografii používat Bilisektan. (HOVORKA, 2012).

3 ZOBRAZOVÁNÍ V LETECH 1946 – 1975

V oblasti radiologie je období po druhé světové válce charakteristické vznikem samostatné profese radiologický asistent. Do této doby byl personál obsluhy RTG pracoviště tvořen buď lékaři, nebo sestrami. Profese radiologického asistenta vznikla jako samostatný studijní nelékařský obor. V Čechách se touto otázkou zabývali v poválečném období vědci Vacek a Rosa. Bohužel se tehdy nesetkali s úspěchem, první kurz, který trval půl roku, vznikl v roce 1949 a byl určen pro pracovníky, jejichž praxe přesáhla v této oblasti tři roky (ANON).

Roku 1951 vznikl kurz organizovaný ministerstvem zdravotnictví, který absolvovalo prvních 17 radiologických laborantů. Vzhledem k rychlému rozvoji radiologie v Čechách po druhé světové válce bylo v této oblasti zapotřebí dalších pracovníků. V roce 1948 sestrojil Coltman zesilovač RTG obrazu. Roku 1949 zkonstruoval Douglass H. Howry první pluz-echo ultrazvukový skener. Tento přístroj se stal předchůdcem dnešního ultrazvukového přístroje. V letech 1950 dále docházelo k propracování techniky rentgenové kinematografie. Po roce 1953 začal prodej sériové výroby zesilovačů RTG obrazu a také zavedení tvrdé techniky do praxe. (SEIDL, 2012), (SVOBODA, 1972).

Nutno konstatovat, že po druhé světové válce se řada pracovníků, kteří měli povolávací rozkaz, vrátila zpátky do své profese. Díky tomu došlo k dynamickému rozvoji medicíny, obzvláště tomu tak bylo v oblasti zobrazování gastrointestinálního traktu a celé radiologie.

Počet pacientů s nemocemi žlučníku a žlučových cest stoupal. Tento fakt dal vzniknout dalšímu rozvoji v oblasti cholecystografie. Více v podkapitole vývoj kontrastních látek po druhé světové válce. Po druhé světové válce vznikla řada publikací podrobně se zabývajících nejen zobrazováním gastrointestinálního traktu. V roce 1955 vyšla publikace Úvod do rentgenové diagnostiky a roku 1972 vydal MUDr. Svoboda Základy techniky zobrazování rentgenem. V této publikaci jsou shrnuty základy tehdejšího zobrazování gastrointestinálního traktu. Řada těchto postupů zůstala do dnešní doby totožná nebo mírně poupravená, proces získávání obrazu se ovšem s přímou a nepřímou digitalizací pro radiologického asistenta zcela změnil. Především odpadla nutnost analogového vyvolávání filmu a správná expozice obrazu

v dnešních systémech s předvolbami už nečiní komplikace. Následující kapitoly snímkování gastrointestinálního traktu vycházejí z tehdejších doporučení.

3.1 Snímkování gastrointestinálního traktu v letech 1946 – 1975

Gastrointestinální trakt a jeho snímkování bylo prováděno cíleně. Důvodem bylo kombinování skiaskopie se skiagrafií. Samotné snímkování za použití pozitivní kontrastní látky bylo prováděno podobně jako při nativním snímkování. Projekce se při skiaskopii vyhotovovaly podle uložení daného orgánu gastrointestinálního traktu. Z toho důvodu nebyl pro snímkování trávicí trubice stanoven přesný postup.

V případě zobrazení hltanu se nejprve prováděly zadopřední a také bočné projekce. U jícnu se zobrazovaly pravé šikmé, zadopřední a také bočné projekce. V šikmých projekcích se jícen snímkoval i při použití kontrastní látky. Snímkování žaludku probíhalo v mnoha různých projekcích s ohledem na jeho anatomické uspořádání a diagnózu pacienta. Snímkování tenkého střeva probíhalo zadopředně a předozadně. Zobrazování rekta probíhalo bočně a šikmě, uplatňovalo se i při snímkování sestupného a vzestupného tračníku. Slinné žlázy v dutině ústní snímkoval radiologický asistent podobně jako tělo dolní čelisti. V této době byla považována za nejlepší skiaskopický postup rentgenová televize. Bylo v ní možné sledovat na dálku pohyby orgánu gastrointestinálního traktu, zároveň bylo možné upravovat jas obrazu i jeho kontrast. Výhoda byla v ochraně personálu díky vzdálenosti od pacienta. Nevýhoda celého systému byla v jeho vysoké pořizovací ceně a poměrně malém zorném poli. Při snímkování trávicí trubice byla doporučena hodnota napětí 60-100kV v případě předozadních a zadopředních projekcí. Pokud se užívala tvrdá technika, hodnota napětí stoupla až na 100-150 kV. (SVOBODA, 1972).

3.1.1 Prostý snímek břicha

Prostý snímek břicha (abdomen) se mohl zhotovit v několika možných variantách. První projekce byla předozadní vleže na zádech anebo zadopřední, při níž ležel pacient na břiše. Standardně se zhotovovaly obě projekce vstoje z důvodu odhalení hladinek při náhlých příhodách břišních.

Příprava pacienta spočívala ve svlečení do poloviny těla. Pacient měl být řádně vyprázdněn a nalačno. Pokud nebyly kontraindikace, bylo vhodné užít projímadlo.

Snímek se prováděl na vzdálenost 100 cm ohniska od filmu. Doporučoval se film nejvyšší kvality, foliový s vysoce zesilovací folií. Přístroj se nastavil na největší výkon. Film se uložil na výšku nebo šířku podle tělesných proporcí pacienta. Primární clony byly nastavené na dokonalé vyclonění a sekundární clony se nastavovaly na poměr 6:1-10:1, ovšem s přihlédnutím ke zvolené technice snímkování.

Uložení pacienta probíhalo podle druhu zvoleného vyšetření. Při zadopřední projekci stál pacient u vertigrafu, případně ležel na stole. Břicho měl přitisknuté k desce a osu těla měl v ose stolu případně vertigrafu. Kazeta se ukládala podle snímkové oblasti. Pokud se jednalo o zachycení podbráničních krajín, bylo potřeba nacentrovat kazetu výše. V případě horizontálního snímkování musel samotný centrální paprsek dopadat kolmo do středu kazety. Centrování probíhala přibližně do výše pupku pacienta.

U obézních pacientů docházelo ke stahování břicha pásem. Písmenka P a L se umísťovala do spodní části filmu, v případě zadopřední projekce zrcadlově. Hodnota expozice se ručně nastavovala v rozmezí 60-80kV, 90-200 mAs v závislosti na tělesné stavbě pacienta. V případě velmi obézních pacientů se doporučovalo i vyšší expozice. Vyšetřovaná oblast musela být zachycena kompletně v žádaném rozsahu. Pacient byl požádán o nádech, výdech a zadržení dechu během zhotovení vlastního snímku. Film měl být nejvyšší kvality a další zpracování mělo proběhnout v čerstvé lázni pro možné snížení dávky v oblasti gonád. (SVOBODA, 1972).

Vyšetření se setkávalo poměrně často s neúspěchem a nutným opakováním. Pacient nebyl dostatečně vyprázdněn a střevní obsah překrýval vyšetřovanou oblast. Často docházelo k podexponování samotného snímku. Vykrývání gonád se standardně provádělo pouze u dětí a pacientů, kteří byli v reprodukčním věku. V případě kontrastních vyšetření gastrointestinálního traktu v oblasti dutiny břišní byl nejdříve indikován prostý snímek břicha. Dále se zhotovovaly bočné laterolaterální a šikmé projekce. V těchto případech se pro vyšší hodnotu expozice uplatňovala tvrdá technika.

3.1.2 Žlučové cesty

Játra se zobrazovala prostým snímek, při kterém byl pacient vleže, a na snímku se zachycovala také bránice. Formát kazety se volil dle rozsahu sledované oblasti pacienta. Samotná zadopřední nebo předozadní projekce se mohla doplnit o pravou

bočnou projekci. Při užití kontrastní látky se zachycoval žlučník a jeho krajina zadopřední, předozadní, bočnou nebo šikmou projekcí.

3.1.3 Endoskopie

O pomůckách užívaných pro zkoumání rekta jsou vedené záznamy v archeologických nálezech již z doby starověkého Řecka, předchůdci pozdějších endoskopů. První lékařský pokus při využití endoskopu proběhl roku 1806. Roku 1853 se poprvé vyšetřovalo endoskopicky rektum.

Vůbec první pokusy o endoskopii probíhaly za pomoci rovných trubek. Kolonoskop byl sestaven v roce 1863, tento rok byla provedena první totální kolonoskopie. V roce 1868 byl sestrojen ezofagoskop. Osvětlování vyšetřovaného prostoru fungovalo pomocí zrcadel. Roku 1901 byl veřejnosti představen první laparoskop s tehdejším názvem coelioscop.

Po šesti letech byl vyvinut první gastroskop využívající elektronické osvětlení. Během první světové války se R. Schindler zabýval gastrokopií a o svých zkušenostech vydal roku 1923 knihu. Později byl sestrojen ohebný optický gastroskop. Tento gastroskop se držel v popředí do roku 1957, kdy ho nahradil endoskop používající skleněná vlákna o délce 1 m. Tento přístroj dostal název fibroskop.

Roku 1952 byla v Japonsku sestavena první miniaturní gastrokamera. Tato kamera byla schopná vyhotovit 32 expozic na jeden film. V Čechách tuto kameru vlastnil a používal Václav Jirásek. Fibroskop byl v roce 1984 vystřídán videoendoskopem, který byl poprvé komerčně představen firmou Welch Allyn Inc. První zprávy o žaludeční biopsii jsou z roku 1940. Do šedesátých let se odebírala žaludeční biopsie pomocí speciálně vyvinutého operačního gastroskopu. V roce 1955 byl popsán princip pankreatografie (Naked to the bone, 1997).

