

# CT colonographyにおけるブスコパン投与と撮影体位がもたらす腸管拡張効果

*The effect of colonic distention with administration of Butylscopolamine and scanning position in CT colonography study*

北井 孝明, 小川 武, 野口 潤, 櫻井 勝則, 藤本 綾子, 兵藤 康弘,  
白井 和美, 池田 雄士, 森川 敬斗, 北野 琢也, 三宅 悠司

国家公務員共済組合連合会 舞鶴共済病院 放射線科

**Key words:** CT colonography, colonic distention, hyoscine, butylscopolamine, CTC

## 【Summary】

The purpose of this study was to evaluate whether Butylscopolamine administration has a colonic luminal distention role and evaluate the colonic luminal distention of each segment in the each supine, prone and right lateral (R-lat) decubitus scanning position in CT colonography.

A total of 718 adults (M, 377 F, 341) in the Butylscopolamine administration group and the non-administration group were scanned. The order of scanning was arbitrary, and either supine, prone or R-lat decubitus position was randomly selected.

There was no statistically significant difference in colonic luminal distention between Butylscopolamine administration and non-administration.

There was a tendency inadequate colonic luminal distention at D.C and S.C in the supine scanning position. To complement that, the R-lat decubitus was more effective than the prone scanning position.

## 【要旨】

CT colonography (CTC) において、ブスコパン投与による腸管拡張効果と、仰臥位撮影・伏臥位撮影・右下デクビタス撮影それぞれの腸管拡張を評価した。対象はブスコパン投与群と非投与群の合計718人（男性377人、女性341人）である。撮影体位と撮影の順番については仰臥位・伏臥位・右下デクビタスのいずれかを無作為の2体位とし、合議判定により腸管拡張を評価した。ブスコパン投与は撮影体位にかかわらず腸管拡張に寄与しないため、腸管蠕動抑制のための鎮痙剤は使用する必要はない。仰臥位撮影の下行結腸とS状結腸で腸管拡張不足となる傾向がある。それを補完する撮影体位は右下デクビタス撮影である。

## 緒 言

近年、日本人のがん罹患者数は高齢化の進行などで急速に増加し続けており、2013年の調査結果によると、大腸がん・胃がん・肺がんの順となった。大腸がん性別罹患者率は男性で第1位、女性では第2位である。その理由は、大腸がん検診受診率および精密検査数の低さが原因であるといわれているが、早期がんでは一般的に自覚症状がないこと、従来法の大腸の診断学である注腸造影検査と大腸内視鏡検査数の増加に余裕のない施設が多いことが指摘されている。罹患者率・死亡率の上昇に伴い、大腸がん検査の重要性や国民の関心は飛躍的に高まっている。そこで従来法と比較して低侵襲な2次スクリーニング検査としてCT colonography

(CTC) が注目され、その件数が増加している<sup>1)</sup>。CTCの前処置として、腫瘍性病変と腸管残渣の区別がつかず偽陽性・偽陰性が増加することを防ぐために、残渣の吸引<sup>2)</sup>を行ってから、あるいは造影剤を経口投与し標識すること（タギング）が重要で、それにより病変の感度が良好となり検査精度も向上する<sup>3)</sup>。

また消化器臓器はアセチルコリンという神経伝達物質により副交感神経の命令が充進し蠕動運動が促進されるが、撮影前に鎮痙剤としてブチルスコポラミン臭化物注射剤（ブスコパン®注、パーリンガーインゲルハイム）を投与することで腸管の蠕動を抑制し撮影する方法も行われている。

撮影方法は、大腸以外の腹部臓器の診断を併せて行うための仰臥位と、ポリープと残渣の鑑別を行うため伏臥位の2体位の撮影を行う<sup>4~6)</sup>。しかし、大腸の蠕動運動やスパズムにより拡張不足となり読影が困難なケースや、残渣が充満した部位がクレンジングにより消去されてしまいair image表示に欠損が生じるケースが散見される。大腸がんの60~70%がS状結腸と直腸に発生しているとの報告があるが<sup>1)</sup>、腸管拡張が左より右半結腸の方が良好であるとの報告<sup>7,8)</sup>や、仰臥位撮影と伏臥位撮影のみでは下行結腸とS状結腸におい

