

大腸 X 線造影検査の実際

永井優一 北川まゆみ¹⁾ 田仲 隆 小笠原 哲²⁾ 関本宏二³⁾
川口晋吾 鈴木雅裕¹⁾ 池野直哉³⁾ 飯沼 元 荒井保明 森山紀之¹⁾

IRYO Vol. 63 No. 3 (202-208) 2009

要旨

現在、X線を用いた大腸X線検査は大きく分けて、2通り存在している。一つはX線透視撮影装置を使用し、造影剤（バリウムと空気）を用いた注腸X線検査とCT装置を使用し造影剤（空気や炭酸ガス）を用いて撮影し、得られた画像データを三次元処理・解析などを行うCTコロノグラフィ検査がある。両検査の前処置・撮影手技などの違いを理解し、今後の大腸X線造影検査の必要性を認識していただきたい。

キーワード 注腸X線検査, 大腸CT検査, バリウム, 撮影手技, 検査前処置

はじめに

大腸がんは早期に発見すれば、内視鏡的切除や外科的療法により完全に治すことができる“がん”である。少し進んでも手術可能な時期であれば、肝臓や肺へ転移しても外科療法により完全治癒が望める。つまり早期発見できることで死亡率をより減らすことができる。大腸がんのスクリーニング（検診）の代表的なものは、大便の免疫学的潜血反応で、食事制限なく簡単に受診でき、健康な集団の中から大腸がんの精密検査が必要な人を拾い上げる負担の少ない最も有効な検査法である。この次のステップとして、大腸X線造影検査（以下、注腸X線検査とい

う）、Computed Tomography (CT)、Positron Emission Tomography (PET)、大腸内視鏡検査、超音波内視鏡検査などがある。

今回、注腸X線検査について検査前処置、検査手技（技とコツ）と、また近年行われている、CTを用いたCTコロノグラフィ（CTC）についても述べる。

注腸X線検査

1. 注腸X線検査とは

大腸に逆行性に造影剤と空気を注入する二重造影法を完成させたのはFischerであるが、その方法が

国立がんセンター中央病院 放射線診断部 1) 国立がんセンターがん予防・検診研究センター 検診開発研究部 2)
国立病院機構高崎病院 放射線科 3) 国立がんセンター東病院 放射線診断部
別刷請求先：永井優一 国立がんセンター中央病院 放射線診断部 〒104-0045 東京都中央区築地5-1-1
(平成20年10月6日受付)

X-ray contrast examination of Colon: About Clinical approach

Yuichi Nagai, Mayumi Kitagawa¹⁾, Takashi Tanaka, Satoru Ogasawara²⁾, Koji Sekimoto³⁾, Shingo Kawaguchi, Masahiro Suzuki¹⁾, Naoya Ikeno³⁾, Gen Inuma and Yasuaki Arai and Noriyuki Moriyama¹⁾, National Cancer Center Hospital, 1) National Cancer Research Center for Cancer Prevention and Screening, 2) NHO Takasaki National Hospital, 3) National Cancer Center Hospital East.

Key Words: colon cancer X-ray examination, colon cancer CT (Computed Tomography) examination, barium, X-ray technique, preparation,

わが国で臨床上行われ実行をあげたのは約50年前である¹⁾。さらに医学の進歩にともない大腸 X 線診断学の確立、撮影機器の飛躍的進歩、検査手技の継承があり、現在も注腸 X 線検査が行われている。また、大腸は水分を吸収するため造影剤（バリウム）を注入してからの検査時間はすばやく行わなければならない。ゆえに、わずかな大腸粘膜面を描出することで早期大腸がんの発見につながる検査となる。検査手順としては、肛門からバリウムを注入し直腸、S 状結腸、下行結腸、横行結腸、上行結腸、回盲部まで造影する。さらに空気を注入し大腸を膨らませて撮影を行う検査である。

2. 前処置

注腸 X 線検査において検者の技量も当然ながら、前処置も検査の質を決定する重要な項目の一つである。検査時に便が腸管内に残っていると、大腸の粘膜面を詳細にみることができなく、病変があった場合、便と病変が重なった写真では十分な診断情報が得られない可能性がある。下記に示す2つの前処置は、現在主流となっている方法である。

a) ブラウン変法：検査前日から検査食+下剤を組み合わせて行う方法。注腸 X 線検査では多く使用されている。洗腸効果がやや弱く、固形の便が残りやすい。

b) ゴライテリー法：検査当日に下剤（2lの水に溶かしたもの）を約2時間かけて飲用する方法である。大腸内視鏡検査で多く使用されている。固形の便はほとんど残らないが、水溶性の便が多く残る。注腸 X 線検査では水溶便が多いと注入したバリウム濃度が低くなってしまうため、この方法はあまり使用されない。