První endoskopii v Čechách provedl pravděpodobně Jan Nepomuk Čermák. Ve dvacátých letech dvacátého století přišly první zprávy o endoskopii gastrointestinálního traktu. Během druhé světové války nedošlo na území Čech k významnějším posunům v oblasti endoskopie. Roku 1951 vyšla kniha *Gastroskopie*, která se stala základem pro budoucí specialisty v tomto oboru.

3.1.4 Náhlé příhody břišní

Dřívější vyšetření rentgenem při náhlých příhodách břišních mělo velkou váhu. Nutno konstatovat, že se využívá i v současnosti. Toto vyšetření kladlo vysoké nároky na personál. Pacient byl často ve stavu bezvědomí nebo byl postižen značnými bolestmi, spolupráce s ním byla velmi obtížná. Z těchto důvodů vznikalo nebezpečí neostrosti snímků kvůli pohybům pacienta. Pacient se vyšetřoval přednostně, svlékl se do poloviny těla. Využíval se přístroj největšího výkonu, expozice byla co nejkratší. Při snímkování na lůžku se využíval pojízdný RTG přístroj minimálně dvoupulsní s rotační anodou v rentgence. Tento přístroj bylo důležité ihned po snímkování vypojit ze zdroje. Jako první se zhotovovaly nativní snímky. Následně se po zhodnocení snímků zhotovovalo kontrastní vyšetření. Používala se vodná jodová kontrastní látka (SVOBODA, 1972).

3.2 Vývoj filmového materiálu po druhé světové válce

Oproti letem předcházejícím, kdy bylo skladování a archivace filmového materiálu spojené se značnými komplikacemi, došlo po druhé světové válce k pokroku. Zcela nevhodná nitrocelulozní podložka byla v roce 1950 nahrazena polyesterovou. Využití polyesteru zaručilo dlouhodobou chemickou stálost, tím pádem prodloužilo životnost snímků a s odstupem let i jejich výpovědní hodnotu.

Tyto foliové filmy byly obzvláště citlivé na zelené a modré světlo. Při radiofotografování bylo využíváno speciálních filmů, které měly jednu stranu citlivou na žlutozelené světlo. Z druhé strany byl film opatřen vrstvou, která bránila odrazu světla. Dále existoval speciální typ filmu určený pro rychlokamery. Všechny tyto metody skončily se zavedením přímé a nepřímé digitalizace.

3.2.1 Temná komora

Při vyvolávání analogově pořízeného snímku byla hlavní úloha v temné komoře. Tato temná komora se dělila na dvě části, a to suchou a mokrou část pracoviště. V suché části pracoviště probíhala manipulace s filmovým materiálem, který se umisťoval do jednotlivých kazet, případně se upevňoval do rámečků. V této části pracoviště byl stůl, jenž byl osvětlen lampou s červeným, případně žlutozeleným, filtrováním (CHUDÁČEK, 1995).

Ve druhé části pracoviště byla tzv. mokrá místnost, kde se nacházely potřebné kádě s vývojkou. Následoval ustalovač, lázeň pro vypírání a kád' pro finální odkapávání filmu. Do samotné temné komory se filmy přemísťovaly speciálně určeným vstupem. Tento vstup byl uzavíratelný a světlo nepropouštějící. Z RTG pracoviště se do něj vložil například snímek jícnu s kontrastní náplní a film se v této komoře vyvolal. Vedle temné komory byla světlá komora, která byla vybavena negatoskopem a sušičkou (CHUDÁČEK, 1995).

Samotný vznik obrazu na filmu bylo zapotřebí zvýraznit. Dělo se tak během chemického procesu, který se odehrával ve vývojce a následně v ustalovači. Při této chemické reakci docházelo ve vývojce k rozpadu bromidu stříbrného. Vzniklé amorfni stříbro zůstalo na filmu. Díky tomuto procesu došlo ke zčernání filmu. Ustalovač napomáhal k následnému odplavení bromidu stříbrného, který vznikl ve vývojce. Poslední fáze zpracování spočívala v důkladném opláchnutí zbylého ustalovače. Poté se film zavěsil a nechal usušit (SVOBODA, 1972).

3.2.2 Automaty pro vyvolání filmu

Na konci šedesátých let se začaly využívat automaty pro vyvolání filmového materiálu. Automat byl z části v temné a z části ve světlé komoře. S jeho využitím trvala doba zpracování obrazu přibližně tři minuty, tento čas se mohl ovšem měnit. Díky zvýšení teploty vývojkou se celkově vyvolávací proces urychlil. V automatu byly všechny potřebné úseky na vyvolání filmu od vývojkou až po sušičku. Nutno konstatovat, že řada radiologických asistentů uváděla poměrně častou poruchovost, i když byla jejich kontrola plánována na každý den.

3.3 Vývoj kontrastních látek po druhé světové válce

V oblasti vývoje kontrastních látek došlo k pokroku až po zklidnění náročné situace, která byla vyvolána dlouhým válečným obdobím. V této době začal přibývat počet pacientů, kteří měli problém se žlučovými cestami a žlučníkem. Tento fakt dal podnět k dalšímu rozvoji kontrastních látek s perorální aplikací. Samotné zobrazení žlučových cest provedl pan Priew.

Další vývoj kontrastních látek určených hlavně pro cholecystografii započal vědec Wallingford roku 1950. Jeho cílem bylo vytvoření kontrastní látky s nízkou toxicitou.

Využil ve výzkumu kyselinu aminohipuronovou. Věděl, že je tato kyselina dobře tolerovaná a méně toxická. K jádru kyseliny přiřadil atom jodu. Následně syntetizoval sloučeninu. Tato sloučenina měla benzenové jádro a tři atomy jodu. Výsledná syntéza vytvořila základ současných jodových kontrastních látek.

Současné jodové kontrastní látky měly položený svůj základ již v roce 1950. Přesto se začaly fakticky využívat až na konci sedmdesátých let. Telepague nesl název vůbec první jodové kontrastní látky pro perorální aplikaci při zobrazení žlučníku a žlučových cest. Došlo také k vývoji jodových kontrastních látek pro intravenózní aplikaci. Během celého tohoto období byla hojně využívána baryová kontrastní látka, která byla vyvinutá před první světovou válkou. Vzhledem k nedokonalosti tehdejších endoskopů bylo oproti dnešní situaci mnohem častější kontrastní vyšetření žaludku baryovou suspenzí.

Při užití kontrastu bylo důležité dbát na správnou volbu napětí, kvalitu filmů a jejich následné zpracování. Různá místa absorbovala různé množství kontrastní látky, a to nešlo ovlivnit. Samotná práce radiologického asistenta musela být přesná. Důležité bylo také omezení sekundárního záření. Sekundární záření vždy negativně ovlivňovalo vyšetření. Jeho vznik se eliminoval na počátku procesu přidáním primární clony (SVOBODA, 1972).

Více o historii využití kontrastních látek pro zobrazování gastrointestinálního traktu v podkapitole vývoj kontrastních látek po roce 1976.

3.4 Ultrasonografie gastrointestinálního traktu do roku 1975

Ultrazvuk využívaný jako diagnostická metoda v oblasti gastrointestinálního traktu prošel od doby svého objevení velkým technickým pokrokem. Samotná historie objevení sahá až do 18. století, kdy vyslovil vědec Spallanzani po pozorování netopýrů hypotézu o vibracích, které přesahující hranici slyšitelnosti.

V roce 1847 došlo k prvnímu uměle vygenerovanému ultrazvuku. V roce 1918 byl sestrojen přístroj, který byl schopen zaznamenat překážky pod vodní hladinou. V lékařském využití došlo k pokroku roku 1942. Tehdy sestrojil vědec Firestone odrazový ultrazvukový reflektoskop. Tento přístroj byl vybaven osciloskopem, na kterém bylo možné pozorovat odrazy ultrazvukových vln. Tehdy byl položen základ dnešní ultrasonografie.

V roce 1949 došlo k prvnímu využití ultrazvuku v oblasti gastrointestinálního traktu. D. Ludwig a F. W. Struthers díky této metodě lokalizovali žlučové kameny. Tuto metodu následně zavedli do medicínské praxe. V roce 1950 bylo popsáno zařízení schopné dvojrozměrného zobrazení. V roce 1951 byl sestaven první nemocniční echograf, který našel uplatnění při zjišťování žlučových kamenů a výzkumu vlastností nádorových tkání (Obstetric Ultrasound, 2006).

V roce 1955 vznikla první sonda tvořená keramickým elektrostričným materiálem, jež nahradila materiály přírodní. V počátku šedesátých let začala výroba komerčních medicínských ultrazvukových přístrojů, zároveň přišly i první metody založené na Dopplerově principu. Jeho masivní rozvoj ovšem začal až na konci osmdesátých let. Více o využití ultrasonografie v podkapitole ultrasonografie v oblasti gastrointestinálního traktu. Do roku 1976 bylo v Čechách provedeno více než 3000 vyšetření epigastria. Vyšetřovalo se v poloze na zádech. Pro vyšetření se využíval přístroj Picker-Echoview 6 s EDC systémem, který vytvořil obraz ve škále odstupňované šedi (Československá gastroenterologie a výživa, 1982).

4 ZOBRAZOVÁNÍ OD ROKU 1976 PO SOUČASNOST

Vedle klasických nativních snímků, kontrastních zobrazování, endoskopie a dalších vyšetření se po roce 1976 začaly mohutně rozvíjet metody zcela nové. O ultrasonografii a jejím prvním použití pojednává podkapitola ultrasonografie gastrointestinálního traktu do roku 1975, její pravý přínos nastal ovšem až v období po roce 1976.