Takaaki Kitai, Takesi Ogawa, Jun Noguti,  
Katunori Sakurai, Ayako Fujimoto, Yasuhiro Hyodo,  
Kazumi Usui, Yuji Ikeda, Hayato Morikawa,  
Takuya Kitano, and Yuji Miyake

Department of Radiology, Maiduru Kyosai Hospital

て拡張不足や残渣が停留する可能性があることが、撮影データや注腸造影検査の経験から分かっている。その場合、右下デクビタス撮影を追加して2体位撮影を補完することが推奨されているが<sup>9)</sup>、さらなる撮影追加による患者被ばくの増大が憂慮されるため伏臥位あるいは右下デクビタス撮影のどちらかで仰臥位撮影を補完することが望ましい<sup>10)</sup>。

本研究では、鎮痙剤投与による腸管拡張効果の検証と、仰臥位撮影・伏臥位撮影・右下デクビタス撮影の3体位それぞれの腸管拡張を評価し、仰臥位撮影の腸管拡張不足を補う撮影体位を比較検討したので報告する。

## 1. 使用機器および方法

本研究は、当施設の倫理委員会によって承認を受けた。また事前に対象患者から文書で同意を得た。さらにデータの取り扱いについては、連結不可能匿名化を行った。

### 1-1 対象

対象症例は、2014年10月から2017年3月までの期間に、64列MDCTを使用しCTCを施行した全検査である。720例のうち送気チューブの固定が困難であった2症例を除外した718症例について検討した。

ブスコパン投与群は、2014年10月から2015年7月までのブチルスコポラミン臭化物が禁忌でなかった127症例。鎮痙剤非投与群は、2015年8月から2017年3月までの591症例である。

### 1-2 使用機器

CTシステム Aquilion 64 (東芝メディカルシステムズ株式会社)

二酸化炭素自動送気装置 プロトCO<sub>2</sub>L (エーディア株式会社)

AW Server (GEヘルスケア・ジャパン)

### 1-3 前処置

前日の食事の内容は低残渣食として、腸管前処置を軽減したPolyethylene glycol – contrast medium (PEG-CM) 法を用いた。PEG-CM法とは、前日の朝食後と夕食後に380mLのPEG溶液と20mLのアミドトリゾ酸ナトリウムメグルミン液 (ガストログラフィン: バイエル薬品社製) を内服し、眼前に必要な応じてピコスルファートナトリウム内用液0.75%を

服用する方法である<sup>11, 12)</sup>。

ブスコパン投与群は、前投薬としてブチルスコポラミン臭化物注射剤20mgをCTC検査開始の10分前に筋肉内注射した。

### 1-4 撮影方法

腸管へのルームエア注入を低減するため、送気カテーテルを100ccの二酸化炭素で充填し直腸に挿入した。

二酸化炭素送気圧はBody Mass Index (BMI) と同数値を送気圧に設定して、送気設定圧より2mmHg程度低い値で送気開始し、送気圧が安定あるいは送気量が1.0Lに到達した時点で送気設定圧に再設定して25mmHgを上限値とした。

MDCTの撮影条件は、管電圧120kV、管電流 Standard Deviation (SD) driven Auto Exposure Control (AEC), volume EC 12.0 (5mm)、管球回転速度0.5sec/rot, pitch factor 0.828, detector dimension 0.5mm×64, table speed 48.3mm/sec。

他臓器診断の目的を兼ねた仰臥位撮影の画像目標 Standard Deviationは10とし、伏臥位撮影あるいは右下デクビタス撮影は Standard Deviation 20とした。再構成スライス間隔厚0.5mm、再構成スライス厚0.5mmとした。

仰臥位撮影は必須として、伏臥位撮影か右下デクビタス撮影のいずれかを無作為に選び、撮影順番については任意の順序とし、腸管拡張が不十分の場合は残りの体位で追加撮影を行った。