3. 撮影手技とコツ

1) 最初に立位単純写真を撮影する。

（腹腔内の遊離空気の有無、イレウスや toxic megacolon などに注意し、読影に際して、異常ガス像、石灰化像、腫瘤影や腹水所見の有無を見る。）

2) 寝台を倒し左側臥位にする。この時、患者の両足を曲げるとよい。

3) 左側臥位の体位でチューブを挿入し、腹臥位（または左側臥位）でバリウムを注入する。また、バリウム注入時は腹式呼吸をしてもらうとよい。左

側臥位での注入、数回体位変換を行うなど工夫が必要。

4) 検者の体型をみて、適量のバリウムを注入し、体位変換にてバリウムを盲腸まで進ませる（通常、バリウムの量は250ml位）。

5) バリウム移動のコツ

直腸→下行結腸：背臥位から左側臥位、そのまま腹臥位にする。また左側臥位から背臥位にする。これを2-3回繰り返す。この作業により、直腸のバリウムを下行結腸へ移動させるとともに腸管内へのバリウムの付着をよくすることができる。

下行結腸→横行結腸：背臥位で少し頭低位にしたまま右側臥位から、腹臥位にすることによってバリウムが横行結腸まで移動できる。

横行結腸→上行結腸：腹臥位から右側臥位（少し頭低位）続けて背臥位になる。そこからゆっくりと右前斜位（第一斜位）になり肝彎曲部にバリウムが移動したら背臥位に戻る。すると上行結腸まで移動できる。

6) 空気注入のコツ

背臥位にて空気を小腸（回腸終末部）がぶくっと膨らむまで注入する。

（この時、直腸およびS状結腸にバリウムが残っている場合は、空気を入れながら、体位変換をし、空気でバリウムを口側に押し進めていくとよい。）

7) ルーチン撮影（基本撮影体位）（写真1-17は、撮影順である。）

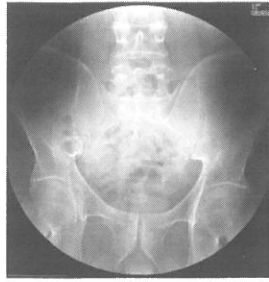


写真1 単純写真

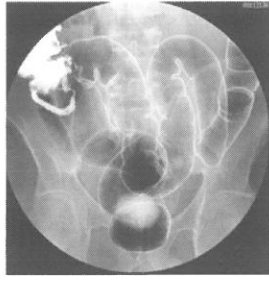


写真2 背臥位正面

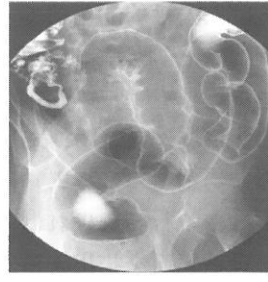


写真3 第一斜位



写真4 左側臥位



写真5 腹臥位の第二斜位

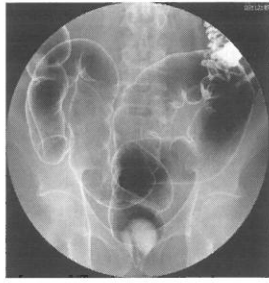


写真6 腹臥位正面

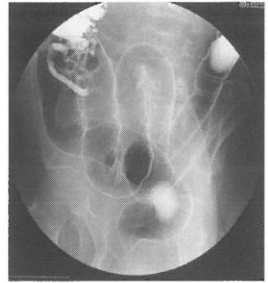


写真7 背臥位第二斜位



写真8 右側臥位

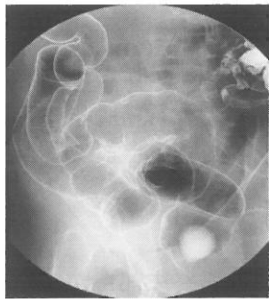


写真9 腹臥位の第一斜位

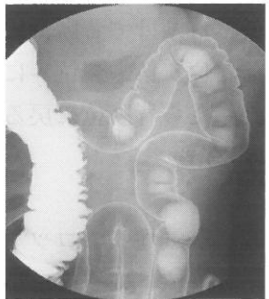


写真10 脾彎曲部(臥位)