Dále se začaly do praxe dostávat složité CT a MRI přístroje. Jejich rozvoj začal postupně vytlačovat některé postupy, o kterých bylo psáno, až se od jejich užívání téměř upustilo a nahradily je tyto moderní metody.

Nutno říci, že pomocí ultrazvukového vyšetření a CT jako neinvazivních metod značně rozšířily možnosti diagnostického zobrazování gastrointestinálního traktu. Oproti ERCP a PTC měly výhody především v odstranění rizika perforace endoskopem. Obzvláště ultrazvukové vyšetření epigastria umožnilo dobrou orientaci v orgánech a jejich anatomickém rozložení.

CT břicha se často nahrazovalo více dostupným ultrazvukovým vyšetřením. Z počátku měly CT přístroje problémy se zobrazováním lézí v oblastech pankreatu. Všechna tato nová vyšetření byla ovšem uvítána, protože obecně zpřesňovala diagnostiku v oblasti gastrointestinálního traktu.

Angiografie v oblasti gastrointestinálního traktu se využívala při podezřeních na možná krvácení z trávicí trubice. Další možností byl cévní ileus. V dnešní době se provádí převážně CT angiografie. Samotná aplikace kontrastní látky do cévního řečiště proběhla poprvé v roce 1923 za využití olejové kontrastní látky. S postupem let se angiografie vyvíjela a velký rozvoj zaznamenala v době nahrazení foliového filmu digitalizací. Dřívější postup získávání obrazu analogově byl velmi zdlouhavý, radiační zátěž byla vyšší (Naked to the bone, 1997).

4.1 RTG snímkování gastrointestinálního traktu

Po více než 100 letech získávání analogového snímku gastrointestinálního traktu začalo docházet k jeho nahrazování digitální cestou. Přejít na přímou a nepřímou digitalizaci proběhl na území Čech poměrně rychle. Svůj přínos měla digitalizace v mnoha ohledech, nejvíce díky rychlému vyvolání. Díky této technice také skončil problém s vytvářením nového archivačního materiálu v podobě foliových filmů.

V dnešním systému PACS je snímek připraven ihned k odeslání na příslušné oddělení, u akutních případů k okamžitému posouzení zdravotního stavu pacienta. Díky úpravě snímku v systému není již přexponován, nebo podexponován a ve většině případů nemusí být proto opakován. Dále odpadl problém samotného zpracování analogového filmu v černé komoře, díky tomu došlo i ke značnému snížení nákladů. Samotná digitalizace se dělí na přímou a nepřímou digitalizaci.

Nepřímá digitalizace se provádí na kazetu, která má v sobě folii tvořenou pomocí fosforu. Dále je zde zařízení, které převádí obraz z folie v elektrický signál, díky tomu dokáže počítač složit výsledný obraz. Tyto folie jsou schopny provést kvalitně až 30 000 snímků. Je důležité, nechat načíst jejich obsah pokud možno co nejdříve, protože obraz na kazetě je nestabilní, po 12-24 hodinách začíná mizet (ŠMORANC, 2004).

V případě přímé digitalizace již zcela odpadá jakákoliv manipulace s kazetami se záznamem. Záznam je načten do počítače ihned a do několika sekund je zpracován. Systém tvoří detektory obrazu, které jsou uspořádané do ploché matice (KREJČÍ, 2009).

Spolu s přímou digitalizací přišel i systém PACS. Tento systém sbírá a archivuje data ze všech pracovišť nejen RTG, ale i CT, MR a ultrasonografie. Díky němu odpadl problém s přenášením dat a vznikl ucelený systém pro přenášení informací i na vzdálená pracoviště.

Pokud se zhotovuje pasáž v trávicím traktu, je v současné době nejčastěji indikováno použití vodných jodových kontrastních látek. Baryová suspenze způsobí v případě průniku do mediastina silnou zánětlivou reakci. Kvůli tomuto faktu je její použití při podezření na perforaci trávicí trubice zcela kontraindikováno. Dále je její kontraindikace při podezření na ileus tlustého střeva (SVOBODA, 2012)

Samotná příprava pacienta na vyšetření se neprovádí, je ho ovšem vhodné provést na lačno. Nejdříve se zhotovuje nativní snímek a následně se aplikuje buď baryová suspenze, nebo jodová kontrastní látka. Pacient může kontrastní látku vypít nebo ji lze aplikovat nasogastrickou sondou. Snímky se následně zhotovují s časovým odstupem, přičemž poslední je v oblasti rekta při jeho úspěšném naplnění.

4.1.1 Skiografie břicha

Samotný nativní snímek břicha se stále často využívá při skiografickém vyšetření gastrointestinálního traktu. Při snímkování paprsek dopadá horizontálně na kazetu. Na tomto snímku je zachycena jak bránice, tak i spodní plicní pole. Samotné projekce se dělí na tři typy.

Zadopřední snímek břicha ve stoje

Provádí se na vertigrafu. Břicho pacienta je pevně přitisknuté na desku přístroje. Pacient položí ruce podélně na vertigrafu, tím stabilizuje svoji polohu a zamezí možnému nezaostření snímku. Kazeta svým horním okrajem přesahuje bránici. Centrální paprsek je namířen na střed těla a v nádechu se zhotovuje snímek.

Rieglerova projekce - nativní snímek břicha vleže

Pacient leží na levém boku a centrální paprsek dopadá horizontálně na kazetu. Snímek se zhotovuje v nádechu.

Předozaďní snímek břicha

Pacient leží na zádech. Pacientovi se podkládají kolena a hlava za pomoci podložky. Centrální paprsek směřuje vertikálně mezi lopatky. Tento snímek slouží pro dobré posouzení střevní neprůchodnosti.

4.1.2 Polykací akt

Pokud je pacient v dobrém zdravotním stavu je možné zhotovit kontrastní zobrazení jícnu. Provaní se jednokontrastně případně dvoukontrastně. Toto vyšetření lze provést bez předchozí přípravy pacienta. Polykací akt je jednokontrastní vyšetření. Využívá se baryová suspenze, po které následuje pasta. Nejdříve se zavádí suspenze, která odhalí možná zúžení v jícnu, kde by pasta nemusela projít.

Vhodnější je dvoukontrastní vyšetření jícnu, kdy se baryová suspenze kombinuje s podáním šumivého celaskonu. Následuje skiaskopické sledování průběhu kontrastní látky a zhotovení několika snímků v zadopřední a bočné projekci. Při snímkování je důležité správné vyclonění sledovaného prostoru.

V případě podezření na cizí těleso se zhotovuje nativní snímek. V případě nekontrastního cizího tělesa se využívá polknutí vaty s kontrastní látkou.

V případě poruchy dolního svěrače jícnu se provádí speciální vyšetření. Pro GER je charakteristické pálení žáhy, které vzniká nedokonalým zavřením dolního jícnového a svěrače a následným tokem potravy z žaludku zpět do jícnu. Pacient se položí na záda a vypije baryovou suspenzi. Následně se točí ze strany na stranu a zatíná břišní svaly. Při tom se zhotovují v klidné poloze snímky (VÁLEK, 1996).

4.1.3 Zobrazení žaludku

Nutno konstatovat, že vyšetření žaludku bylo s nástupem videoendoskopu již téměř vytlačeno, ovšem občas bývá indikováno. Hlavním důvodem pro jeho indikaci jsou podslizniční procesy, které se při klasické gastrokopii nezobrazí. Jejich obraz je na snímku tvořen lehkým ohraničením některých míst. Každopádně současná metoda první volby je gastrofibroskopie.

Příprava pacienta spočívá v lačnění. Pacient nesmí pít, jíst a kouřit. Takto připravený pacient se v dopoledních hodinách dostaví na RTG pracoviště. V této části dne je žaludek nejméně naplněn žaludečními šťávami. Snímek se zhotovuje dvojkontrastně. Používá se baryová suspenze v kombinaci s šumivým celaskonem. Snímek se zhotovuje ve stoje předozadně, zadopředně a bočně, ovšem lze ho zhotovit i v dalších možných polohách. Na závěr vyšetření se většinou zhotovuje snímek v Trendelenburgově poloze.

4.1.4 Irrigografie

Pro zobrazení a vyšetření tračnicku zhotovujeme tzv. irrigografii. Při tomto vyšetření dochází k plnění tračnicku kontrastní látkou aplikovanou per rektum. Nutno zmínit, že s nástupem videoendoskopů se toto vyšetření neděje tak často jako dříve. Ovšem na rozdíl od RTG žaludku se stále provádí poměrně často. Občas se nahrazuje CT kolonografií.

Správná příprava pacienta je důležitá. Tlusté střevo musí být prázdné. Vhodné je den před samotným nástupem na vyšetření nejíst potraviny, které nelze dokonale strávit. Mezi čtvrtou až osmou hodinou večerní den před vyšetřením vypije pacient postupně 3-4 litry Macrogolu, od té chvíle pacient zcela lační. Před samotným vyšetřením lze aplikovat spazmolytika. Kontraindikace irrigografie je v případě, že byla

předtím provedena rektoskopie. Je to převážně kvůli možné perforaci sliznice a možnému úniku baryové suspenze (SVOBODA, 2012).

Irrigografii lze zhotovit i dvojkontrastně. V takovém případě se používá barová suspenze spolu se zavedením vzduchu. Samotná směs je vytvořena v nádobě pro to speciálně určené v tzv. irigátoru. Pacient si lehne na bok a zavede se mu rektální rourka. Před samotným zavedením je vhodné použít pro znecitlivění mezokainový krém. Samotné plnění se provádí za skiaskopické kontroly. Průběžně se zhotovují snímky jednotlivých částí tračníku, které jsou již kontrastem naplněné.