#### 1-4-1 supine position protocol

撮影順が1体位目の場合は、上行結腸まで二酸化炭素が到達しやすいように患者の姿勢を左下側臥位にして送気を開始し、送気設定圧表示が安定した時点で仰臥位でCTCを行った。

撮影順が2体位目の場合は、体位変換の際の腸管内圧上昇によるリスクを考慮し、いったん送気装置とチューブの連結を外し、仰臥位に体位変換を行い1体位目と同等の送気圧で送気を再開し、送気圧表示が安定した時点でCTCを行った。

#### 1-4-2 prone position protocol

撮影順が1体位目の場合も、1-4-1と同様に左下側臥位で送気を開始し、同じ手順を経て伏臥位でCTCを行った。

撮影順が2体位目の場合も、1-4-1と同様にいったん送気装置とチューブの連結を外し、腹部の圧迫を防ぐために胸部と恥骨下縁にマットを敷いて伏臥位でCTCを行った。

#### 1-4-3 right lateral decubitus position protocol

撮影順が1体位目の場合も、1-4-1と同様に左下側臥位で送気を開始し、同じ手順を経て右下側臥位でCTCを行った。

撮影順が2体位目の場合も、1-4-1と同様にいったん送気装置とチューブの連結を外し、右下側臥位でCTCを行った。

### 1-5 画像評価

経験年数が30年の1人と20年の2人の診療放射線技師3人で合議判定を行い、結果の公表については観察者の同意を得た。

大腸を、盲腸から右結腸曲までをascending Colon (A.C)、右および左の結腸曲に挟まれた部分をtransverse Colon (T.C)、左結腸曲からS状結腸起始部までをdescending Colon (D.C)、下行結腸に続く部分で第2仙椎下縁の高さまでをsigmoid Colon (S.C)、第2仙椎下縁から肛門縁をrectum Colon (R.C)の5区分に区域分けを行い、以下の4段階で視覚評価分類と有意差検定を行った。

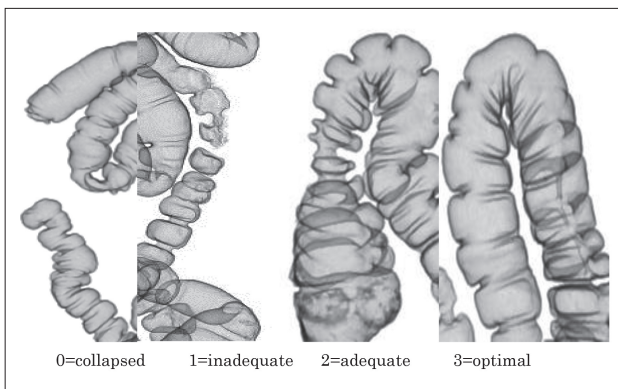


Fig.1 Visual evaluation scores of colonic distention

- Grade 0 : complete luminal collapse
- Grade 1 : partial luminal collapse
- Grade 2 : reasonable but suboptimal luminal distention
- Grade 3 : optimal luminal distention

全ての有意差検定はP値<0.05を有意差ありとした。

腸管拡張視覚評価分類シェーマをFig.1に示す。

#### 1-5-1 鎮痙剤投与による腸管拡張評価

ブスコパン投与群と非投与群の腸管拡張をUnpaired t-test (ystat 2006)を用いて評価した。

#### 1-5-2 3体位の腸管拡張評価

仰臥位・伏臥位・右下デクビタス撮影の腸管拡張をMann-Whitney U-test with Bonferroni correction (ystat 2006)を用いて評価した。

## 2. 結果

腸管前処置薬および鎮痙剤の副作用に伴う検査の中止、あるいは二酸化炭素送気に伴う偶発症は認めなかった。対象患者の背景因子をTable 1に示す。

### 2-1 仰臥位撮影における鎮痙剤の腸管拡張効果

ブスコパン投与群と非投与群で腸管拡張の統計学的有意差は認めなかった (Fig.2)。

(A.C) 2.93 vs 2.93. (T.C) 2.83 vs 2.96. (D.C) 2.51 vs 2.51. (S.C) 2.56 vs 2.54. (R.C) 2.99 vs 2.98.

