

学位論文

表 題 術前大腸 3DCT における手動空気注入法と自動 CO₂ 注入法の
腸管拡張度に関する比較検討

論文の区分 論文博士

著 者 名 金澤 英紀

所 属 自治医科大学附属病院 放射線科 臨床助教

2014年5月1日 申請の学位論文

紹介教員 自治医科大学放射線医学教室

教授 杉本 英治

目 次

術前大腸 3DCT における手動空気注入法と自動 CO₂ 注入法の腸管拡張度に関する比較検討

はじめに

目的

対象と方法

結果

考察

結論

参考文献

はじめに

日本をはじめ、欧米では大腸癌の罹患率は男女ともに上昇している[1,2]。2010年には日本における罹患数は第1位、死亡数は第3位となり、それぞれ男性で11%、女性で14%を占めており[3]、今後も増加していくことが予想される。CTや大腸内視鏡検査は大腸癌の術前検査として広く用いられているが[4]、近年、multi detector CT(MDCT)を用いた CT colonography (大腸 3DCT) が欧米を中心に急速に普及し、スクリーニング検査としても用いられている[5-8]。大腸 3DCTとは経肛門的に送気し、大腸を拡張して撮影された CT 画像の post processing image の総称である。これまでの報告では、大腸 3DCT における病変の検出能は大腸内視鏡検査と比べて遜色がないといわれているものの[9]、日本ではトレーニング体制などの不備から施行可能な施設が少なく、術前大腸 3DCT について検討した報告はまだ少ない[10,11]。

近年、大腸癌における腹腔鏡下手術が普及してきているが[12]、外科手術の際には腹腔鏡下で正確な腫瘍の局在部位を術中に同定することが困難ことがある。また、大腸内視鏡検査では、一定の確率で腫瘍の局在部位を正確に同定できないことがあると報告されている[13]。多発結腸癌では3分の1の症例で局在診断に誤りがあったとの報告もあり[14]、その診断法として大腸 3DCT は大腸癌の術前検査として重要な検査と考えられる[15]。大腸 3DCT では、検査時に良好な腸管の拡張が必要であり、その手法として手動空気注入法と自動 CO₂ 注入法がある。これまで、大腸 3DCT における腸管拡張度については、患者による手動空気注入法と自動 CO₂ 注入法の比較や、鎮痙剤であるブチルスコポラミンの

有無による違いなどの検討は報告されているが[16-18]、特に日本においては、術前大腸 3DCT における手動空気注入法と自動 CO₂ 注入法について比較検討されたものはなかった。2012 年 4 月から自動 CO₂ 注入器を用いた大腸 3DCT（保険病名では大腸 CT）が日本の保険診療として認可され、現在、多施設で普及が進んでいるところである。

目的

このような背景から、大腸 3DCT における腸管のより良い拡張が正確な腫瘍の局在診断には必要と考えられた。そこで、我々は術前大腸 3DCT において、従来用いられていた手動空気注入法と、保険診療として用いることが認可された自動 CO₂ 注入法において、腸管拡張度に変化があったかを比較検討し、併せて病変の描出能についても検討した。

対象

2011 年 9 月から 2012 年 9 月の間に自治医科大学附属病院で術前大腸 3DCT が撮影された 257 名を対象とした。このうち、結腸切除術の既往や、腫瘍による高度の腸管閉塞のため、十分な腸管拡張度の評価が行えなかった対象を除外した。その結果、21 名が手動空気注入群から、36 名が自動 CO₂ 注入群からそれぞれ除外され、最終的に総計 200 名を比較対象とした。

方法

腸準備

腸準備には大腸内視鏡検査に先立ち 2L の経口腸管洗浄剤（ニフレック®）と 10ml の下剤（ピコスルファートナトリウム水和物;ラキソベロン®）を用いた[19]。検査前日に下剤を約 180cc の水で内服し、検査当日の朝に経口腸管洗浄剤を約 2 時間以内に服用した。また、検査施行 24 時間前より低残渣食のみ摂取可能とした。水分摂取については少量であれば可能とした。