Po aplikaci kontrastní látky dochází k zavedení vzduchu do tračníku. Provádí se to pomocí balónku. Samotný kontrast v tračníku je tlačěn a lepí se na stěny. V tu chvíli je vhodné, aby se pacient párkrát pootočil ve své ose na stole, čímž lépe rozložil kontrast. Nejlepší je, když vyšetření dosáhne zobrazení terminální kličky ilea. Snímkování se provádí často i po vyprázdnění. Vzduch zavedený do tračníku odchází přirozenou cestou. Vzduch má zároveň nízkou relativní absorpci RTG záření (SVOBODA, 2012).

4.1.5 Enteroklýza

Pro zobrazení tenkého střeva využíváme enteroklýzu. Toto dvojkontrastní vyšetření mělo dříve nepostradatelný význam pro zobrazení gastrointestinálního traktu. Faktem je, že ho v současnosti často nahrazují CT a MR enterografií. Aplikace kontrastu je prováděna sondou, jež je zavedena do oblasti přechodu žaludku do duodena. Doporučuje se aplikovat spasmolytika pro utlumení peristaltiky.

Samotná baryová suspenze je aplikována rychlostí přibližně 80 ml/min. Pro aplikaci se používá přibližně 200-300 ml baryové suspenze. Roztok by se měl zahřát na teplotu přibližně 35° C. Tato aplikace trvá přibližně 3 minuty. Při aplikaci karboxymethylcelulozy, resp. jejího 0,5% roztoku, je celkové množství přibližně 100 ml a rychlost aplikace je 120 ml/min. Tato manuální aplikace kontrastní látky je nejen časově ale i fyzicky náročná. Z těchto důvodů je pro aplikaci kontrastu často využívána speciální pumpa. Tato pumpa tlačí samotnou kontrastní látku metylcelulozou a přitom se přichycuje na stěny tenkého střeva. Pokud by mělo být vyšetření dokonalé, mělo by být zobrazeno celé ileum (SVOBODA, 2012).

4.1.6 Defekografie

Pokud chceme provést dynamické zobrazení defekačního procesu, mluvíme o defekografii, nejčastější je u dětí. Pro pacienta je vyšetření psychicky náročné. Pokud má pacient potíže s defekací, je vhodné jeho provedení. Pacient má vyprázdněné rektum a vleže se aplikuje baryová suspenze do rekta. Pacient sedí na speciálním nočníku a snímky se zhotovují v bočné projekci před, po a během defekace. Pro zobrazení píštěle se využívá fistulografie. Toto vyšetření spočívá v aplikaci jodové kontrastní látky do píštěle a následné snímkování.

4.1.7 Tranzit Time

Tranzit time je vyšetření tlustého i tenkého střeva při použití speciálních kontrastních kapslí. Po spolknutí kapslí pacientem se sleduje a průběžně snímkuje jejich průběh. Standardně se snímkuje po šesti hodinách podle průběhu (SVOBODA, 2012).

4.1.8 PTC

Tato metoda spočívá v punkci intrahepatálního žlučovodu jehlou. Provádí se přes jaterní parenchym a dochází k naplnění kontrastní látkou. Samotná místo zákroků je většinou v pravém laloku (SEIDL, 2012).

4.1.9 ERCP

Tato metoda kombinuje v praxi endoskopii s radiodiagnostikou. Využívá se pro zobrazení pankreatického a žlučového vývodu. Příprava pacienta na vyšetření spočívá v lačnění. Před vyšetřením se znecitlivuje ústní dutina a aplikuje se analgosedace intravenosně. Duodenoskop se zavede dutinou ústní a vyhledá se vaterská papila. Do vaterské papily se aplikuje jodová kontrastní látka. Následně se snímkuje. Další výhodou vyšetření je možný histologický odběr, případný okamžitý odběr konkrementů.

4.2 Výpočetní tomografie CT

Vedle velkého úspěchu klasického snímkování gastrointestinálního traktu začala být poměrně brzo patrná nedostatečnost tohoto vyšetření. Podstata problému byla

v zobrazení 3D lidského obrazu v obrazu 2D. Zobrazení orgánu gastrointestinálního traktu nemohlo být dokonalé, protože se navzájem při průchodu záření překrývají. Z těchto důvodů se začala vyvíjet nová technologie pro zobrazení řezu lidského těla, tzv. tomogram.

Teorie popisující získání 3D obrazu z řady 2D obrazů byla popsána již v roce 1917. Roku 1978 byl v Hradci Králové instalován první celotělový výpočetní tomograf. Samotný vývoj těchto technologií se rozděluje na geometrickou a výpočetní tomografii. Geometrická tomografie umožnila zobrazení řezu orgánu ve vybrané rovině.

V osmdesátých letech byl spolu se zavedením počítačů zkonstruován výpočetní tomograf. Samotná výpočetní tomografie v současnosti umožňuje zobrazení anatomických struktur pacienta ve 3D zobrazení. Samotný obraz využívá pro svůj vznik rozdílnou hodnotu absorpce RTG záření při průchodu tkáněmi. Na základě těchto údajů se vypočítá a zrekonstruuje obraz.

Za více než 40 let toho zobrazování došlo v oblasti technického vývoje k velkým pokrokům. Samotné typy CT lze rozdělit dle technického pokroku:

- konvenční CT (standard);
- helikální neboli spirální CT;
- subsekundové CT;
- real time CT;
- multi slice CT;
- rychlé 3D CT;
- dual source CT.

První vývojové generace měly jednu rentgenku a jeden detektor. Využívaly systém translace/rotace. Svaz RTG záření byl úzký. Účinnost byla velmi malá a jedna vrstva trvala přibližně 5 minut. Využívala se pouze pro zobrazení hlavy.

Druhé generace fungovaly rovněž na principu translace/rotace, ovšem počet detektorů se navýšil. Mohlo jich být až 60. Byly umístěny v jedné řadě. Doba snímání jedné vrstvy trvala přibližně 10 - 20 sekund, metoda se začala využívat celotělově.

Třetí vývojová generace funguje na principu rotace/rotace. Samotný svazek RTG záření překrývá celou vyšetřovanou plochu a počet detektorů se navýšil až na 1000. Samotná projekce se snímá během rotace rentgenky. Samotná doba snímání

jedné vrstvy činí pouhých 3 – 5 sekund. Díky snímání více řezů v jednu chvíli mluvíme o tzv. multi-slice CT.

Čtvrtá vývojová generace funguje na principu stacionárně/rotačním. Po stacionární části obvodu gantry jsou umístěny detektory a samotná rentgenka rotuje uvnitř tohoto prstence. Tento systém zhotovuje jednu vrstvu pod jednu sekundu.

Pátá vývojová generace využívá systém Elektron Beam Tomography. Tyto systémy umožňují zobrazit jednu vrstvu během 50 – 100 ms. Samotný systém je velmi nákladný a v Evropě se nachází pouze 15 pracovišť využívajících tento systém.

Šestá vývojová generace pracuje na principu rotace/rotace. V podstatě se jedná o technologicky zdokonalenou třetí generaci. Díky zavedení slip-ring technologie se již nevyužívají kabely, které omezovaly pohyb rentgenky na pouhých 360° a následné vrácení zpět do původní polohy. Díky této technologii je pohyb rentgenky kontinuální v jednom směru. Vysoké napětí se přenáší pomocí kartáčů. Samotný přístroj je omezen v rychlosti chlazení a tepelné kapacitě. Tato generace se v současnosti využívá nejčastěji.

- **Helikální CT** využívá slip-ring technologii. Rentgenka rotuje a stůl s pacientem se posouvá ve stejný čas. Vzniká šroubové stoupání. Toto stoupání je definováno pitch faktorem. Tato metoda umožňuje rychlý sběr dat z velkého objemu;
- **Subsekundové CT** přístroje umožňují rychlé vyšetření pacientů a velký význam mají v CT angiografii. Dnešní dostupné přístroje skenují s rychlostí 0,2 sekundy;
- **Real-Time CT** technologie byla vyvinuta v roce 1993. Umožňuje zobrazení v reálném čase a využívá se především v intervenční radiologii;
- **Multi-Slice CT** technologie má několik řad detektorů s paralelním uspořádáním. Expoziční čas se značně zkracuje a současně se snímá až 64 vrstev najednou;
- **3D CT** systémy umožňují sběr dat z 256 vrstev pod půl sekundy při jedné otáčce rentgenky. Vzhledem k mechanickým limitům konstrukce rotujících skenerů již nelze snižovat samotnou rychlost otáčení. Vývoj pokračuje ve zvyšování počtu detektorů;
- **Dual- Source CT** systém má dvě sady rentgenky a detektorů, které jsou na sebe kolmé. Vyšetření břicha trvá přibližně 2-3 sekundy a dávka ozáření pacienta výrazně klesá. V Čechách je tento typ CT instalován v Nemocnici na Homolce.

Lze konstatovat, že CT vyšetření je velmi rychlé, dobře dostupné a umožňuje zobrazení i méně kontrastních tkání. Ve srovnání s magnetickou rezonancí je méně ekonomicky náročné a lze ho využít i při plánování v radioterapii a také v oblasti nukleární medicíny. Ovšem pořizovací cena přístroje je vysoká, požadavky na obsluhující personál jsou také vysoké. Nevýhoda je také ve vyšších dávkách ionizujícího záření.

Při CT zobrazování jater je vyšetření přehlednější při klasické ultrasonografii. Intravenosně se aplikuje kontrastní látka. V některých případech se provádí biopsie z léze pod CT kontrolou.

CT má výhodu v případě obézních pacientů, kdy není jejich konstituce na rozdíl od ultrasonografie překážkou pro vyšetření.