### 2-2 伏臥位撮影における鎮痙剤の腸管拡張効果

ブスコパン投与群と非投与群で腸管拡張の統計学的有意差は認めなかった (Fig.3)。

(A.C) 2.96 vs 2.97. (T.C) 2.80 vs 2.86. (D.C) 2.71 vs 2.63. (S.C) 2.56 vs 2.66. (R.C) 3.00 vs 2.96.

Table 1 Patient background factors

	supine position			prone position			R-lat decubitus position		
	Butylscopolamine administration	without hyoscine	t-test decision	Butylscopolamine administration	without hyoscine	t-test decision	Butylscopolamine administration	without hyoscine	t-test decision
Women	60	281		57	43		13	242	
Men	67	310		56	46		15	261	
Age	61.0	66.2	*	61.1	66.8	*	66.5	66.6	n.s.
Height (cm)	160.6	160.7	n.s.	160.6	160.1	n.s.	162.0	160.3	n.s.
Weight (kg)	58.4	61.6	*	58.3	60.8	n.s.	58.0	60.5	n.s.
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	22.4	22.9	*	22.5	23.5	*	22.0	23.3	*
CO <sub>2</sub> pressure (mmHg)	20.3	22.9	*	22.2	22.9	*	21.9	22.8	n.s.
CO <sub>2</sub> volume (cc)	2,569	2,025	*	2,575	2,006	*	2,286	2,001	*

A significant difference (\*) was noted in the main effect using the t-test (p < 0.05)

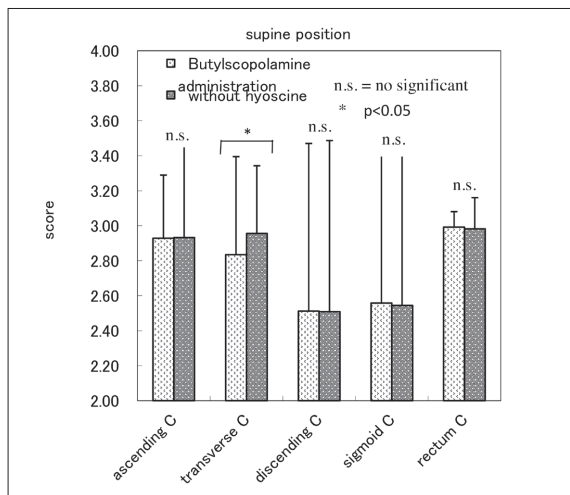


Fig.2 Visual evaluation of colonic distention with administration of Butylscopolamine or not in supine scanning position

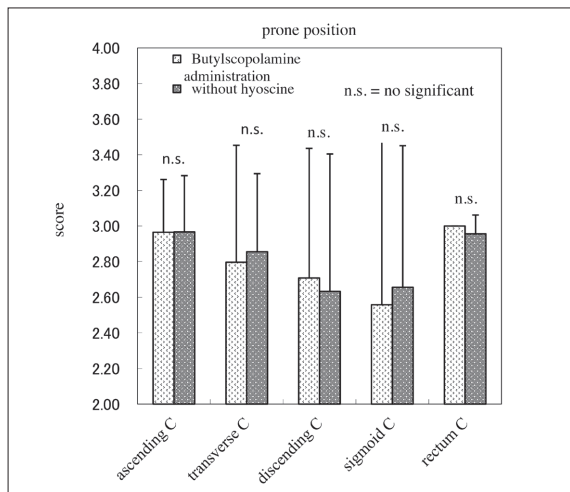


Fig.3 Visual evaluation of colonic distention with administration of Butylscopolamine or not in prone scanning position