大腸内視鏡検査

大腸内視鏡は大腸 3DCT と同日に十分な経験を積んだ内視鏡医によって施行された。検査に先立ち、20mg のブチルスコポラミン（ブスコパン®）を用いたが、前立腺肥大や緑内障などのブチルスコポラミンの使用禁忌となる疾患の既往がある場合や、ブチルスコポラミンに対して薬剤アレルギー歴がある場合には使用しなかった。その結果、鎮痙剤を用いた対象は手動空気注入群で 73 名、自動 CO₂ 注入群で 76 名であった。大腸内視鏡検査における腫瘍形態診断は Paris 分類に従った[20]。大腸内視鏡検査と術前大腸 3DCT は基本的に同日中に施行された。

大腸 3DCT 手動空気注入法

CT 室内で、4 名の放射線科医によりバリウムエネマバッグを用いて行われた。このプラスチック製のバリウムエネマバッグには直腸に挿入できるチューブが接続されている。患者の体位は左側臥位とし、チューブを肛門から挿入後、放

放射線科医は約 3 分間、この空気を充満したバックを用手的に圧迫し、十分な空気を腸管に送気した[16]。送気後、患者は左側臥位から仰臥位となる。大腸 3DCT の撮影では、最初に位置決め画像（図 1）を撮影し、十分な腸管の拡張が得られたかを確認したのちに体幹のスキャンを行うが、拡張が不十分な場合にはさらに空気を送気することとした。



図 1. 位置決め画像（Scout View）

大腸 3DCT 自動 CO₂ 注入法

手動空気注入法と同じく、4 名の放射線科医により施行された。送気装置は自動 CO₂ 注入器（PROTOCO₂L, E-Z-EM）を用いて行われた。送気装置に接続されたチューブを左側臥位になった患者の肛門から挿入し、30ml の空気を用いてバ

ルーンを膨らませて直腸内に固定した。装置から CO₂ が送気されると、腸管内圧が徐々に上昇し、装置上にモニタリングされる腸管内圧が 18-20mmHg に到達した時点で、患者は左側臥位から仰臥位へと体位変換を行った。なお、腸管内圧は 25mmHg を上限とした[17,21]。手動空気注入法と同様、続く大腸 3DCT 撮影では、最初に位置決め画像を撮影し、十分な腸管の拡張が得られたかを確認した。不十分な場合には注入圧を上昇させるか、十分な拡張が得られるまで送気を続けた。

大腸 3DCT 撮影

大腸 3DCT 撮影には 128 列の MDCT を使用し、単純 CT を撮影後、ヨード造影剤（イオメロン 350, エーザイ, 東京）18mg/kg を 30 秒で静脈投与し、仰臥位および腹臥位で撮影を行った。CT の撮影条件は、ビーム幅 0.6mm、再構成間隔 1mm、管電圧 120kV、管電流 200mAs とした。なお、大腸 3DCT の撮影に際しては施行前の鎮静剤および鎮痙剤の投与は行わなかった。

画像評価

得られた画像は、放射線科専門医 2 名により独立して評価した。対象はすべて retrospective に 2D の冠状断（横断）画像を大腸 3DCT ワークステーション（AZE Virtual Place; AZE, Tokyo）を用いて評価した。評価部位は、直腸、S 状結腸、下行結腸、横行結腸、上行結腸、盲腸の 6 部位に分けて（図 2）、1 から 4 点の拡張度スケールで評価した。拡張度スケールは、1 点を completely collapsed、

2 点を partially collapsed、3 点を adequately but optimally distended、4 点を optimally distended とし[22] (表 1、図 3)、評価者 2 名の平均値を評価に用いた。