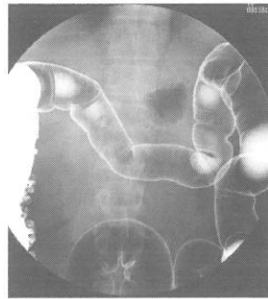


写真11 横行結腸(臥位)

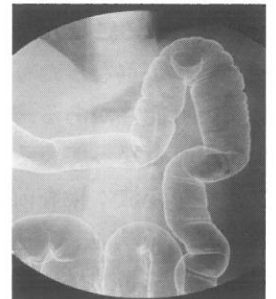


写真12 脾彎曲部(立位)

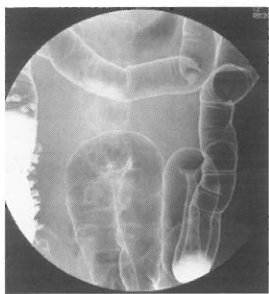


写真13 S状結腸を含めた、

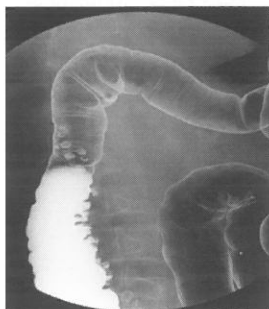


写真14 肝彎曲部(立位)

横行結腸(立位)



写真16 上行結腸(背臥位)(後壁)

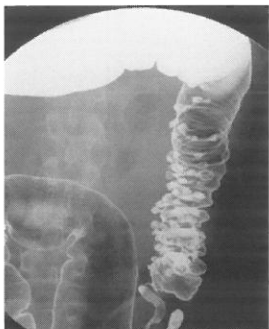


写真17 上行結腸(腹臥位)(前壁)

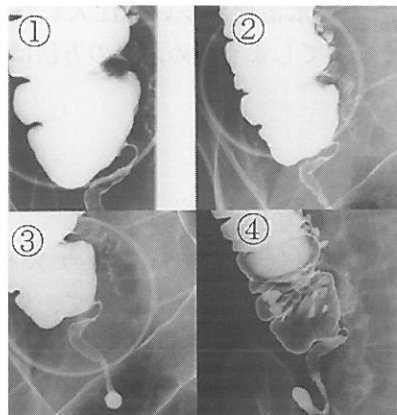


写真15 圧迫

- ①バウヒン弁(回盲弁)強い圧迫,
- ②バウヒン弁弱い圧迫, ③虫垂の圧迫, ④頭低位で盲腸の二重造影

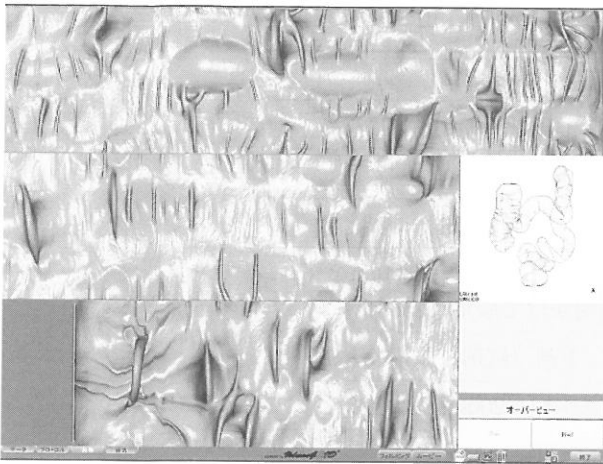


図1 仮想切除標本画像 (VGP)
直腸側 (左下) から盲腸までが一画面に観察できる

以上が注腸 X 線検査のルーチン撮影である。立位撮影時 (脾彎曲部、肝彎曲部) は、この後の圧迫撮影を考慮し、回盲部にバリウムを移動させておく。また、脾彎曲部や肝彎曲部では正面で撮影すると腸管が重なり合うことが多いので、斜位 (脾彎曲: 第二斜位, 肝彎曲: 第一斜位) で撮影する。また、直腸の両側面では両足の大腿骨頭を揃える。

施設によっては撮影枚数が決まっている場合や術者の考えによりルーチン撮影法が確立している場合でも、重要なことは全大腸を二重造影像として撮影することである。さらに、できるだけ効率的に撮影し短時間で終わることも重要である。