4.2.1 CT enteroklýza

Tato metoda kombinuje CT vyšetření s klasickou RTG enteroklýzou. Příprava pacienta spočívá v lačnění. Minimálně šest hodin před vyšetřením pacient nesmí jíst ani pít. Sonda se zavádí pod skioskopickou kontrolou a v duodenojejunálním přechodu se aplikuje jeden litr 0,5% roztoku metylcelulózy. V samotné CT vyšetřovně se aplikuje další litr půl procentního roztoku metylcelulózy. Před dokončením aplikace kontrastní látky se ještě aplikuje Buscopan. Před samotnou akvizicí je aplikováno automatickým injektorem 100 ml jodové kontrastní látky. Díky tomu je zvýšen kontrast střevní stěny. Akvizice se spouští se zpožděním přibližně 15 sekund v závislosti na denzitně náplně aorty, která by měla být 100 HU.

4.2.2 CT kolonografie

Příprava pacienta spočívá ve vyprázdnění celého tračníku. Pacientovi je naplněno rektum vzduchem. Průběh vyšetření odpovídá klasické irigografii, před samotným snímkováním podáváme nitrožilně Buscopan (SEIDL, 2012).

4.3 Magnetická rezonance

Roku 1946 se začaly provádět první pokusy s magnetickou rezonancí. Testovaly se pevné látky, kapaliny a jejich chování. Roku 1952 byla vyvinuta technika, která

se týkala chování jader vodíku. Tehdy byly také zavedeny časové konstanty T1 a T2, které se dodnes označují stejně.

Samotná aplikace této technologie v oblasti medicíny se datuje do sedmdesátých let dvacátého století. V roce 1971 zjistil Raymond V. Damadian, že se biologické tkáně chovají v magnetickém poli různorodě. Zjistilo se, že se jednotlivé relaxační časy liší u zdravých a postižených tkání. O rok později byla navržena metoda využívající magnetické pole v medicíně. Roku 1974 byl vytvořen první MR obraz živé laboratorní myši. Roku 1977 byla sestavena první celotělová MR a následně zhotoven MR obraz hrudníku. První komerční systémy se dostaly na trh v roce 1980, produkovala je americká firma FONAR. Samotný jeden scan na těchto přístrojích trval několik minut, ovšem v roce 1986 se tento čas snížil na několik sekund, začaly se vyvíjet nové technologie zobrazování. První MR angiografie se objevila v roce 1987.

V roce 1992 byla magnetická rezonance již plně schopna vyšetření. V současnosti se vedle klasické magnetické rezonance uplatňují i nové techniky jako funkční magnetická rezonance, mozková difuze/perfuze a kombinovaná spektroskopie. Samotný princip MR je v shromažďování změn magnetického momentu, které probíhají v jádrech s lichým protonovým číslem. Děje se tak v silném magnetickém poli poté, co se vyšle radiofrekvenční impuls. Jádra s lichým protonovým číslem vytvářejí magnetické pole. Vše umožňuje jejich rotace okolo jejich osy.

V praxi se používá atom vodíku. Jeho jádro má pouze jeden proton, zastoupení v lidské tkáni je značné. Když se vloží pod silné magnetické pole, dojde k uspořádání spinů protonů do jednotného směru. V tu chvíli vykonávají protony dva pohyby. Rotaci kolem své osy, tzv. spinový pohyb, a rotaci po ploše neexistujícího kužele, tzv. precesní pohyb. Po následném vyslání radiofrekvenčního impulsu dojde k vychýlení magnetického momentu a následné synchronizaci precesního pohybu všech protonů. Po ukončení pulzu se protony vrací do své původní rotace, tento stav se nazývá relaxace. Doba, za kterou se vychýlené protony vrátí do své původní rotace, se nazývá relaxační čas T1 a precese relaxační čas T2. Tyto časy jsou rozdílné na základě rozdílů ve stavbě a složení určité anatomické oblasti. Rozdíly těchto časů se následně porovnávají. Dříve byl absolutní kontraindikací kardiostimulátor. Dnes se již objevují vhodné typy kardiostimulátorů pro vyšetření magnetické rezonance. Dále je v kontraindikacích vyšetření defibrilátor, aneurysmatické cévní svorky, inzulinová pumpa, kochleární implantáty a cizí nemedicínská kovová tělesa. V dnešní době

se implantáty vyrábějí z materiálů, které nebrání MR vyšetření. Obavy z možné změny polohy případného zahřátí jsou neopodstatněné. Problém je u pacientů trpících klaustrofobií. Samotná kovová tělesa způsobují v obraze artefakty.

4.4 Enterografie

V případě CT Enterografie spočívá příprava pacienta v půstu. Od půlnoci v den vyšetření nepije, nejí a nekouří. Den před vyšetřením je doporučována lehká snídaně. Oběd by neměl obsahovat maso, mléčné výrobky ani vlákninu.

Přibližně hodinu před vyšetřením pacient postupně pije 1500 – 2000 ml manitolu případně sorbitolu. Jedná se o hyperosmolární roztok. Před vyšetřením se aplikuje nitrožilně jodová kontrastní látka. Akvizice se spouští se zpožděním přibližně 15 sekund v závislosti na denzitně náplně aorty, která by měla být 100 HU. Vyšetřuje se v transverzální, koronární a sagitální rovině. Vzhledem k neinvazivnosti a relativně nízké ceně je toto vyšetření časté.

Pokud se provádí MR Enterografie, příprava pacienta spočívá v lačnění dva dny před vyšetřením, důležité je správné zavodnění. Den před vyšetřením by měl pacient vypít minimálně dva litry čisté vody. V den vyšetření již nepije, nejí ani nekouří. Pacientovi se podává perorálně 45 minut před vyšetřením 2000 ml kontrastní látky, většinou 2,5% roztok manitolu. Následně se rozšiřují střevní kličky. Před vyšetřením se zavádí kanila a před samotnou akvizicí 1 ml buscopanu. Díky tomu se zpomaluje peristaltika. Připojí se tlakový injektor a začne se nejdříve v T2 vážené sekvenci, následují obrazy v T1 vážených sekvencích s vykrytím tuku, nejdříve nativně a následně po aplikaci 7,5 ml gadoliniové kontrastní látky.

4.5 Vývoj kontrastních látek po roce 1976

V předchozích kapitolách bylo psáno o prvním užití síranu barnatého již v roce 1909. Faktem je, že tato kontrastní látka je využívána v oblasti gastrointestinálního traktu i v současnosti. Již ve svých počátcích se kontrastní látky začaly dělit na pozitivní a negativní. Z tohoto základního dělení vycházíme dodnes. Kromě toho se dnes kontrastní látky dělí podle svého skupenství, vylučování z organismu, farmakokinetiky a modality v zobrazování. Kontrastní látky mohou dosahovat skupenství plynné, pevné a kapalné, nejčastější je kapalné. (HOVORKA, 2012).

Samotné dělení kontrastních látek na pozitivní a negativní vzniklo na základě míry absorpce RTG záření. Toto rozdělení nejlépe charakterizuje význam kontrastních látek v praxi. V základě se dále kontrastní látky dělí podle svého složení na jodové a baryové. Negativní kontrastní látky absorbují menší množství RTG záření než zbylé tkáně, díky tomu dochází ke sníženému kontrastu zobrazení v místě aplikace. Do negativních kontrastních látek zařazujeme v plynném skupenství oxid uhličitý a vzduch. Z hlediska denzity se jedná o hypotenzní kontrastní látky. Kapalně negativní kontrastní látky jsou voda a různé koloidní roztoky makromolekulárních látek. Pozitivní kontrastní látky absorbují větší množství RTG záření. Díky tomu se v místě jejich aplikace kontrast zvyšuje. Z hlediska denzity tkáně jsou hypertenzní. Vývoj v této oblasti neustále pokračuje. Vzhledem k časté alergické reakci pacienta po podání jodové kontrastní látky se vyvíjí kontrastní látka bez těchto nežádoucích reakcí. V sedmdesátých letech se hledala vhodná kontrastní látka pro zobrazení zevních kontur břišních orgánů. Při této speciální experimentální pozitivní kontrastní metodě se do peritoneální dutiny měla injikovat kontrastní látka, která by se rozprostřela po zevním povrchu nitrobřišních orgánů. Následný RTG obraz měl zobrazit zevní kontury, ale vhodná kontrastní látka neexistovala.

Pro magnetickou rezonanci byly vyvinuty kontrastní látky na bázi gadolinia. Samotné gadolinium je toxické, a proto je vázáno na cheláty. Po jejich aplikaci dochází ke zkrácení jednotlivých relaxačních časů, a to převážně T1 relaxačního času. Samotná kontrastní látka zůstává v krevním řečišti. Vedlejší účinky po podání těchto látek jsou spíše vzácné.

4.5.1 Jodové kontrastní látky

Ve své základní stavbě lze dělit jodové kontrastní látky na pevné a olejové, přičemž obě skupiny jsou vodou neředitelné. Další skupinu tvoří vodné jodové kontrastní látky, které lze rozpouštět ve vodě. Tyto látky se dále dělí podle vylučování z organismu na nefrotropní a hepatotropní. Nefrotropní se vylučují ledvinami. Hepatotropní kontrastní látky jsou vylučovány v játrech a žluči. Jodové kontrastní látky nefrotropní se dále rozdělují na ionické a neionické (SVOBODA, 1964).

Jodové kontrastní látky vodou nerozpustné

Při zobrazení žlučníku byly využívány tablety s obsahem hepatotropní jodové kontrastní látky. Perorálně se aplikovalo šest tablet ve večerních hodinách den před vyšetřením. Kontrastní látka se vstřebala v tenkém střevě, pokračovala do jater a následně se koncentrovala ve žlučníku. V Čechách nesl výrobek název Jopagnost. Tato metoda se v současnosti zcela nahradila ultrasonografií a zanikla. V současnosti jsou tyto preparáty nahrazeny vodou rozpustnými kontrastními látkami (HLAVA, 2000).