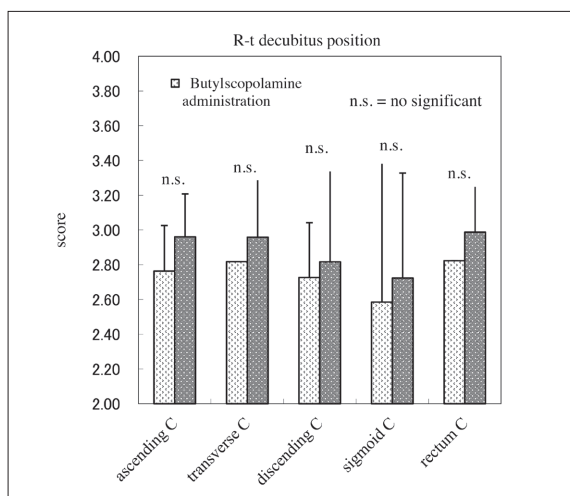


Fig.4 Visual evaluation of colonic distention with administration of Butylscopolamine or not in R-lat decubitus scanning position

### 2-3 右下デクビタス撮影における鎮痙剤の腸管拡張効果

ブスコパン投与群と非投与群で腸管拡張の統計学的有意差は認めなかった (Fig.4).

(A.C) 2.76 vs 2.96. (T.C) 2.82 vs 2.96. (D.C) 2.73 vs 2.82. (S.C) 2.58 vs 2.72. (R.C) 2.82 vs 2.99.

### 2-4 体位別部位ごとの腸管拡張評価

撮影体位別・部位別の腸管拡張を Fig.5 に示す。

### 2-5 体位別の腸管拡張評価

各部位の腸管拡張を合計した平均値を体位別に示す (Fig.6). 右下デクビタスは仰臥位に対して統計学的

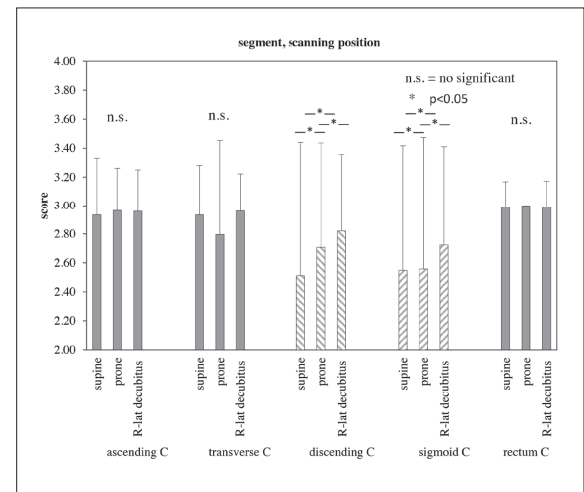


Fig.5 Visual evaluation of colonic distention each segment and scanning position

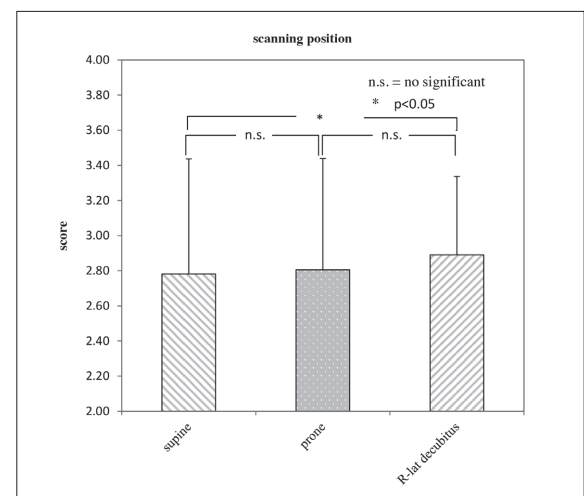


Fig.6 Visual evaluation of colonic distention in each scanning positions

有意差を認めた ( $p < 0.05$ ).

仰臥位  $2.78 \pm 0.66$ , 伏臥位  $2.81 \pm 0.63$ , 右下デクビタス  $2.89 \pm 0.45$ .

