

CT kolonografie – přehled vývoje metodiky a indikací

CT Colonography – Evolution of Methodology and Indications

Opletal P., Standara M.

Masarykův onkologický ústav, Brno

Souhrn

Východiska: Technologický pokrok ve vývoji CT přístrojů a výpočetní techniky v polovině 90. let 20. století umožnil vizuální rekonstrukci vnitřního lumen dutých orgánů. Metoda, využívaná zejména pro zobrazení tračníku, se od počátku potýkala s mnoha obtížemi a limity způsobenými především nedostatečně propracovanou metodikou přípravy a distenze střeva a vysokou radiační zátěží pacienta na soudobých přístrojích. **Cíl:** Cílem práce je poskytnout přehled o inovacích technického i metodického charakteru, které zmíněné nedostatky částečně či úplně řeší. Díky těmto změnám CT kolonografie získala své místo v algoritmu diagnostiky kolorektálního karcinomu jako vyšetření po nekompletní nebo neproveditelné optické kolonoskopii. Jsou jmenovány specifické skupiny pacientů, kteří z nové metody mají zvláštní prospěch. Stručně je nastíněna i problematika dosud nevyjasněné pozice CT kolonografie v rámci screeningu kolorektálního karcinomu. **Závěr:** CT kolonografie je relativně novou metodou, která nemůže beze zbytku nahradit optickou kolonoskopii. Díky pokrokům v technologiích se nicméně stává platným diagnostickým nástrojem s určitými výhodami oproti jiným zobrazovacím nebo intervenčním metodám, jež lze při vhodné indikaci přenášet na pacienta.

Klíčová slova

radiologie – tomografie spirální počítačová – kolonografie počítačovou tomografií – kolonoskopie – kolorektální nádory – plošný screening

Summary

Background: Advances in CT scanners technology and computing in 90s allowed visual reconstruction of hollow organs inner surface. This method which was mainly used for colon wall imaging had to deal with several limitations from the very first years caused by poorly developed methodology of colonic preparation and distension as well as high radiation exposure. **Design:** Aim of the paper is to provide an overview of technical and methodological innovations that can at least partially overcome above mentioned shortcomings. Due to these changes, CT colonography became the recognized method after incomplete or impossible optical colonography. Specific patient subgroups which particularly benefit from this modality and unresolved role of the CT colonography in colorectal cancer screening are also mentioned. **Conclusion:** CT colonography is a relatively new method that can not completely replace optical colonoscopy. Thanks to advances in technology, however, it became a valid diagnostic tool with certain advantages over other imaging or invasive methods. These benefits can be handed over to a patient when the examination is carefully indicated.

Key words

radiology – tomography, spiral computed – CT colonography – colonoscopy – colorectal neoplasms – mass screening

Práce byla podpořena výzkumným záměrem MZ ČR: FUNDIN MZOMOU2005. Práce byla podpořena Evropským fondem pro regionální rozvoj a státním rozpočtem České republiky (OP VaVpl – RECAMO, CZ.1.05/2.1.00/03.0101).

This study was supported by scientific program of the Czech Ministry of Health: FUNDIN MZOMOU2005. This study was also supported by European fund for regional development and budget of the Czech Republic (OP VaVpl – RECAMO, CZ.1.05/2.1.00/03.0101).

Autoři deklarují, že v souvislosti s předmětem studie nemají žádné komerční zájmy.

The authors declare they have no potential conflicts of interest concerning drugs, products, or services used in the study.

Redakční rada potvrzuje, že rukopis práce splnil ICMJE kritéria pro publikace zasílané do biomedicínských časopisů.

The Editorial Board declares that the manuscript met the ICMJE "uniform requirements" for biomedical papers.