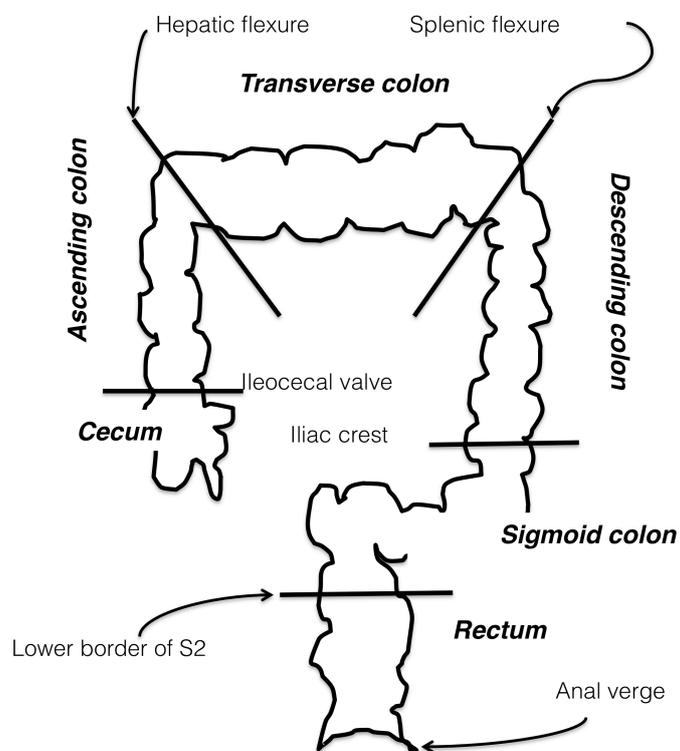


図 2. 腸管評価部位

Score	4	3	2	1
Degree of distention	Optimally distended	Adequately but not optimally distended	Partially collapsed	Completely collapsed

表 1. スコアリングによる腸管拡張度評価



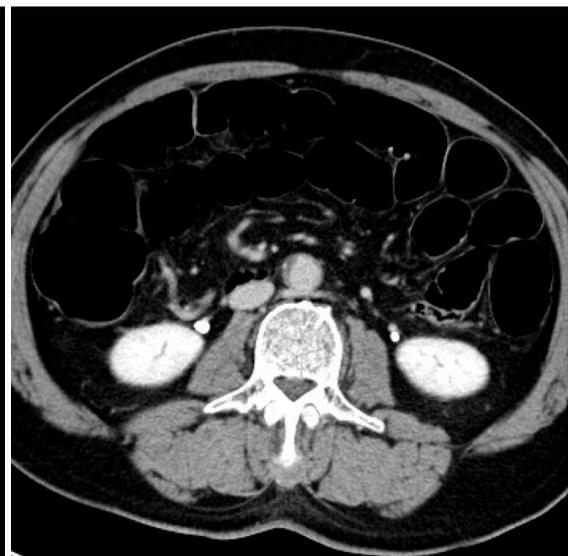
completely collapsed



partially collapsed



adequately but not optimally distended



optimally distended

図 3. 腸管拡張度評価画像

統計処理

統計解析には SPSS (IBM) を用いた。拡張度などの差の検定にはノンパラメトリック検定である Mann-Whitney U test を、比率の検定にはカイ二乗検定を用

い、P 値 0.05 以下を有意差ありとした。評価者が複数の場合には、結果の一致性である評価者間信頼性の検定が必要となる。今回のように、評価点が複数となる場合には、評価者間一致率 (interobserver variability) として weighted kappa を用いることが一般的である。これは、腸管拡張度は 1 から 4 の点数で評価されているが、2 人の評価が一致したときのみを reproducibility と判定した場合、評価点 1 と 2 の相違と評価点 1 と 4 の相違は同等に扱われてしまい、相違の程度は考慮されない。評価点 1 と 2 の相違は評価点 1 と 4 の相違よりも相違がより少ない不一致と判断されるべきであり、表 2 の例のように A>B>C>D となるような weighted kappa を用いた。weighted kappa 値は 0.2 以下を poor、0.2 から 0.4 を fair、0.4 から 0.6 を moderate、0.6 から 0.8 を good、0.8 以上を excellent とした。

評価者 ①/②	1	2	3	4
1	A	B	C	D
2	B	A	B	C
3	C	B	A	B
4	D	C	B	A

表 2. weighted kappa statistics

結果

対象となった患者は 200 名で、手動空気注入群では男性 62 名、女性 38 名、平均年齢 64.9 歳、自動 CO₂ 注入群では男性 59 名、女性 41 名、平均年齢は 64.5 歳であった。大腸内視鏡検査および大腸 3DCT 検査における合併症は認めなかった。腫瘍の局在部位としては両群とも S 状結腸と直腸が最も多く、手動空気注入群では 36%と 35%、自動 CO₂ 注入群では 31%と 37%で左側結腸に多い結果であった。いずれの群でも下行結腸癌が最も少なかった（表 3）。

	Manual (n=100)	Automated (n=100)	<i>p</i>
Sex			
Male	62	59	0.772
Female	38	41	
Age (mean ±SD)	64.9 ±10.4	64.5 ±12.1	0.926
Tumor location			
Rectum	36	31*	
Sigmoid colon	35	37	
Descending colon	3	1	
Transverse colon	9	6	
Ascending colon	12	18*	
Cecum	5	8	
Early stage	14	17	
Advanced stage	67	67*	