### 3. 考 察

#### 3-1 鎮痙剤と腸管拡張の関係

鎮痙剤の種類および投与の有無については、次のようにさまざまな報告がされている。Bruzzi JF<sup>13)</sup>, K, Nagata<sup>14)</sup> らはブスコパン投与については腸管拡張に寄与しない。米国の大規模試験においても使用しなくても良好な成績を取っており<sup>15)</sup>, Pickhardt PJ<sup>16)</sup> らは副作用の観点から利益が不利益を上回っているとはいえないという理由で使用は推奨していない。しかし、de Haan MC<sup>17)</sup> らによるとブスコパン投与はS状結腸の拡張が有意であると述べている。またグルカゴン投与については、Yee J<sup>18)</sup> らやMorrin MM<sup>19)</sup> らによると腸管拡張の改善に寄与せず、むしろ回盲弁の弛緩を生じ小腸にガスが流入しやすくなる結果、大腸が圧迫され拡張は低下することがあるため投与すべきではないと述べているし、アメリカ消化管内視鏡学会もグルカゴン投与は否定的である<sup>20)</sup>。この辺りを踏まえた上で、当初、われわれが積極的に鎮痙剤を投与してCTCを行った理由は注腸検査での鎮痙剤使用経験に基づいている。CTCはX線透視などによる腸管拡張の状態を確認できない状態で撮影を開始するため、腸管蠕動運動による収縮時を捉える可能性を否定できない。それによる追加撮影は患者被ばく増大につながるため、鎮痙剤投与効果は副作用による不利益を上回ると考えた。鎮痙剤としてブスコパンを選択し、グルカゴンにおいてはアメリカ消化管内視鏡学会の提唱<sup>20)</sup>を参考にして採用しなかった。

しかし、予想に反してわれわれの結果は、撮影体位にかかわらずブスコパン投与群は腸管拡張に統計学的有意差を認めず、むしろ非投与群が良好な傾向を示した。その考察を以下に述べる。

まず、注腸検査や内視鏡検査は検査時間が長く物理的刺激が大きいものに対して、CTCは大腸への送気のみで15秒程度の撮影時間で検査が完了するため腸管蠕動や spasms が抑えられていると考える<sup>21)</sup>。

もう一つの理由として、BMIが低いほど腸管拡張は良好で<sup>22)</sup>、高いほど大腸拡張のため送気圧を上げる必要がある<sup>23, 24)</sup>との報告や、ルームエアーよりも二酸化炭素を使用した方が拡張にも患者の検査時検査後の苦痛も和らげることができるとの報告がある<sup>25, 26)</sup>。わ

れわれもBMIと二酸化炭素注入圧と腸管拡張は相関関係があると考え、送気装置の二酸化炭素注入設定圧をBMIと同数値とした。今回、BMIと腸管拡張についての検討は行っていないが、Dachmanは送気圧の設定は20~25mmHgが目安であると述べており<sup>27)</sup>、本臨床試験におけるBMIが $16.9\text{kg/m}^2 \sim 29.0\text{kg/m}^2$ で送気圧を17mmHgから送気装置の上限値である26mmHgとしたことは、数値的にはほぼ妥当な条件設定であったと推考する。つまり十分な腸管拡張が得られれば蠕動運動は抑制されると推測され、鎮痙剤投与による腸管蠕動抑制は必要ないと考える。

鎮痙剤投与効果である蠕動運動抑制により患者の検査時の苦痛については検討を行っていないが、以上の理由により、われわれもCTCの前処置としての鎮痙剤の投与は不要であると結論付けた。

#### 3-2 撮影体位と腸管拡張の関係

CTCの2体位目の撮影目的は、タギング不良による残渣とポリープの判別不成功を回避すること<sup>28)</sup>、1体位目の腸管拡張不足部位を補完する目的がある。通常、2体位目は1体位目と反対の体位でCTCを行い、腸管拡張不足を認めた場合は3体位目の撮影として右下デクビタス撮影が奨励されている<sup>8)</sup>。しかし、患者被ばくと侵襲度を考慮して可能な限り2体位でCTCを完遂することが望ましい。また小腸への過剰な二酸化炭素の流出を防ぐために1体位目に伏臥位撮影を行い、2体位目に仰臥位撮影で行うとの報告があるが<sup>29)</sup>、今回、われわれは撮影体位の順番については検討していない。