MUDr. Michal Standara

Masarykův onkologický ústav

Žlutý kopec 7

656 53 Brno

e-mail: standara@mou.cz

Obdrženo/Submitted: 21. 12. 2011

Přijato/Accepted: 18. 3. 2012

Úvod

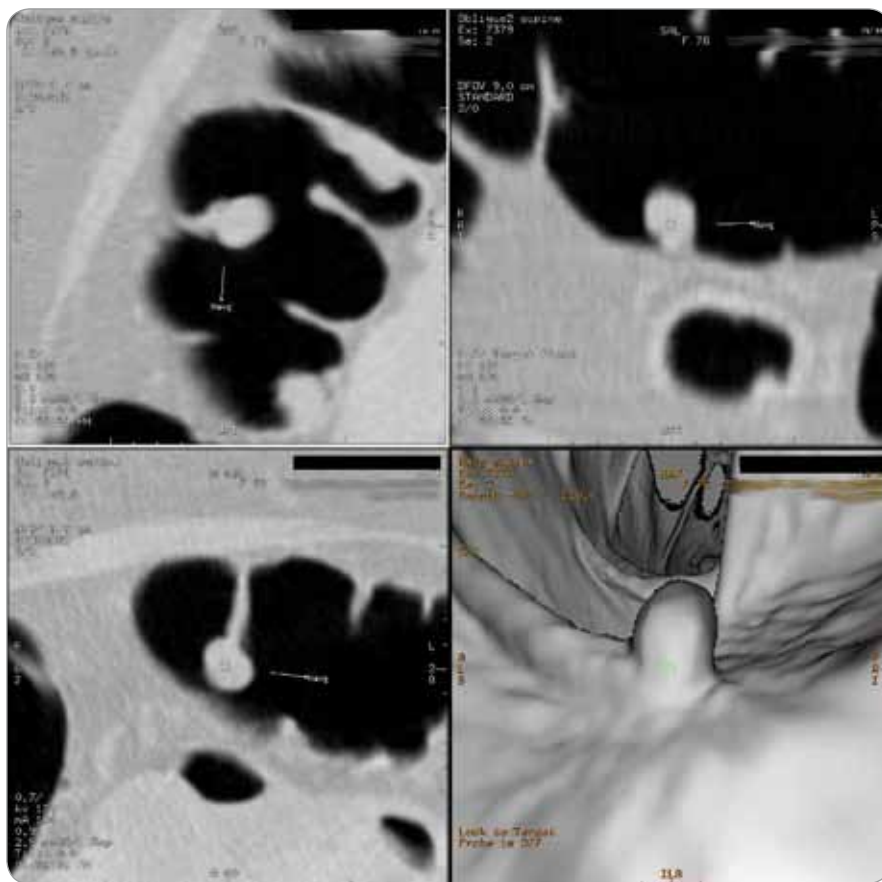
Pokrok ve vývoji technologií a výzkum nových diagnostických postupů jdou v radiologii vždy ruku v ruce v takřka dokonalé synergii, nelze si představit nové sofistikované vyšetřovací metody bez podpory výkonného přístrojového a softwarového vybavení, a zároveň naopak nové poznatky vědeckých týmů udávají směr technologického pokroku a stimulují přenášení pokročilých technologií do každodenní praxe. Tento synergismus lze sledovat i na příkladu relativně nové aplikace – CT kolonografie (CTC). Vývoj počítačové techniky a softwarového vybavení umožnil z naskenovaných dat spirálního CT přístroje rekonstruovat detailní trojrozměrné zobrazení vnitřního povrchu tělních dutin připomínající endoskopický pohled (obr. 1). Takto pojatá „virtuální endoskopie“ byla poprvé prezentována Viningem a Gelfandem v roce 1994 na endoskopii bronchů a střeva [1]. Nový přístup k zobrazení získaných objemových dat podnítl další výzkum a upozornil na tehdejší limity přístrojového vybavení [2]. Následné studie [3,4] se pokusily stanovit místo CTC ve vyšetřovacím algoritmu a poskytly praktické informace k provedení výkonu [5]. Přesto ve svých počátcích metoda do klinické praxe významněji nevstoupila, a to kvůli radiační zátěži pacientů na souběžných CT přístrojích, vysokým finančním nákladům [6] a problematické očištění střeva před vyšetřením [7].