*直腸および上行結腸の 2 部位に腫瘍あり

表 3. 患者背景と腫瘍局在分布

全結腸の腸管拡張度平均値は、有意差をもって自動 CO₂ 注入群で高かった（図 4-1）。各評価部位の腸管拡張度は、腹臥位では S 状結腸と下行結腸および横行結腸で、仰臥位ではすべての部位で自動 CO₂ 注入群において腸管拡張度が上回っていた（図 4-2,4-3）。

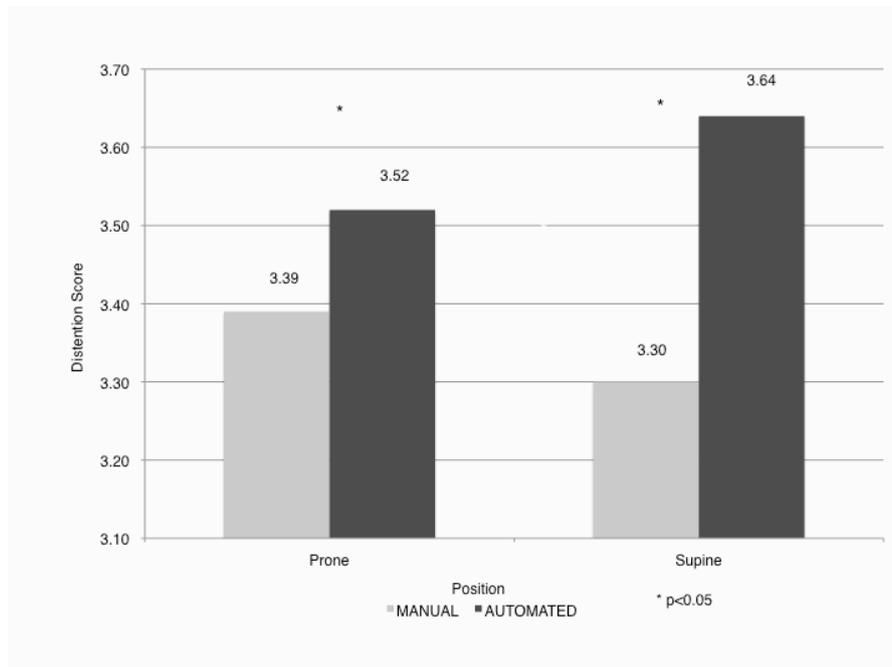


図 4-1. 体位別腸管拡張度平均値

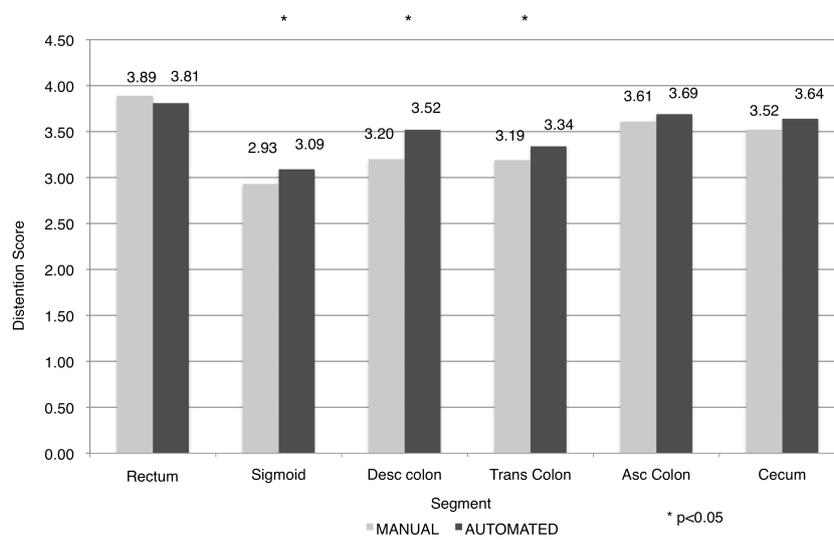


図 4-2. 各部位別の腸管拡張度平均値（腹臥位）

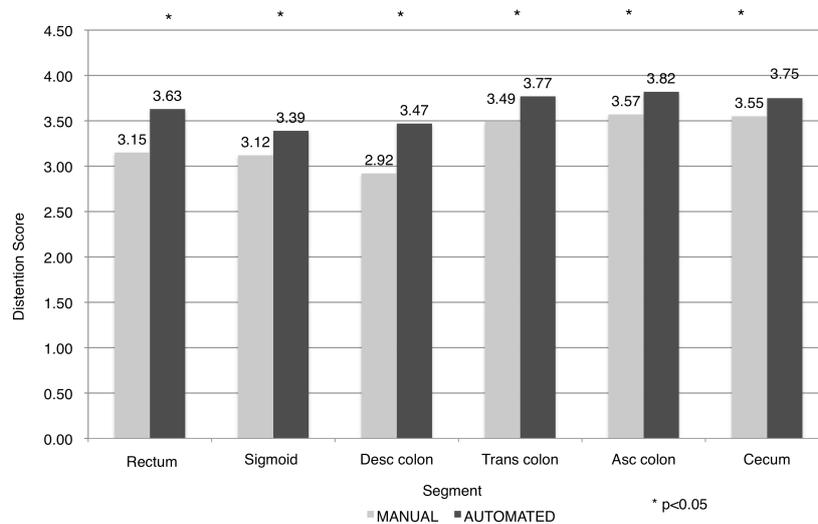


図 4-3. 各部位別の腸管拡張度平均値（仰臥位）

Paris 分類に基づいた腫瘍形態別の病変検出能の評価では、平坦病変および全病変において、いずれも両群間に差は認められなかった（表 4）

評価者間一致率（interobserver variability）は 0.932 と良好な一致率であった。

Classification of tumor	Manual	Automated
polypoid (0- I s+0- I p) Total No.	7	4
True-positive, No.	4	3
visibility (95% CI)	0.57(0.18 - 0.90)	0.75(0.19 - 0.99)
Flat (0- II a + 0- II c) Total No.	3	10
True-positive, No.	1	6
visibility (95% CI)	0.33(0.01 - 0.91)	0.60(0.26 - 0.88)
0- II a+ II c(Flat depressed) Total No.	4	3
True-positive, No.	2	0
visibility (95% CI)	0.50(0.07 - 0.93)	0.00(0.00 - 0.71)
Type1 Total No.	2	8*