当施設では、腹部臓器および骨盤臓器診断も併せて行うため仰臥位でのCTCは必須体位としているが、仰臥位撮影は上行結腸と直腸においては良好な腸管拡張を示し、横行結腸・下行結腸およびS状結腸の腸管拡張が不十分となる傾向があるとの報告がある<sup>7)</sup>。われわれの臨床結果でも同様の傾向を示し、仰臥位撮影の腸管拡張不足となる部位は下行結腸とS状結腸で、それに対して伏臥位さらに右下デクビタス撮影の同部位での腸管拡張が優位であった。撮影体位別の平均値の比較でも同様に伏臥位さらに右下デクビタス撮影の腸管拡張が良好となり、仰臥位と右下デクビタス撮影との比較では統計学的有意差を認めた。このことから、仰臥位に続く2体目は右下デクビタス撮影が有効であると考察する。

またCT colonographyの検査精度が落ちる要因として、残渣が腸管内腔を充満し空気が存在しない部

位は仮想内視鏡画像が得られないためにMPR画像のみでの評価となることも挙げられる。

本臨床試験では腸管残液の評価は行っていないが、仰臥位撮影の下行結腸、伏臥位撮影の横行結腸、右下デクビタス撮影の上行結腸に残渣の停留傾向が認められた。しかし、腸管拡張評価は残渣の停留を含めての評価を行ったために右下デクビタス撮影はCTCにおいて有効であると考えられる。

残渣の停留については撮影体位の工夫も大切であるが、前処置の方法を低用量PEG-CM法<sup>12)</sup>をはじめ低用量分割飲用法<sup>30)</sup>などの検討を行い、残渣自体の低減を試みる必要があると考えた。

## 表の説明

Table 1 患者背景

## 図の説明

- Fig.1 視覚的腸管拡張評価  
 Fig.2 仰臥位におけるブスコパン投与と非投与での腸管拡張評価  
 Fig.3 伏臥位におけるブスコパン投与と非投与での腸管拡張評価  
 Fig.4 右下デクビタスにおけるブスコパン投与と非投与での腸管拡張評価  
 Fig.5 体位別・部位別の腸管拡張評価  
 Fig.6 撮影体位別の腸管拡張評価

## 参考文献

- 1) 消化管先進画像診断研究会：大腸CTテキスト。南江堂，2015。
- 2) Johnson CD, et al.: Accuracy of CT colonography for detection of large adenomas and cancers. *N Engl J Med*, 359; 1207-1217, 2008.
- 3) Pickhardt PJ, et al.: Computed tomographic virtual colonoscopy to screen for colorectal neoplasia in asymptomatic adults. *N Engl J Med*, 349: 2191-2200, 2003.
- 4) Emma Helbren, et al.: CT Colonography: Clinical Evaluation of a Method for Automatic Coregistration of Polyps at Follow-up Surveillance Studies. *Radiology*, Vol.273: 417-424, 2014 Nov. 10.1148/radiol.14140473.
- 5) Fletcher JG, et al.: Optimization of CT colonography technique: prospective trial in 180 patients. *Radiology*, 216(3): 704-11, 2000.
- 6) Perry J. Pickhardt: Screening CT Colonography: How I Do It. *American Journal of Roentgenology*, 189: 290-298, 2007.
- 7) Yee J, et al.: Comparison of supine and prone scanning separately and in combination at CT colonography. *Radiology*, 226: 653-661, 2003.
- 8) Virendra Tewari, et al.: Computed Tomography Colo-