V současné době již díky technologickému i medicínskému vývoji lze CT kolonografii považovat za zavedenou radiologickou techniku zobrazení tlustého střeva, bylo publikováno množství zlepšení, zejména v oblasti přípravy střevního lumen a jeho distenze, akvizice a zpracování dat, což nepochybně přispělo ke zlepšení diagnostické síly metody a rozšířilo její indikace.

Současné standardy a indikace

Příprava a distenze střeva

Z technického pohledu první podstatný krok představuje příprava pacienta. V současné době je jako alternativa ke kompletní očištění střeva laxativy, obdobně jako před optickou kolonoskopií, uváděna minimálně invazivní příprava střeva s malým množstvím nebo

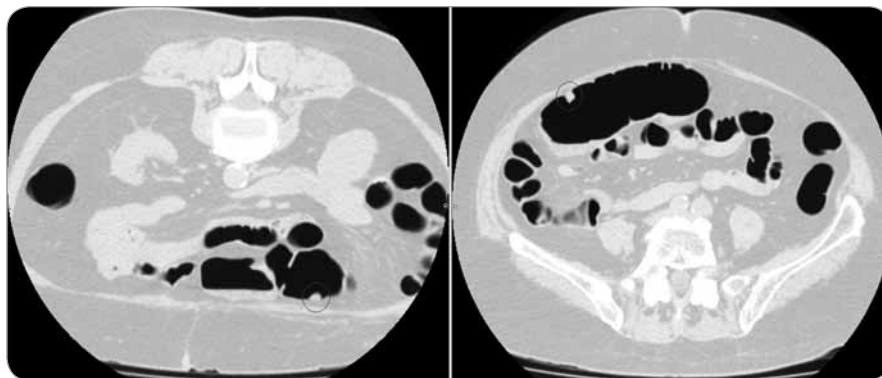


Obr. 1. Multiplanární a 3D rekonstrukce vnitřního povrchu tračníku s polypem.

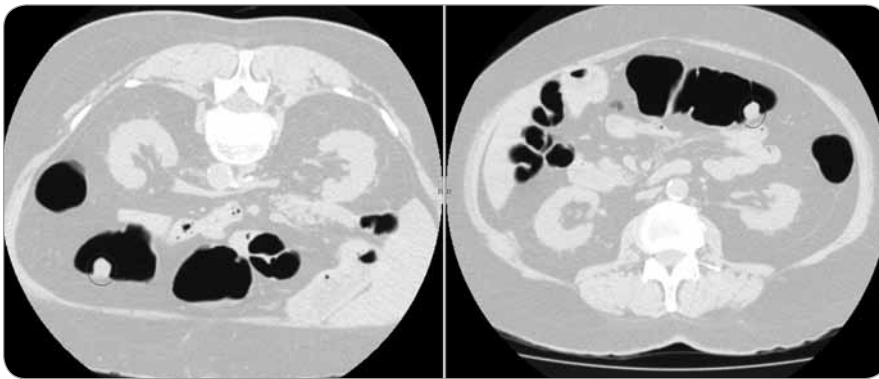
i bez nutnosti podání laxativ [8]. Tento pro pacienta komfortní postup však současně vyžaduje k označení reziduí tekutiny a stolice ve střevě perorální podání pozitivní kontrastní látky, využít lze baryové nebo jodové kontrastní látky. Toto „značení stolice“ zvyšuje senzitivitu vyšetření na úroveň odpovídající postupu s kompletní střevní přípravou [9].

Bezprostředně před vyšetřením je nutné střevo distendovat, toto provádíme pomocí manuální nebo automa-

tické insuflace střeva vzduchem nebo CO_2 po intravenózním podání spasmolytika. Preferována je automatická aplikace CO_2 , některé studie [10] uvádějí vyšší komfort pro pacienta, protože dochází k rychlejší resorpci plynu po vyšetření, udávána je rovněž kvalitnější distenze střevní stěny pomocí CO_2 , nicméně subjektivní efekt pro pacienta je hodnocen jako nevýrazný [11]. Užití spasmolytika (N-butyl-scopolaminu, Buscopanu) zabráňuje spasmům tlustého střeva,



Obr. 2. Polohově nezávislé léze – polyp.