True-positive, No.	2	8
visibility (95% CI)	1.00(0.16 - 1.00)	1.00(0.63 - 1.00)
Type2 Total No.	62	53
True-positive, No.	60	51
visibility (95% CI)	0.97(0.89 - 1.00)	0.96(0.87 - 1.00)
Type3 Total No.	3	3
True-positive, No.	2	3
visibility (95% CI)	0.67(0.09 - 0.99)	1.00(0.29 - 1.00)
Type4 Total No.	0	2
True-positive, No.	N/A	2
visibility (95% CI)	N/A	1.00(0.16 - 1.00)
Type 5 Total No.	0	1
True-positive, No.	N/A	1
visibility (95% CI)	N/A	1.00(0.03 - 1.00)
Post endoscopic excision No.	15	12
Others No.	4	5
Total tumor No	81	84
True-positive, No.	71	74
visibility (95% CI)	0.88(0.78 - 0.94)	0.88(0.79 - 0.94)

表 4. 腫瘍形態別の形態診断評価 (Paris 分類)

考察

大腸 3DCT は非侵襲的な検査であるのみならず、大腸内視鏡検査と比べて患者の不快感が少ないことや、鎮静剤が不必要であること、検査後に迅速に画像が得られることなどの利点がある[23, 24]。大腸 3DCT の結腸病変の検出感度は、

大腸内視鏡検査と同等であると報告されている[9]。2012年4月に日本でも自動CO₂注入器を用いた術前大腸3DCT検査が保険診療として認可されたが、本邦では術前大腸3DCTにおける手動空気注入法と自動CO₂注入法における腸管拡張度の比較および病変描出能の検討を行った報告は著者が知る限り見受けられず、比較検討が必要であると考えられた。