## 4. 結 語

欧米をはじめ世界的にもCTCの有用性は推奨されており、もはやバリウムを用いた注腸検査はするべきではないとされ、今後、CTCの件数は増加すると思われる。

今後、1体位だけの撮影でCTCが完遂することで患者被ばく低減が図れること、また本研究がその一助になることを切に願う。

なお、本研究の要旨は第29回欧州放射線学会議 (ECR2017, ウィーン) において発表した。

- nography for Colorectal Cancer Screening. *Gastroenterol Hepatol (N Y)*, 9(3): 158-163, 2013 Mar.
- 9) S C Chen, et al.: CT colonography: value of scanning in both the supine and prone positions. *AJR*, 172: 595-599, 1999.
  - 10) Buchach CM, et al.: Performing an additional decubitus series at CT colonography. *Abdom Imaging*, 36(5): 538-44, 2011 Oct. doi: 10.1007/s00261-010-9666-9.
  - 11) 永田浩一, 他: 大腸3D-CTにおける低用量腸管前処置法—臨床応用を検討した preliminary study Minimum-laxative preparation CT colonography: A preliminary study. *日消がん検診誌*, 50: 508-519, 2012.
  - 12) 木島茂喜, 他: 低用量PEG-CM法を用いた大腸3D-CTについて. *Rad Fan*, vol.11: 34-36, 2013.
  - 13) Bruzzi JF, et al.: Efficacy of IV Buscopan as a muscle relaxant in CT colonography. *Eur Radiol*, 13: 2264-2270, 2003.
  - 14) Koichi Nagata, et al.: Colonic distention at CT colonography: randomized evaluation of both IV hyoscine butylbromide and automated carbon dioxide insufflation. *AJR Am J Roentgenol*, 204: 76-82, 2015.
  - 15) Zalis ME, et al.: Diagnostic accuracy of laxative-free computed tomographic colonography for detection of adenomatous polyps in asymptomatic adults: a prospective evaluation. *Ann Intern Med*, 156: 692-702, 2012.
  - 16) Pickhardt PJ: Screening CT colonography: how I do it. *AJR Am J Roentgenol*, 189: 290-298, 2007.
  - 17) de Haan MC, et al.: Colon distension, perceived burden and side-effects of CT-colonography for screening using hyoscine butylbromide or glucagon hydrochloride as bowel relaxant. *Eur J Radiol*, 81: e910-e916, 2012.
  - 18) Yee J, et al.: The usefulness of glucagon hydrochloride for colonic distention in CT colonography. *AJR Am J Roentgenol*, 173: 169-172, 1999.
  - 19) Morrin MM, et al.: CT colonography: colonic distention improved by dual positioning but intravenous glucagon. *Eur Radiol*, 12: 525-530, 2002.
  - 20) American Society for Gastrointestinal Endoscopy. Update on CT colonography. *Gastrointestinal endoscopy*, 69: 393-398, 2009.
  - 21) 永田浩一, 他: 大腸3D検査で良好な腸管拡張を得るため

- に鎮痙剤は必要か?. 日本大腸肛門病会誌, 63: 127-133, 2010.
- 22) Sakamoto T, et al.: Colonic Distention at screening CT colonography: role of spasmolytic agents and body habitus. *Kurume Med J*, 61(1-2): 9-15, 2014.
- 23) 國枝栄二, 他: CTコロノグラフィ: CO<sub>2</sub>自動注入器を使用した大腸拡張法の検討. *Rad Fan*, 11(8): 41-45, 2013.
- 24) Pickhardt PJ, et al.: Volumetric analysis of colonic distention according to patient position at CT colonography: diagnostic value of the right lateral decubitus series. *AJR Am J Roentgenol*, 203(6): W623-8, 2014 Dec.
- 25) Theodore J. Shinnars, et al.: Patient-Controlled Room Air Insufflation Versus Automated Carbon Dioxide Delivery for CT Colonography. *AJR*, 186(6): 1491-6, 2006.
- 26) Jhon T Maple, et al.: Methods of luminal distension for colonoscopy. *American Society for Gastrointestinal Endoscopy*, 77: 519-525, 2013.
- 27) Dachman AH: Advice for optimizing colonic distention and minimizing risk of perforation during CT colonography. *Radiology*, 239(2): 317-21, 2006 May.
- 28) Perry J. Pickhardt, et al.: Screening for Colorectal Neoplasia with CT Colonography: Initial Experience from the 1st Year of Coverage by Third-Party Payers. *Radiology*, 241: 417-425, 2006.
- 29) 國枝栄二: CT Colonography (CTC) による大腸がん診断. *インナービジョン*, 7: 22-29, 2012.
- 30) 岩野晃明, 他: CT Colonographyにおける腸管洗浄剤低用量分割飲用法の経験. *日放技学誌*, 70(7): 676-683, 2014.