CT コロノグラフィ検査

1. CT Colonography (CTC) とは

CT 画像データによって大腸を観察する CTC は、1994年にハワイで開催された学会において初めて報告され²⁾、その後、大腸内視鏡よりもポリープの検出能がやや高いことが報告された³⁾。

わが国においても、ほぼ同じ時期にシングルスライス CT による研究が始められていた。当時の CTC では仮想内視鏡画像: Virtual Endoscopy (VE) が中心であったが、画像の解像度は悪く、注腸 X 線検査や大腸内視鏡検査技術が発達しているわが国では、当初 CTC に対する期待度は低かったため、実臨床への応用には至らなかった。

マルチスライス CT の登場により、空間分解能が飛躍的に向上し、腹部全体を1つのボリュームデータとして得られるようになった。画像処理技術の進歩によって、仮想切除標本画像 (Virtual Gross Pa-

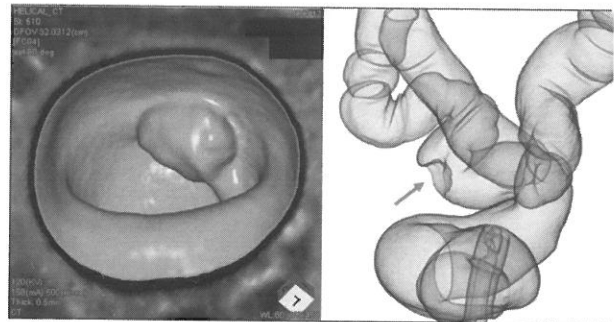


図2 VE や仮想注腸画像 (Air) と MPR 画像を組み合わせた表示

thology) (図1) や VE や仮想注腸画像 (Air) (図2) などのさまざまな画像表示方法が開発されている。現在、欧米においては大腸がんスクリーニングの一つの手法として認められ、数多くの施設で導入されはじめた。国立がんセンターにおいても術前検査では注腸検査のほとんどが CTC に置き換えられたといっても過言ではない。また、スクリーニング検査への応用にも注目が集められている。

撮影前に送気ガスによって大腸を拡張させたのち、CT により腹部の撮影を行う CTC では、得られた画像データから送気ガスと腸管壁のコントラスト差を用いた画像処理により、画像診断がおこなわれる。

CTC は注腸 X 線検査や内視鏡検査に比べ、

- a) 比較的侵襲度が低い。
- b) 術者の技術の差による影響を受けにくい。
- c) 周囲臓器も同時に描出できる。
- d) 内視鏡検査におけるヒダの裏や注腸 X 線検査における腸管の重なりなど、死角となりやすい部位の可視化が可能。

などが長所として挙げられるが、最大の違いはリアルタイムな検査ではないことにある。

CTC の場合、検査中に所見を拾い上げることはなく、検査後の画像処理によって病変のチェックおよび読影を行うことから、後から何度でも見直ることが可能となる。また、1回の検査にかかる時間は10分程度と短いため、被検者への苦痛や負担も注腸 X 線検査や内視鏡検査に比べて少ない。

2. CTC の前処置

CTC においても、注腸 X 線検査や内視鏡検査と同様に下剤を使用して便などの残渣を排出する必要がある。しかしながら、注腸用の高張液を使用する前処置 (ブラウン変法) では残便が偽病変として描出されることが多く、また、内視鏡用の等張液を使

表1 スクリーニングにおける前処置法（愛知県 山下病院の例）

前日	正午	低残渣食
	14:00	コップ1杯（200ml）以上の水
	16:00	〃
	18:00	低残渣食
	19:00	マグコロールP液，1800mlを約2時間かけて服用（200mlずつ）
	21:00	下剤（錠剤）服用
当日	7:00（起床後）	コップ1杯（200ml）以上の水
		以降は絶飲食