大腸内視鏡検査は大腸癌の術前診断および全結腸の術前評価の gold standard とされている[7]。大腸癌における腹腔鏡下手術は急速に普及しているが[12]、術前大腸内視鏡検査では、しばしば腫瘍の局在部位を正確に同定できないことがあるとされる[13]。良好な腸管拡張が得られた大腸3DCTでは正確な腫瘍の局在部位診断および深達度診断が可能である[10]。また、大腸内視鏡検査では評価が難しい狭窄や閉塞を伴う肛門側結腸（左側結腸）でも大腸3DCTでは狭窄部より先の評価が可能である[25]。

病変の局在部位や壁の進展、形態評価など、このような評価を行うために、大腸3DCTでは良好な腸管拡張が必要とされる。手動空気注入法による腸管拡張法は施行者に依存することとところが大きい。施行者が一定の圧で用手的にバッグを圧迫することは難しく、また左側結腸は手動空気注入法では虚脱しやすいといわれている[26]。一方、自動CO₂注入器の使用によって左側結腸の拡張の改善が認められたとの報告がある[16]。

今回の検討では、腸管全体の平均拡張度は両体位ともに自動CO₂注入群で改善が得られた。手動空気注入法と手動CO₂注入法の腸管拡張度に関する検討では、手動CO₂注入法で腸管拡張が低下するとの報告があり、空気と比較して二

酸化炭素の体内での吸収が早いことが原因と言われている[27]。したがって、自動 CO₂ 注入群での腸管拡張度の改善は、圧を一定に保った自動注入法により改善が得られたと考えられた。各部位の評価では、自動 CO₂ 注入群において、腹臥位では S 状結腸、下行結腸、横行結腸で、仰臥位ではすべての部位で拡張度の改善が得られたが、腹臥位では上行結腸、盲腸および直腸では空気注入法の違いによる拡張度の変化はなかった。これは、検査中に仰臥位から腹臥位に体位変換したことや[28]、上行結腸や直腸は腹壁に固定されており、解剖学的に他の部位より背側に位置することから、腹臥位撮影の際に空気が流入し、手動注入でも十分な拡張が得られるためと考えられる。また、右側結腸は拡張しやすいとの報告があるが、これは左側と比べて盲端構造である影響と考えられ、圧が上昇しやすく、両群とも良好な腸管拡張が得られていると考えられる。一方、原因ははっきりしないものの、左側結腸は拡張しにくいと報告されており[29]、右側結腸よりも左側結腸に腫瘍病変がより多く局在することを考えると[30,31]、腫瘍の局在部位として多いとされている直腸や S 状結腸の拡張を改善することは、特に重要と考えられた。今回の検討でも S 状結腸が腫瘍の局在部位として最も多く、欧州や米国、アジア地域でも同様のことが報告されている。また、左側結腸の癌は増加傾向にあるとの報告もある[32]。

腸管拡張度の改善による正確な局在診断の向上により腹腔鏡手術をはじめとする外科手術への貢献が期待された。

しかしながら、この検討にはいくつかの制限が残っている。まず、患者選択は retrospective であることや、患者選択は randomize されていないことがあげら

れる。自動 CO₂ 注入器を用いた術前大腸 3DCT が保険診療として認可された後は、手動空気注入法は行われていないため、患者選択に一定の制限が残るが、統計上の患者背景（年齢分布、男女比）に有意差は認められていない。

二つ目として、大腸癌の術前精査の方法として、大腸内視鏡検査と大腸 3DCT 検査に対する患者の好みは考慮されていない。過去の検討では、患者は大腸内視鏡検査と比較して大腸 3DCT を好むと報告されているが[33]、大腸 3DCT においては、手動送気法と自動送気法の好みに差は認められていない[16,34]。しかし、CO₂ を用いた手法では空気と比べて患者の不快感が改善されたとの報告がある[35]。

今後、これらの検討する余地のある内容が残っているが、結腸癌の有病率は人種や地域により異なっており[12,30]、日本において大腸 3DCT に関する研究や比較検討はまだ少なく、病変の深達度診断や検査の受容性に関する追加検討が望まれる。

結論

今回の比較検討の結果、術前大腸 3DCT においては、従来の手動空気注入法に対して、自動 CO₂ 注入法を用いることで、腫瘍の局在部位として多い S 状結腸の拡張を特に改善することが示された。これにより、正確な術前評価をより有用的に行うことができる検査方法である可能性が示唆された。