Obr. 3. Polohově dependentní léze – fekální zbytky.



Obr. 4. Porovnání obrazu z CT kolonografie s konvenční kolonoskopií.



Obr. 5. Porovnání obrazu z CT kolonografie s konvenční kolonoskopií.

jinak častým zejména v oblasti sigmoidea a při výskytu divertiklů [12].

CT vyšetření

Ke standardnímu postupu nadále patří vyšetření pacienta v poloze na zádech a na břiše (obr. 2, 3). Díky pokrokům ve vývoji CT přístrojů jsou nyní skenovací protokoly extrémně rychlé, což snižuje množství pohybových artefaktů a umožňuje významné snížení radiační zátěže pacienta. Nyní jsou již ru-

tině užívány nízkodávkové protokoly s dávkou okolo 5–6 mSv, což představuje přibližně 2,5násobek dávky obdržené při klasickém vyšetření dvoukontrastní irigografií [13] a dvojnásobek průměrné roční efektivní dávky z přírodních zdrojů, odhadované na přibližně 2,4 mSv [14]. S novými rekonstrukčními algoritmy lze dosáhnout dalšího snížení efektivní dávky přibližně na polovinu, a to při zachované diagnostické hodnotě obrazových dat [15].

Vyhodnocení nálezu

Pokročilé softwarové nástroje jako virtuální disekce nebo počítačově asistovaná diagnóza (CAD) jsou schopné zvyšovat výkon hodnotícího radiologa [16], doporučována je aplikace CAD pro obě části vyšetření, v poloze na zádech i na břiše (obr. 4–6) [17]. Přesto nelze roli CAD přeceňovat, v prospektivní studii [18] nebyl přínos CAD na základě zvýšení senzitivity vyšetření statisticky významný, CAD rovněž nemůže nahradit zkušenosti radiologa [19]. Jako podklad ke stanovení optimálního postupu při aplikaci CAD mohou sloužit pouze jednotlivé studie, metaanalýza [20] dosvědčuje nemožnost shrnutí současných publikovaných dat týkajících se využití CAD do kvalifikovaného závěru pro jejich nehomogenitu.

Indikace

V současné době je CT kolonografie jednoznačně uznávanou metodou volby po nekompletní kolonoskopii namísto dříve užívané irigografie [21]. Metoda je často užívána k detekci nádorů u starších pacientů, a to z důvodu vyššího podílu inkompletních kolonoskopií v této populaci a nižší invazivity ve srovnání s optickou kolonoskopií, což významně snižuje riziko komplikací [22,23]. Další skupinou pacientů, která může těžit z výhod CTC, jsou nemocní s divertikulární chorobou tračníku, rovněž v tomto případě bývá klasická kolonoskopie často nedokončena, terén mnohočetných divertiklů nesnižuje diagnostickou hodnotu CT kolonografie [24].

Nejdiskutovanější indikací CTC zůstává screening kolorektálního karcinomu [25,26]. Panuje shoda o pozici CTC ve screeningu v již zmíněné indikaci po nekompletní kolonoskopii namísto dříve užívané dvoukontrastní irigografie, naopak v případě zařazení CT vyšetření tračníku do první linie screeningového vyšetření se názory odborných společností liší, v současné době není screeningová CT kolonografie např. v USA hrazena z programu Medicare [27]. Největší rozpaky nadále vzbuzuje relativně vysoká expozice ionizačnímu záření a v pozadí nezůstává ani problém nestejnorodé kvality vyšetření v běžné praxi [28].