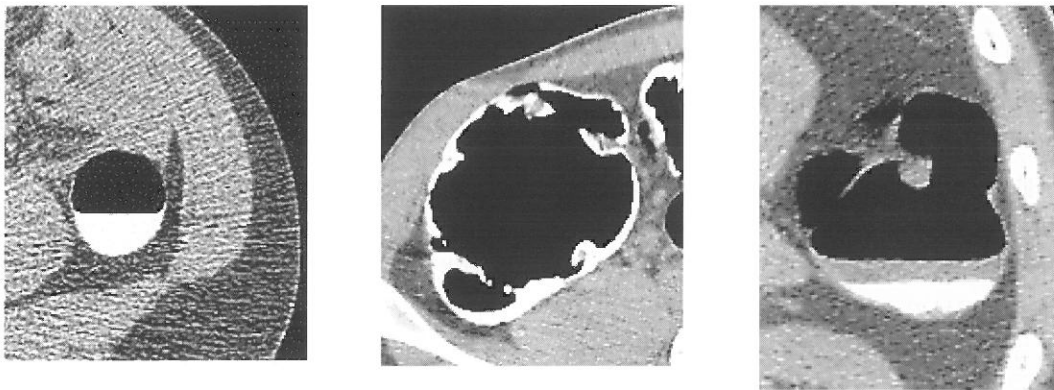


図3 CTC用バリウムによるタギング結果例

（左から）成功例・水分不足によりバリウムが腸管に固着・残渣とバリウムが分離して標識されていない

用する前処置（ゴライテリー法）では、水分が多く残ってしまうため観察可能領域が少なくなるなどの問題点がある。

そこでCTCにおいては等張液を検査前日に服用させることで、検査時間までに水分の排出を促す前処置法が用いられている（表1）⁴⁾。この方法により残渣や水分が少なくなり、腸管を比較的きれいにすることが可能となる。

しかしながら、それでもなお腸管内の水分は残る傾向にあるため、撮影時の体位変換による描出不良部分の相互補完が必要となり、このことはCTCにおいて背臥位・腹臥位の2体位撮影が基本となる要因の一つでもある。

3. 近未来の前処置

現時点では、腸管がきれいで水分量も少なくなる完璧な前処置法は存在しない。

このことがCTCの欠点となっており、この点が解決されることは、今後のCTCの発展に欠かすこ

とのできない要素となっている。そこで、現在注目を集めているのがタギング（Fecal Tagging）法である。タギング法は、硫酸バリウムやガストログラフィンなどの陽性造影剤を検査前日などに経口投与することで、通常は周辺臓器と同等のCT値となる残便・残渣を高濃度領域に標識することができ、このことにより、残便・残渣に埋もれた病変を検出することが可能となる。海外においてはCTC用のバリウムが開発・販売されているが、現在国内で薬事承認されたCTC用バリウム製剤はなく、従来のバリウム製剤では、粘張度が低く、腸管内で沈殿してしまうため、ガストログラフィンを用いてタギングを行っている施設もある。国立がんセンターでは、スクリーニングでの使用を目的として、ガストログラフィンより安価で飲みやすい、バリウムを用いたタギング法の開発を進めており、

米国製のCTC用バリウムを用いたトライアルで明らかになった（図3）問題点をもとに、至適水分量や摂取のタイミングなどについての検討が行われ

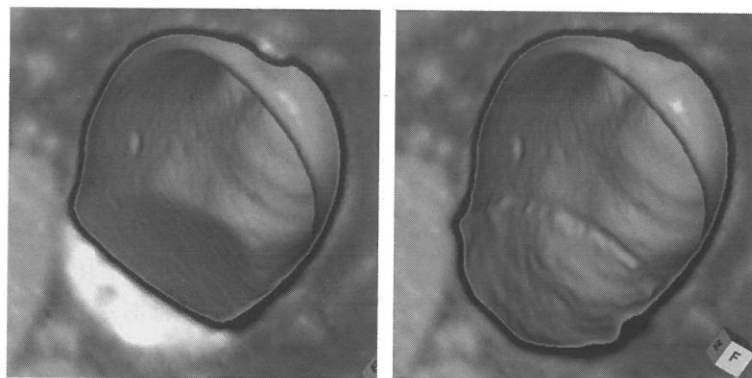


図4 デジタル前処置による画像処理結果
タギング画像(左)とデジタル前処置画像(右)

表2 CTC撮影条件

どちらも肝上縁から肛門縁までを背臥位と腹臥位の2体位で撮影
術前検査ではCTAの併用による血管描出

	管電圧	管電流	回転	Beam Pitch	Scan slice	間隔
スクリーニング	120kV	AEC (SD20)	0.5s/r	0.938	1.0mm×16DAS	0.8mm
術前	120kV	AEC (SD10)	0.5s/r	0.828	0.5mm×64DAS	0.5mm

ている。

タギング法が確立すると、さらに次の段階として、デジタル前処置 (Electronic Cleansing) 法が挙げられる。デジタル前処置は、タギングによって標識された高濃度領域を画像処理によって削除することで、あたかも下剤による腸管内の洗浄を行ったような画像を作り出すことができるため、この技術によって残渣・残便に埋もれた病変の観察が可能となる(図4)。