参考文献

1. Leung WK, Ho KY, Kim WH, Lau JY, Ong E, Hilmi I, Kullavanijaya P, Wang CY, Li CJ, Fujita R, Abdullah M, Tandon R, Sung JJ. Colorectal neoplasia in Asia: a multicenter colonoscopy survey in symptomatic patients. *Gastrointest Endosc* 64 : 751-9、 2006
2. Yiu HY, Whittemore AS, Shibata A. Increasing colorectal cancer incidence rates in Japan. *Int J Cancer* 109 : 777-81、 2004
3. The Editorial Board of Cancer Statistics in Japan, ed. Cancer statistics in Japan 2010. Tokyo: *Foundation for Promotion of Cancer Research (FPCR)*, 2010.
4. Winawer SJ, Zauber AG, Ho MN, O'Brien MJ, Gottlieb LS, Sternberg SS, Waye JD, Schapiro M, Bond JH, Panish JF. Prevention of colorectal cancer by colonoscopic polypectomy. The National Polyp Study Workgroup. *N Engl J Med* 329 : 1977-81、 1993
5. Royster AP, Gupta AK, Fenlon HM, Ferrucci JT. Virtual colonoscopy: current status and future implications. *Acad Radiol* 5 : 282-8、 1998
6. Vining DJ. Virtual endoscopy: is it really? *Radiology* 200 : 30-1、 1996
7. Leksowski K, Rudzinska M, Rudzinski J. Computed tomographic colonography in preoperative evaluation of colorectal tumors: a prospective study. *Surg Endosc* 25 : 2344-9、 2011
8. Ferrucci JT. Colon cancer screening with virtual colonoscopy: promise, polyps, politics. *AJR Am J Roentgenol* 177 : 975-88、 2001

9. Pickhardt PJ, Choi JR, Hwang I, Butler JA, Puckett ML, Hildebrandt HA, Wong RK, Nugent PA, Mysliwiec PA, Schindler WR. Computed tomography virtual colonoscopy to screen for colorectal neoplasia in asymptomatic adults. *N Engl J Med* 349 : 2191-200, 2003
10. Utano K, Endo K, Togashi K, Sasaki J, Kawamura HJ, Horie H, Nakamura Y, Konishi F, Sugimoto H. Preoperative T staging of colorectal cancer by CT colonography. *Dis Colon Rectum* 51 : 875-81, 2008
11. Nagata K, Endo S, Kudo SE, Kitano S, Koshihashi T. CT air-contrast enema as a preoperative examination for colorectal cancer. *Dig Surg* 21 : 352-8, 2004
12. Inomata M, Yasuda K, Shiraishi N, Kitano S. Clinical evidence of laparoscopic versus open surgery for colorectal cancer. *Jpn J Clin Oncol* 39 : 471-7, 2009
13. Cho YB, Lee WY, Yun HR, Lee WS, Yun SH, Chun HK. Tumor localization for laparoscopic colorectal surgery. *World J Surg* 31 : 1491-5, 2007
14. Mulder SA, Kranse R, Damhuis RA, de Wilt JH, Ouwendijk RJ, Kuipers EJ, van Leerdam ME. Prevalence and prognosis of synchronous colorectal cancer: a Dutch population-based study. *Cancer Epidemiol* 35 : 442-7, 2011
15. Neri E, Turini F, Cerri F, Faggioni L, Vagli P, Naldini G, Bartolozzi C. Comparison of CT colonography vs. conventional colonoscopy in mapping the segmental location of colon cancer before surgery. *Abdom Imaging* 35 : 589-95, 2010
16. Burling D, Taylor SA, Halligan S, Gartner L, Paliwalla M, Peiris C, Singh L, Bassett P, Bartram C. Automated insufflation of carbon dioxide for MDCT