Jodové hepatotropní kontrastní látky vodou rozpustné

V současnosti jsou nejvíce využívané jodové vodou ředitelné kontrastní látky. Současné preparáty jsou tvořeny jádrem se třemi atomy jodu. Lze je aplikovat i enterálně. Dále se látky liší dle způsobu vylučování z organismu.

Vodné hepatotropní kontrastní látky se vylučují játry a žlučí. Aplikace probíhá perorálně, případně intravenózně. Jejich vstřebávání začíná ve střevech. Díky portálnímu oběhu se kontrastní látka dostává do jater, odkud pokračuje společně se žlučí do žlučníku. Ve žlučníku se kontrastní látka koncentruje a mísí se žlučí. Při následném RTG vyšetření je žluč, která se nachází v žlučníku a žlučových cestách, velmi dobře pozorovatelná. V současnosti se opět provádí primárně ultrasonografie.

Jodové nefrotropní kontrastní látky vodou rozpustné

Tyto látky tvoří hydrofilní sloučeniny a jsou vylučovány ledvinami. Látky se dále dělí dle své osmolarity, přičemž vycházejí z osmolarity krve. Dělí se na hyperosmolární, isoosmolární a hypoosmolární. Další dělení je podle disociace kontrastních látek v krevním prostředí. Ionické kontrastní látky disociují na anionty a kationty. Neionické kontrastní látky ve vodě a krvi nedisociují.

4.5.2 Baryové kontrastní látky

Dnešní baryové kontrastní látky mají svoji základní složku stále v síranu barnatém. Se svým atomovým číslem $Z = 56$ pohlcují tyto sloučeniny značné množství RTG záření. Aplikace probíhá perorálně případně perrektálně. Díky aplikaci a jejímu následnému průběhu lze dobře diagnostikovat samotnou dynamiku gastrointestinálního traktu. Kontraindikace je v podezření na perforaci trávicí trubice a možného úniku

sloučeniny mimo gastrointestinální trakt, kde většinou způsobuje silné zánětlivé reakce a mediastinitidu, jež může být smrtelná.

Svým charakterem přiléhají ke sliznici v závislosti na daném úseku trávicí trubice a jeho sliznici. Lze podat dimethylpolysiloxan, který sníží povrchové napětí na sliznici, čímž zlepšuje přilnavost samotné kontrastní látky. Suspenze musí mít dobrou viskozitu, ta je ovlivněna zahříváním. Při zahřátí viskozita klesá, díky tomu se sice snižuje přilnavost ke sliznici, vytváří se ale tenčí vrstva kontrastní látky. Nezbytná je pro správné vyšetření také samotná látková stálost suspenze, která nesmí vytvářet sedimenty na sliznici. V současnosti jsou na českém trhu dominantní výrobky Mikropaque od firmy E-Z-M a Prontobarrio firmy Bracco.

4.5.3 Negativní kontrastní látky

Do této skupiny kontrastních látek řadíme vzduch a oxid uhličitý. Z tekutin spadají do této skupiny voda, methylceluloza a HP-7000 (VÁLEK, 1996).

4.6 Ultrasonografie

Na konci osmdesátých let se ultrazvuk začal prosazovat a využívat aktivně. Jeho nesporné výhody díky neinvazivnosti, dobré dostupnosti a téměř nulové rizikovosti ho rychle dostaly do popředí zájmu. Roku 1974 sepsal F. E. Barbera se svými spolupracovníky publikaci, ve které byl kompletně popsán princip duplexního systému. Tento systém umožňoval sledovat dvojrozměrný obraz spolu s rychlostí proudění krve. V dnešních dobách je již dobře dostupný v nemocničních zařízeních. Je nutné konstatovat, že kromě výše popsaných výhod klade i velké požadavky na obsluhu, protože správná diagnostika žádá dlouhodobé zkušenosti (Naked to the bone, 1997).

V současnosti se využívají k vytvoření ultrazvuku na sondě piezoelektrické měniče. Pro diagnostiku se využívají vysoké frekvence. Ze sondy jsou vysílány ultrazvukové vlny do tkáně, od které se odráží a následně se vracejí k sondě, kde jsou zachyceny a zpracovány. K odrazu vlny dochází na tkáňových rozhraních, tedy v místech, kde tkáň mění svůj charakter. V ultrasonografii vyšetřujeme v několika zobrazeních. Jednotlivé typy se nazývají módy.

A-mód

První a zároveň nejstarší je A-mód. V současnosti nemá v oblasti gastrointestinálního traktu využití, ale uplatňuje se v oftalmologii pro stanovení šíře rohovky.

B-mód

Umožňuje dvojrozměrné zobrazení. Jeho zavedení bylo důležitým bodem v celé historii vývoje ultrasonografie. Amplituda se zobrazuje na obrazovce ve světelném bodě. Následné odstupňování v šedé barvě umožnilo rozlišení síly jednotlivých echosignálů. Síla signálu je úměrná stupni šedi, přičemž čím silnější odraz je, tím je pixel na obrazovce světlejší. Dnešní přístroje rozlišují standardně 256 stupňů šedi (C.F. DIETRICH, 2008).

M-mód

Z důvodu potřeby snímat pohyblivé orgány jako srdce byl vytvořen M-mód. Nejvíce se ovšem využívá B-mód dynamického typu.

Dopplerovský mód v ultrasonografickém vyšetření využívá vyšetření krevního toku. Funguje na základě Dopplerova jevu – přijímaný signál má jinou frekvenci a vlnovou délku než vysílaný signál.

4.6.1 Využití ultrazvuku v oblasti gastrointestinálního traktu

Tato metoda se využívá díky své snadné dostupnosti a neinvazivnosti. Lékař nejdříve za pomoci sondy s frekvencí 3,5-5 MHz posuzuje stav peritoneální dutiny a orgánů. K přesnému posouzení stavu střev se využívá sonda s frekvencí 7,5-17 MHz. Důležitá je aplikace gelu na kůži pacienta v oblasti vyšetření z důvodu snížení ztrát přenosu ultrazvukových vln.

Samotné zobrazení tenkého střeva pomocí ultrazvuku se provádí bez předchozí přípravy pacienta, není nutné lačnění pacienta. Pacient leží na zádech. Pro posouzení stěn trávicí trubice se využívají vysokofrekvenční sondy. Postižené úseky tenkého střeva je vhodné doplnit dopplerovským modem. Tento postup se může často opakovat bez radiační zátěže pacienta. Problém s uskutečněním vyšetření se vyskytuje u obézních pacientů. Nutno konstatovat, že kvůli plynnému obsahu střev není toto vyšetření ideální.

V dnešní praxi se využívá speciální typ sond, tzv. sondy endosonografické a endokavitální. Transrektální sondy se využívají pro zobrazení rekta a prostaty u mužů. Samotné endosonografické sondy kombinují výhody endoskopu a ultrazvukového vyšetření.

V případě jaterních lézí je ultrasonografické vyšetření metodou první volby. Často se podává nitrožilně kontrastní látka, někde se provádí biopsie jaterních lézí pod ultrasonografickou kontrolou.

Pokud pacient trpí bolestmi břicha, ultrasonografie je většinou první volbou (SEIDL, 2012).

5 DISKUZE

Základem pro vytvoření předkládané práce bylo zmapování oboru radiologie. Značně přispěla kniha *Naked to the Bone* od Kevlese. V této knize, která se zabývá celou historií radiologie a obzvláště nepříliš známými fakty, byl položen základ pro studium. Kniha byla dostupná online po registraci na oficiálních stránkách <https://archive.org> po dobu dvou týdnů ve svém originálním anglickém znění. Stala se základem pro mapování historických milníků na světové úrovni. Velmi přínosné bylo studování měsíčníků *Československá gastroenterologie a výživa*, lékařského časopisu, v němž byla nalezena i předpokládaná reakce lékařů na nová vyšetření. Předpoklad byl uvítání nových možností ultrasonografie a CT, ovšem se značnými výhradami. V roce 1982 se Vítek J. a kolegové vyjádřili k nově zavedeným technologiím, označili je za celkově obohacující diagnostiku, ovšem s důrazem na hranice jednotlivých vyšetření. Všechny získané informace byly využity k sestavení chronologického přehledu v historii zobrazování gastrointestinálního traktu, a to až po současné trendy v moderní radiologii. V oblasti vývoje kontrastních látek došlo ke srovnání poznatků s bakalářskou prací *Historie a vývoj používaných kontrastních látek v radiologii* pana Hovorky z roku 2012. Zjištěné poznatky byly bez větších rozdílů obdobné. Jednotlivé základní snímkové techniky popisované v knize M. Svobody *Základy techniky vyšetřování rentgenem* byly porovnány se zahraničními zdroji. Jednotlivé techniky byly bez větších rozdílů hojně využívány po celé Evropě. Paradoxní byl zdroj informující o prvním zobrazení žaludku v Čechách, kterým se staly internetové stránky neviditelnypes.lidovky.cz. Článek odkazoval na osobnost Rudolfa Jedličky, tato informace byla rovněž nalezena v bakalářské práci *Historie diagnostického zobrazování* Dariny Pekárkové z roku 2014.

Velmi zajímavé bylo potvrzení předpokladu prvních studií v oblasti gastrointestinálního traktu pomocí endoskopického vyšetření. V roce 2006 oslavila tato metoda 200 let od svého vzniku, téhož roku o ní napsal Karel Lukáš článek *Historie endoskopie – 200 let dokumentované endoskopie*. Její vývoj byl, stejně jako u všech ostatních metod, závislý na celkovém technologickém vývoji. Po zpracování této práce, která poskytla základní přehled v ohromném technologickém pokroku v horizontu lehce přesahujícím 100 let, vyvstává otázka: Kam postoupí výzkum během dalších 100 let?