V budoucnu k širšímu uplatnění metody CTC v rámci onkologické prevence

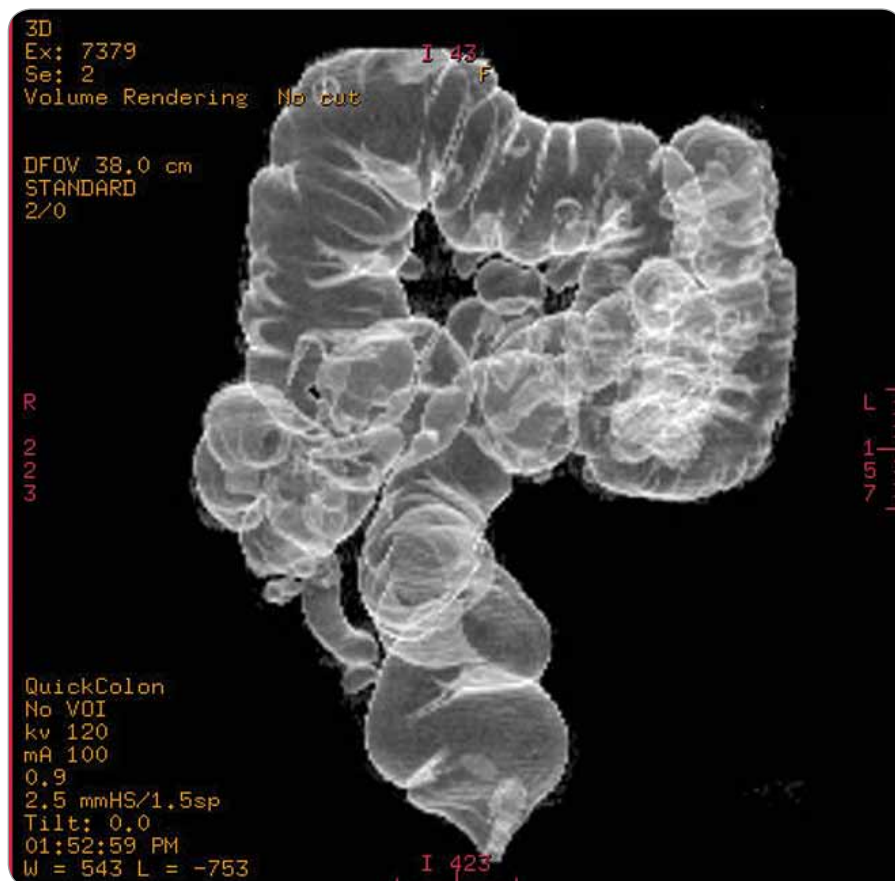
Tab. 1. CT kolonografie – srovnání s optickou kolonoskopií.

Výhody:

menší invazivita a počty komplikací
zobrazení okolních struktur
možnost dvojího čtení

Nevýhody:

nepřímé zobrazení (nemožnost biopsie)
radiační zátěž
nejistá senzitivita a specifita – různé studie



Obr. 6. Segmentace tračníku (volume rendering).

bude potřebné učinit z ní metodu obecně přijímanou v populaci, zlepšit efektivitu a snížit radiační zátěž z ní plynoucí.

Komplikace

Mezi závažné komplikace vyšetření patří zejména střevní perforace, ostatní v literatuře popisované události zahrnují jednotlivé případy bolestí na hrudi nebo akutního renálního selhání v souvislosti s přípravou k vyšetření [29].

Incidence perforace se pohybuje dle jednotlivých studií mezi 0,005 % a 0,06 % u diagnostických vyšetření, výskyt perforace při optické kolonoskopii je popisován okolo 0,1–0,2 % [29]. Perforace vznikala téměř výhradně u vysoce rizi-

kových pacientů, u nichž optická kolonoskopie nebyla dokončena, nebo byla kontraindikována [29–31]. U screeningových pacientů byl výskyt perforace ojedinělý [31], někteří autoři rovněž upozorňují na skutečnost, že střevní perforace nebyly popisovány v případech, kdy se pro distenzi lumen použilo automatické insufflace CO₂ [29].