タギングを用いた前処置法とデジタル前処置技術の開発によって、検査食や下剤のない検査前処置の可能性が示唆されており、これらが実用化されることで前処置から検査までの被検者に対する身体的・精神的負担を大幅に軽減することが可能で、CTCのさらなる普及につながると考えている。

4. 撮影条件

CTCにおける撮影条件は、その目的が術前検査かスクリーニングかによって異なるが、通常の腹部CTに準じた条件が用いられている。しかしながら、検査後の画像処理で利用するために通常読影用とは別に、Thin Sliceでの再構成画像が必要となる。表2に国立がんセンターの撮影条件を示す(表2)。

撮影時には位置決め画像により腸管の拡張具合を

確認することが重要であり、また、呼吸制御では、大腸の伸展を促すため、呼気による撮影が望ましい。得られたCT画像データは3DWSにて画像処理され、VEやVGPなどのさまざまな表示法によって病変チェックや読影が行われる。最近の3DWSには大腸解析に特化したソフトウェアが標準もしくはオプションで実装されているため、処理にかかる時間が大幅に短縮されているが、各メーカーによってアルゴリズムや表示法に違いがあるため、病変がどのように表示されるかなど、あらかじめ使用するWSによく慣れておく必要がある。

CTCでは空気と腸管壁のコントラスト差を用いて描画するため、送気ガスによる大腸の拡張具合が結果に及ぼす影響は大きい。空気(Room Air)による送気では、エネマシリンジや注腸用自動注入器を用いて腸管拡張を行う。被検者の状態をよく観察し、コミュニケーションを十分とりながら、体位変換を併用した送気を行うことが重要となる。

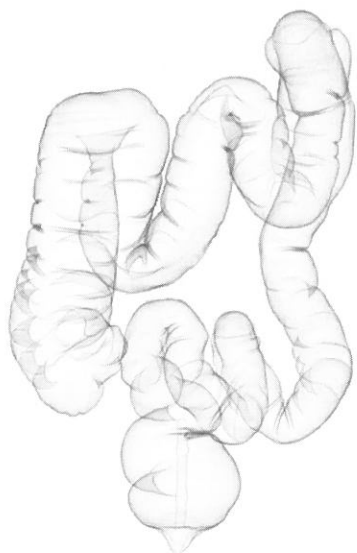
一方欧米では、炭酸ガスを用いた拡張法が実用化されている。炭酸ガスは空気の約130倍の早さで体内に吸収され、呼気として排出されるため、検査後の腹満感が大幅に軽減される。専用の炭酸ガス自動注入器も開発され、一般臨床において使用されている。自動制御によって腸管内を一定の圧力に保つことが可能となるため、よりよい拡張が得られやすく

最後に

大腸 X 線検査の手法について述べてきた。従来から行われている注腸 X 線検査では、バリウムを直接大腸粘膜面に付着させることで、わずかな粘膜構造の変化を描出することが可能であるが、撮影手技・患者体位変換など困難な問題もある。また、前処置などの問題はあるものの、患者・受診者に優しい検査である CTC は今後普及していくものといえる。

[文献]

- 1) 海老根精二, 大棒秀一. 立体的アプローチによる大腸撮影技術. メディカルレビュー社; 1984.
- 2) Vining DJ, Gelfand DW. Noninvasive colonoscopy using Helical CT scanning, 3D reconstruction, and virtual reality. 23rd annual meeting of the Society of Gastrointestinal Radiologists 70 1994.
- 3) Pickhardt PJ, Choi JR, Hwang I et al. Computed Tomographic Virtual Colonoscopy to Screen for Colorectal Neoplasia in Asymptomatic Adults, N Engl J Med 2003; 349: 2191-200, 2003.
- 4) 山崎通尋, 平野雄士. 前処置—現状の前処置. INNERVISION 2008; 23(1) (別刷付録): CT Colonography 大腸画像診断は新たなステージへ.



A

LAO: 0.0
GRA: 0.0

図5 炭酸ガス自動注入器によって十分に拡張した大腸

なった(図5)。現在国内に薬事承認された炭酸ガス注入器はないが、今後国内向けに製品化されることを期待したい。

近年、わが国においても新しい大腸がん検査の方法として注目を集めている CTC は、炭酸ガスによる拡張法やタギング法など、普及に向けた開発が行われており、これらが確立することによって、近い将来大腸がん検査の重要な一翼を担うことが期待される。