Které techniky zcela zaniknou a které naopak vzniknou a naznačí budoucnost? Již v dnešní době je situace okolo nanorobotů hojně diskutovaná, často se stává tématem kvalifikačních prací. Původně bylo v plánu i zde toto téma rozvést, ovšem po nastudování dostupných informací bylo dospěno k opačnému záměru. Využití nanorobotů v oblasti zobrazování gastrointestinálního traktu pro zobrazování a pro chirurgické výkony je úžasná myšlenka. Je možné, že tato technika jednoho dne vystřídá endoskopii a celou řadu dalších vyšetření. Ovšem z celkového hlediska zavedení nanorobotů je to fakt natolik nepodstatný, že konstatování jednou větou je zcela dostačující. Pokud nanoroboti opravdu vzniknou, změní se nejen zdravotnictví, ale i celý svět. Tato budoucnost je po hlubším zamyšlení opravdu těžko představitelná. Masivní výroba těchto robotů bude mít v budoucnu zcela nepochybně fatální následky a přinese konec společnosti minimálně v takové podobě, v jaké ji nyní známe. Téma je natolik závažné, že soustředit pouze na zobrazování gastrointestinálního traktu, není možné. Pokud by byli vyvinuti nanoroboti schopní chirurgických zákroků, rozhodně by je následovali, nebo jim dokonce předcházeli, nanoroboti schopní jakýchkoli zákroků. Nejen zákroků, ale hlavně činností. Tito roboti budou schopní zastoupit člověka v naprosté většině prací. Začnou vznikat firmy s nanotechnologiemi na vše; od stavby dálnic z kamene vytěženého několik metrů v podzemí pod dálnicí, až po stavby domů. Pro tuto technologii nebude nic překážkou. Známé historické období velké průmyslové revoluce bude za 100 až 200 let zastíněno novým v budoucnosti již historickým pojmem nanorevoluce. Otázkou je, zda je naše společnost na tuto technologii dostatečně připravená. Předpoklad pro přežití společnosti je velká morální vyspělost. Lze předpokládat, že brzy po zavedení těchto technologií začnou zanikat pracovní pozice, protože jejich práci nahradí nanoroboti. Vznikne dominový efekt, na jehož konci se společnost sama rozhodne, na základě rozhodnutí zanikne, případně přežije. Vzhledem k celoživotnímu studiu dějin si troufám konstatovat, že každý pokrok vždy otrásá společností. Zanikají pracovní místa a často dlouho trvá, než vzniknou nová. Dělo se tomu tak i během menších technologických pokroků a o to více stěží věřit, že by tato technologie neměla vliv na uspořádání společnosti. Nutno konstatovat, že budoucnost vidí optimista a pesimista odlišně. Možná, že se dočkáme technologicky vyspělé společnosti, kde nám budou sloužit neviditelní nanoroboti, kteří se budou starat o naše přístroje, jídlo, obydlí a v neposlední řadě také o náš gastrointestinální trakt.

ZÁVĚR

Cílem práce bylo vytvořit základní přehled zobrazování gastrointestinálního traktu od objevení záření X po současnost. Tento cíl byl splněn. Byl popsán dynamický vývoj, který v této oblasti nastal. Při čtení bakalářské práce je nutné nezapomínat na fakt, že se týká pouze zobrazování gastrointestinálního traktu. Pokud čtenáře z široké veřejnosti zajímá celkový přehled historického vývoje diagnostického zobrazování, doporučuji knihu B. H. Kevlese *Naked to the bone*.

Lze konstatovat, že zobrazování gastrointestinálního traktu bylo velmi často v popředí výzkumu. Díky své dostupnosti se řadilo mezi první vyšetřované oblasti. Počátky endoskopie jsou před více než 200 lety. V oblasti vývoje kontrastních látek stál gastrointestinální trakt díky své dostupnosti rovněž v popředí. K zobrazování byly využívány různé techniky dnes již zastaralé nebo zbytečně invazivní a z toho důvodu nevyužívané. V popředí zobrazování stojí endoskopie spolu s CT a MR a snaha o jejich zdokonalování a získání lepších výsledků vyšetření. Nanoroboti a jejich využití v medicíně jsou v dnešní době velmi diskutované téma. Vystává otázka, zda se dokážou opravdu vyvinout a prosadit do lékařské praxe. Po zpracování této práce a zmapování vývoje během 123 let je, dle mého názoru, využití nanorobotů v budoucnosti téměř nevyhnutelnou pravděpodobností. Samotný vývoj může jít ovšem v dnešní technologicky vyspělé společnosti mnoha směry. Nutno stát nohama na zemi a uvažovat, za jak dlouhou dobu po svém uvedení do praxe budou vůbec využitelní v širokém měřítku. Jaké budou ekonomické náklady na jejich vývoj a samotný provoz? Byly by propláceny ze základního zdravotního pojištění? CT jako rychlá diagnostická metoda se, dle mého názoru, udrží ještě dlouhá léta po zavedení těchto robotů.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

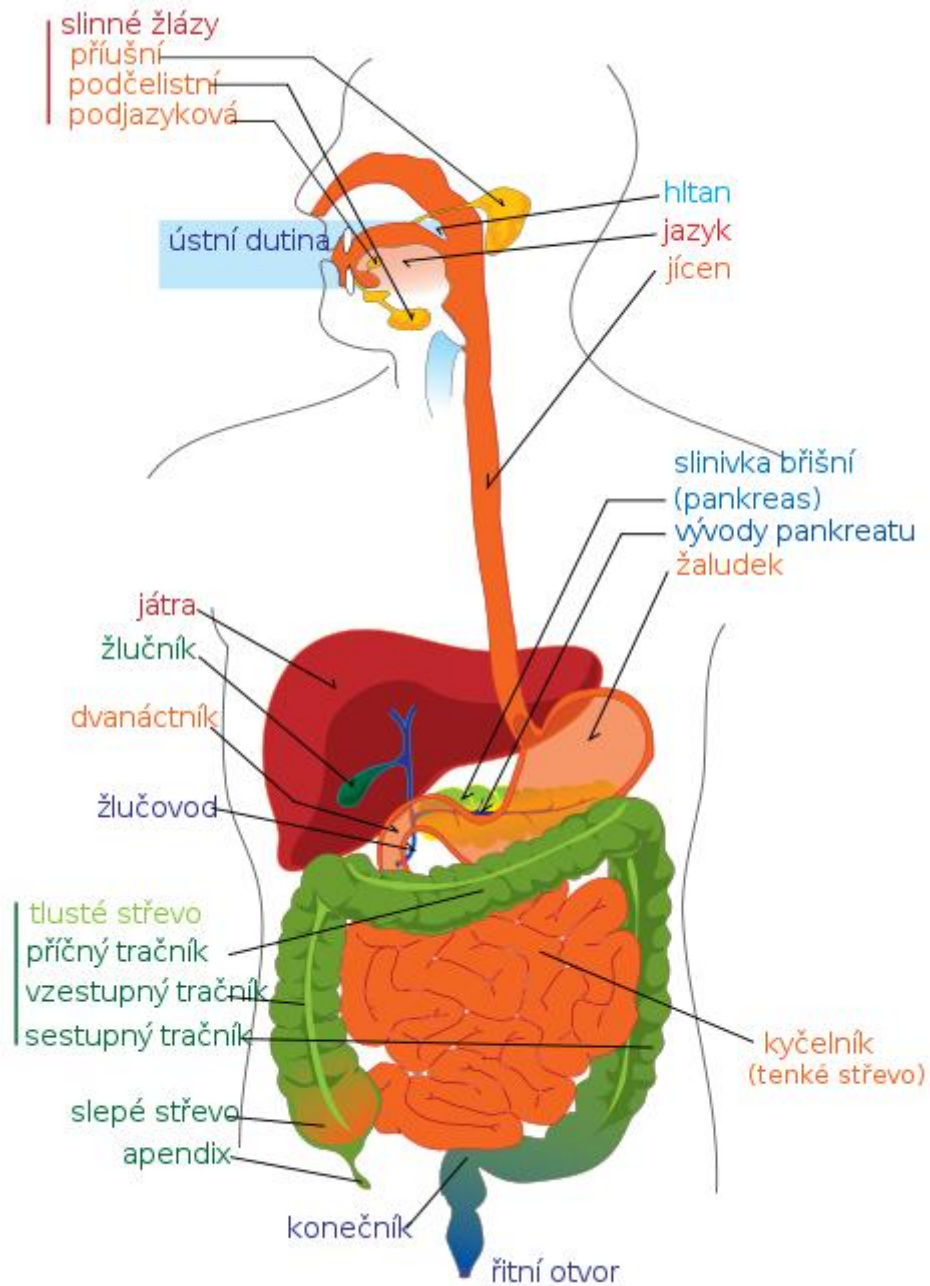
- AHN, S.E., Moon, S.K., Lee, D.H., Park, S.J., Lim, J.W., Kim, H.C. & Lee, H.N., 2016, Sonography of Gastrointestinal Tract Diseases: Correlation With Computed Tomographic Findings and Endoscopy. *Journal of ultrasound in medicine: official journal of the American Institute of Ultrasound in Medicine*, 35(7), pp. 1543-1571
- BOREK Zoltán, FRIED Karel, HLADÍK, Miroslav, MARX Ferdinand, SKOP Václav, TEICHMANN Vladimír., 1955. Úvod do rentgenové diagnostiky. 1. vyd. Praha: Státní zdravotnické nakladatelství, 1955. 301 08-22-101.361/54/SV 3-372-4%
- ČESKOSLOVENSKÁ LÉKAŘSKÁ SPOLEČNOST., Československá gastroenterologie a výživa. Praha: AVICEUM, 1982
- DIETRICH, Christoph., 2008. Ultrasonografie: orgánové zobrazení pro základní, nadstavbové a závěrečné kurzy. Praha: Eguilibria. ISBN 978-808-9284-207
- DYLEVSKÝ, Ivan., 2009. Funkční anatomie. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-3240-4
- FAJMON, Hynek., 2013. OSOBNOST: Rudolf Jedlička právě v EP! [online] Praha: Neviditelný pes [cit. 2018-02-10]. ISSN 1212-673X. Dostupné z: http://neviditelnypes.lidovky.cz/osobnost-rudolf-jedlicka-prave-v-ep-d6m-p_veda.aspx?c=A131105_203118_p_veda_vag
- HEŘMAN M., 2014. Základy radiologie. Olomouc: Univerzita Palackého. ISBN 978-80-244-2901-4
- HLAVA, Antonín., 2000. Proměny rentgenologie v průběhu století. Zdravotnické noviny. Lékařské listy [online]. 2000, 49(21), 1 -3 [cit. 2018-02-10]. ISSN 1805-2355. Dostupné z: <https://www.medvik.cz/bmc/view.do?gid=145781>.
- HOVORKA, Milan., Historie a vývoj používaných kontrastních látek v radiologii. Plzeň 2012 bakalářská práce (Bc.). ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI. Fakulta zdravotních studií
- CHUDÁČEK, Zdeněk., 1993. *Radiodiagnostika*. Martin: Osvěta. ISBN 80-217-0571-X
- KAREL, Lukáš, 2005. Historie endoskopie [cit. 2018-02-22]. Dostupné z: <http://www.csgh.info/cs/clanek/historie-endoskopie-200-let-dokumentovane-endoskopie-1806-2006-144>.