Závěr

Radiologická vyšetřovací metoda CT kolonografie je známa laické veřejnosti i části lékařů – neradiologů jako virtuální kolonoskopie. Tento název, přestože již není v současném odborném názvosloví, nejspíše zůstane s metodou

i nadále spjat, zřejmě díky pocitu odlehčení, které slovo „virtuální“ přináší k nepříjemné a často neopodstatněné odmítané „kolonoskopii“. Ona virtuálnost slibuje počítačovou futuristickou dokonalost a bezbolestné vyšetření, které v očích pacientů probíhá vlastně pouze na obrazovce.

Pokud přijmeme laické zjednodušení popisované v předchozím odstavci, lze skutečně tuto mladou metodu přijmout jako platný diagnostický nástroj s nepominutelnými přednostmi, přestože metoda k dokonalosti ještě zdaleka nedospěla.

Technika výkonu je skutečně pro pacienta příjemnější než optická kolonoskopie nebo dvoukontrastní irigografické vyšetření a metoda je principiálně bezpečná, udávané počty komplikací souvisejících s výkonem jsou mnohem nižší než při optické kolonoskopii. Za velkou výhodu této techniky lze považovat současné CT zobrazení i ostatních břišních struktur včetně orientačního posouzení spádových lymfatických uzlin, což lze v praxi využít pro sledování pacientů v průběhu léčby maligního onemocnění tlustého střeva (tab. 1).

Literatura

1. Vining DJ, Gelfand DW. Non-invasive colonoscopy using helical CT scanning, 3D reconstruction, and virtual reality. Hawaii, Maui: 23rd annual meeting, SGR Scientific Program 1994: Abstract 70.
2. Johnson CD, Hara AK, Reed JE. Computed tomographic colonography (Virtual colonoscopy): a new method for detecting colorectal neoplasms. *Endoscopy* 1997; 29(6): 454–461.
3. Fletcher JG, Johnson CD, Welch TJ et al. Optimization of CT colonography technique: prospective trial in 180 patients. *Radiology* 2000; 216(3): 704–711.
4. Royster AP, Fenlon HM, Clarke PD et al. CT colonoscopy of colorectal neoplasms: two-dimensional and three-dimensional virtual-reality techniques with colonoscopic correlation. *AJR Am J Roentgenol* 1997; 169(5): 1237–1242.
5. Valev V, Wang G, Vannier MW. Techniques of CT colonography (virtual colonoscopy). *Crit Rev Biomed Eng* 1999; 27(1–2): 1–25.
6. Sonnenberg A, Delcò F, Bauerfeind P. Is virtual colonoscopy a cost-effective option to screen for colorectal cancer? *Am J Gastroenterol* 1999; 94(8): 2268–2274.