- colonography: distension and patient experience compared with manual insufflation. *AJR Am Roentgenol* 186 : 96-103、 2006
17. Shinnars TJ, Pickhardt PJ, Taylor AJ, Jones DA, Olsen CH. Patient-controlled room air insufflation versus automated carbon dioxide delivery for CT colonography. *AJR Am J Roentgenol* 186 : 1491-6、 2006
18. Nagata K, Iyama A, Hanazuka B, Kato H, Yamada R. CT colonography with and without butyl scopolamine. *JSCP* 63 : 127-33、 2010
19. Owakii K, Kitano H, Fujinami T. The efficacy of polyethylene glycol electrolyte lavage solution (PEG) with sodium picosulfate at the same time. *Therapeutic Research* 11 : 304-7、 1990
20. The Paris endoscopic classification of superficial neoplastic lesions: esophagus, stomach, and colon: November 30 to December 1, 2002. *Gastrointest Endosc* 58 : S3-43、 2003
21. Sosna J, Bar-Ziv J, Libson E, Eligulashvili M, Blachar A. CT colonography: positioning order and intracolonic pressure. *AJR Am J Roentgenol* 191 : 1100、 2008
22. Taylor SA, Halligan S, Goh V, Morley S, Bassett P, Atkin W, Bartram CI. Optimizing colonic distension for multi-detector row CT colonography: effect of hyoscine hydrobromide and rectal balloon catheter. *Radiology* 229 : 99-108、 2003
23. Pooler BD, Baumel MJ, Cash BD, Moawad FJ, Riddle MS, Patrick AM, Damiano M, Lee MH, Kim DH, Muñoz del Rio A, Pickhardt PJ. Screening CT colonography: multicenter survey of patient experience, preference, and potential impact on

- adherence. *AJR Am J Roentgenol* 198 : 1361-6、 2012
24. Macari M, Berman P, Dicker M, Milano A, Megibow AJ. Usefulness of CT colonography in patients with incomplete colonoscopy. *AJR Am J Roentgenol* 173 : 561-4、 1999
25. Fenlon HM, McAneny DB, Nunes DP, Clarke PD, Ferrucci JT. Occlusive colon carcinoma: virtual colonoscopy in the preoperative evaluation of the proximal colon. *Radiology* 210 : 423-8、 1999
26. Neri E, Giusti P, Battolla L, Boraschi P, Lencioni R, Caramella D, Bartolozzi C. Colorectal cancer: role of CT colonography in preoperative evaluation after incomplete colonoscopy. *Radiology* 223 : 615-9、 2002
27. Scullion DA, Wetton CW, Davies C, Whitaker L, Shorvon PJ. The use of air or CO2 insufflation agents for double contrast barium enema (DCBE) : is there a qualitative difference? *Clin Radiol* 50 : 558-61、 1995
28. Morrin MM, Farrell RJ, Keogan MT, Kruskal JB, Yam CS, Raptopoulos V. CT colonography: colonic distention improved by dual positioning but not intravenous glucagon. *Eur Radiol* 12 : 523-30、 2002
29. Morrin MM, Kruskal JB, Farrell RJ, Goldberg SN, McGee JB, Raptopoulos V. Endoluminal CT colonography after an incomplete endoscopic colonoscopy. *AJR Am J Roentgenol* 172 : 913-8、 1999
30. Gatta G, Ciccolallo L, Capocaccia R, Coleman MP, Hakulinen T, Møller H, Berrino F. Differences in colorectal cancer survival between European and US populations:

- the importance of sub-site and morphology. *Eur J Cancer* 39 : 2214-22、 2003
31. Lee SJ, Kim SA, Ku BH, Kim HY, Kim JY, Chang DK, Son HJ, Shim SG, Rhee PL, Kim JJ, Rhee JC, Kim YH. Association between colorectal cancer and colonic diverticulosis: case-control study based on computed tomographic colonography. *Abdominal Imaging* 37 : 70-3、 2012
32. Faivre J, Bédenne L, Boutron MC, Milan C, Collonges R, Arveux P. Epidemiological evidence for distinguishing subsites of colorectal cancer. *J Epidemiol Community Health* 43 : 356-61、 1989
33. Graser A, Stieber P, Nagel D, Schäfer C, Horst D, Becker CR, Nikolaou K, Lottes A, Geisbüsch S, Kramer H, Wagner AC, Diepolder H, Schirra J, Roth HJ, Seidel D, Göke B, Reiser MF, Kolligs FT. Comparison of CT colonography, colonoscopy, sigmoidoscopy and faecal occult blood tests for the detection of advanced adenoma in an average risk population. *Gut* 58 : 241-8、 2009
34. Ristvedt SL, McFarland EG, Weinstock LB, Thyssen EP. Patient preferences for CT colonography, conventional colonoscopy, and bowel preparation. *Am J Gastroenterol* 98 : 578-85、 2003
35. Dachman AH. Advice for optimizing colonic distention and minimizing risk of perforation during CT colonography. *Radiology* 239 : 317-21、 2006