- KEVLES, Bettyan Holtzmann., 1997. Naked to the bone. [online]. [cit. 2018-02-10]. SBN 0-8135-2358-3. Dostupné z:
https://archive.org/details/isbn_9780813523583#maincontent
- KREJČÍ, Přemysl a kol., 2009. Dentální radiologie. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2009. ISBN 80-244-1452-X-
- NEKULA, Josef a Jana CHMELOVÁ., 2007. *Základy zobrazování magnetickou rezonancí*. Ostrava: Ostravská univerzita. ISBN 978-80-7368-335-1
- Obstetric Ultrasound. Echograph [online]. 2006, [cit. 2018-02-10]. Dostupné z: <http://www.ob-ultrasound.net/jjwildbio.html>
- SEIDL, Zdeněk a kol., 2012. *Radiologie pro studium i praxi*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-4108-6
- SCHREYER, A. G., et al., 2016. A Review of Scientific Topics and Literature in Abdominal Radiology in Germany—Part 1: Gastrointestinal Tract. In: *RöFo-Fortschritte auf dem Gebiet der Röntgenstrahlen und der bildgebenden Verfahren*. Georg Thieme Verlag KG,. p. 134-145
- SVOBODA, Milan., 1964. Kontrastní látky při vyšetřování rentgenem. 1. vyd. Praha: Spofa, 1964
- SVOBODA, Milan., 1976. Základy techniky vyšetření rentgenem. Praha: AVICENUM
- ŠMORANC, Pavel., 2004. Rentgenová technika v lékařství. 1. vyd. Pardubice: Pražské tiskárny, 2004. ISBN 978-80-244-3126-0
- VÁLEK, Vlastimil, Josef NEKULA, Jiří KOZÁK. Moderní diagnostické metody: První díl. 1. vyd. Brno: IDVPZ, 1996. ISBN 80-701-3215-9
- VÁLEK, Vlastimil. Moderní diagnostické metody. Kontrastní vyšetření trávicí trubice. 1. vyd. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 1996. ISBN 80-7013-215-9
- VOMÁČKA, Jaroslav, Josef NEKULA, Jiří KOZÁK. Zobrazovací metody pro radiologické asistenty. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého, 2012. ISBN 978-80-244-3126-0
- ZUZA, Ivan a Lubomír POUŠEK. Úvod do zobrazovacích metod v lékařské diagnostice. 2. vyd. Praha: 2007. ISBN 978-80-01-03779-9

PŘÍLOHY

Příloha A Anatomie gastrointestinálního traktu	I
Příloha B Zobrazování v letech 1895 – 1945	II
Příloha C Zobrazování v letech 1946 – 1975	V
Příloha D Zobrazování v letech 1976 po současnost.....	VI

Příloha A Anatomie gastrointestinálního traktu



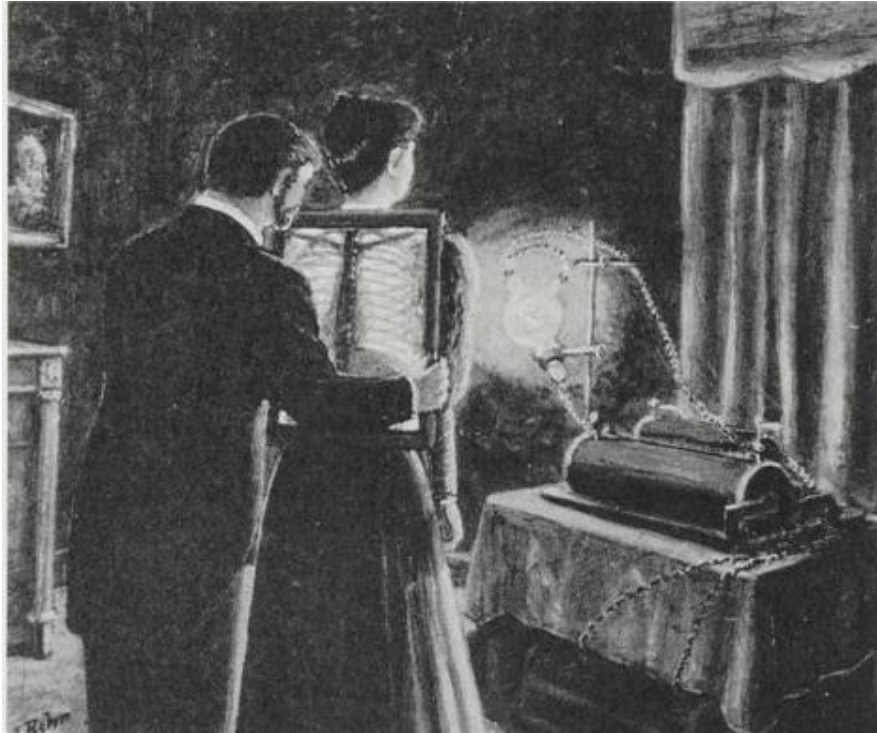
Obrázek 1: Celkové zobrazení gastrointestinálního traktu

Zdroj: http://sestra.org/images/0/0f/Digestivni_system_diagram.png



Obrázek 2: Pan Edison zkoumá ruku pod Fluoroskopem v roce 1896

Zdroj: Bettyann H. Kevles. 1997. Naked to the bone. Str. 37.



Obrázek 3: : Obraz pana D. Jacques Rohra fluoroskopického vyšetření z roku 1896

Zdroj: Bettyann H. Kevles. 1997. Naked to the bone. Str. 35.



Obrázek 4: Radiační dermatitida pana Kassabiana

Zdroj: Bettyann H. Kevles. 1997. Naked to the bone. Str. 51.



Obrázek 5: Ochranný oblek proti RTG záření z roku 1907

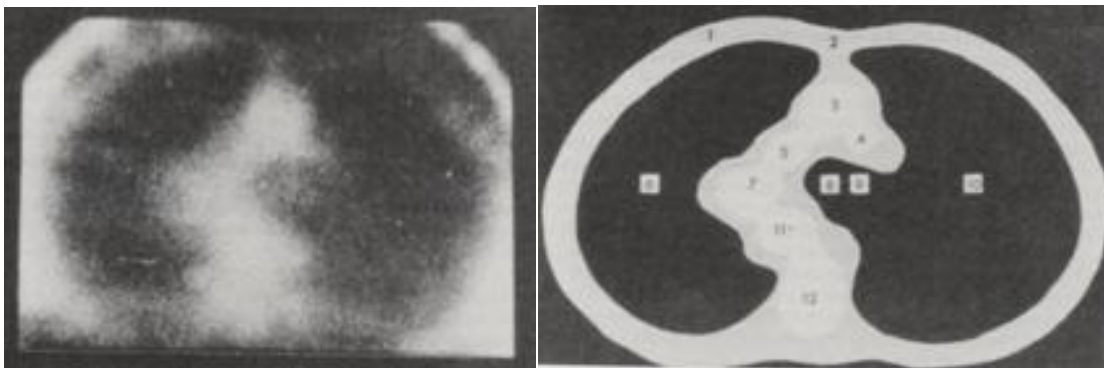
Zdroj: Bettyann H. Kevles. 1997. Naked to the bone. Str. 53.

Příloha C Zobrazování v letech 1946 – 1975



Obrázek 6: Oldendorffův model CT skeneru z roku 1960

Zdroj: Bettyann H. Kevles. 1997. Naked to the bone. Str. 151.



Obrázek 7: První CT snímek břicha z roku 1965

Zdroj: Bettyann H. Kevles. 1997. Naked to the bone. Str. 155.

Příloha D Zobrazování v letech 1976 po současnost



Obrázek 8: První komerční celotělové CT od společnosti SIEMENS – SOMATOM z roku 1977

Zdroj: https://health.siemens.com/ct_applications/somatomsessions/index.php/a-journey-through-the-history-of-computed-tomography-part-two-from-top-to-toe-with-somatom/



Obrázek 9: Současný produkt společnosti SIEMENS – SOMAT Force

Zdroj: <https://usa.healthcare.siemens.com/computed-tomography/dual-source-ct/somatom-force#>