7. McFarland EG, Brink JA. Helical CT colonography (virtual colonoscopy): the challenge that exists between advancing technology and generalizability. *Am J Roentgenol* 1999; 173(3): 549–559.
8. Liedenbaum MH, Denters MJ, de Vries AH et al. Low-fiber diet in limited bowel preparation for CT colonography: influence on image quality and patient acceptance. *AJR Am J Roentgenol* 2010; 195(1): W31–W37.
9. Mahgerefteh S, Fraifeld S, Blachar A et al. CT Colonography with decreased purgation: balancing preparation, performance, and patient acceptance. *Am J Roentgenol* 2009; 193(6): 1531–1539.
10. Church J, Delaney C. Randomized, controlled trial of carbon dioxide insufflation during colonoscopy. *Dis Colon Rectum* 2003; 46(3): 322–326.
11. Burling D, Taylor SA, Halligan S et al. Automated insufflation of carbon dioxide for MDCT colonography: distension and patient experience compared with manual insufflation. *AJR Am J Roentgenol* 2006; 186(1): 96–103.
12. Behrens C, Stevenson G, Eddy R et al. Effect of intravenous Buscopan on colonic distention during computed tomography colonography. *Can Assoc Radiol J* 2008; 59(4): 183–190.
13. Hirofuji Y, Aoyama T, Koyama S et al. Evaluation of patient dose for barium enemas and CT colonography in Japan. *Br J Radiol* 2009; 82(975): 219–227.
14. United Nations Scientific Committee on the Sources and Effects of Ionising Radiation. Report on the effects of atomic radiation to the general assembly, 2000. Medical radiation exposures. New York: UN 2001.
15. Flicek KT, Hara AK, Silva AC et al. Reducing the radiation dose for CT colonography using adaptive statistical iterative reconstruction: a pilot study. *Am J Roentgenol* 2010; 195(1): 126–131.
16. Dachman AH, Obuchowski NA, Hoffmeister JW et al. Effect of computer-aided detection for CT colonography in a multi-reader, multicase trial. *Radiology* 2010; 256(3): 827–835.
17. Robinson C, Halligan S, Iinuma G et al. CT colonography: computer-assisted detection of colorectal cancer. *Br J Radiol* 2011; 84(1001): 435–440.
18. de Vries AH, Jenssch S, Liedenbaum MH et al. Does a computer-aided detection algorithm in a second read paradigm enhance the performance of experienced computed tomography colonography readers in a population of increased risk? *Eur Radiol* 2009; 19(4): 941–950.
19. Fisichella VA, Jäderling F, Horvath S et al. Computer-aided detection (CAD) as a second reader using perspective file view at CT colonography: effect on performance of inexperienced readers. *Clin Radiol* 2009; 64(10): 972–982.
20. Robinson C, Halligan S, Taylor SA et al. CT colonography: a systematic review of standard of reporting for studies of computer-aided detection. *Radiology* 2008; 246(2): 426–433.
21. AGA Clinical Practice and Economics Committee. Position of the American Gastroenterological Association (AGA) Institute on computed tomographic colonography. *Gastroenterology* 2006; 131(5): 1627–1628.
22. Iafrate F, Hassan C, Zullo A et al. CT colonography with reduced bowel preparation after incomplete colonoscopy in the elderly. *Eur Radiol* 2008; 18(7): 1385–1395.
23. Yucel C, Lev-Toaff AS, Moussa N et al. CT colonography for incomplete or contraindicated optical colonoscopy in older patients. *AJR Am J Roentgenol* 2008; 190(1): 145–150.
24. Sanford MF, Pickhardt PJ. Diagnostic performance of primary 3-dimensional computed tomography colonography in the setting of colonic diverticular disease. *Clin Gastroenterol Hepatol* 2006; 4(8): 1039–1047.
25. Levin B, Lieberman DA, McFarland B et al. Screening and surveillance for the early detection of colorectal cancer and adenomatous polyps, 2008: a joint guideline from the American Cancer Society, the US Multi-Society Task Force on Colorectal Cancer, and the American College of Radiology. *CA Cancer J Clin* 2008; 58(3): 130–160.
26. Laghi A, Iafrate F, Rengo M et al. Colorectal cancer screening: the role of CT colonography. *World J Gastroenterol* 2010; 16(32): 3987–3994.
27. Mitka M. Virtual colonoscopy dealt setback with rejection for coverage by Medicare. *JAMA* 2009; 301(13): 1327–1328.
28. Whitlock EP, Lin JS, Liles E et al. Screening for colorectal cancer: a targeted, updated systematic review for the U.S. Preventive Services Task Force. *Ann Intern Med* 2008; 149(9): 638–658.
29. Pickhardt PJ. Incidence of colonic perforation at CT colonography: review of existing data and implications for screening of asymptomatic adults. *Radiology* 2006; 239(2): 313–316.
30. Burling D, Halligan S, Slater A et al. Potentially serious adverse events at CT colonography in symptomatic patients: national survey of the United Kingdom. *Radiology* 2006; 239(2): 464–471.
31. Sosna J, Blachar A, Amitai M et al. Colonic perforation at CT colonography: assessment of risk in a multicenter large cohort. *Radiology* 2006; 239(2): 457–463.