臨床技術

論文受付
2004年9月27日論文受理
2005年1月28日Code Nos. 250
251Multi-slice CT (MSCT) を用いた
大腸スクリーニング検査の有用性の検討山崎通尋・野々垣秀彦・原 浩二・成瀬 豊
原 寛人・末松誠司・柳瀬忠彦・大當泰次

医療法人山下病院放射線科

緒 言

CT装置を用いた大腸検査CT-colonography (CT-C)の有用性は多数報告されているが¹⁻⁴⁾, single-slice-CT (SSCT)ではthin-slice広範囲撮影は困難であり, スライス厚を厚くし時間分解能を優先すると, 非等方性ボクセルデータ (non isotropic voxel data) 画像となり作成された3D画像は歪みが強く実用的ではなかった. 近年multi-slice CT (MSCT)の多列化が進み, 体軸方向 (Z軸方向)の空間分解能を保ちながら短時間に広範囲撮影が可能となり, 大腸全体を一呼吸下で撮影し, 膨大な等方性ボクセルデータ (isotropic voxel data)を得ることが可能となった.

この膨大なボリュームデータをストレスなく, 高速処理が可能なワークステーションが開発されたことで, CT-Cスクリーニング検査が実用可能となったと

いえる. そこで今回, 16列MSCTによるCT-Cを大腸スクリーニング検査に応用し, その有用性を検討したので報告する.

1. CT-Cの基礎的検討

1-1 対 象

検査対象者は便潜血陽性者, 自覚症状を訴える患者, 人間ドック受診者で平成15年6月から16年5月までの1,581件のうち, CT-Cを先行して行った1,529件で, 平均年齢56.6歳 (13~91歳), 男女比1.2:1であった.

1-2 検査方法

a) 前処置: 内視鏡検査に準じクエン酸マグネシウム 68gを水に溶解し, 全量1,600mlを前日夜より約2時

Study of the Usefulness of Large Intestine Screening Inspections Using Multi-slice CT (MSCT)

MICHIIHIRO YAMASAKI, HIDEHIKO NONOGAKI, KOJI HARA, YUTAKA NARUSE, HIROTO HARA, SEIJI SUEMATSU, TADAHICO YANASE, and TAIJI OTOU

Department of Radiology, Medical Corporation Yamashita Hospital

Received Sept. 27, 2004; Revision accepted Jan. 28, 2005; Code Nos. 250, 251

Summary

CT-colonography (CT-C), a new diagnostic imaging technique for cancer of the large intestine—which is increasing rapidly owing to westernized eating habits—has advanced from the developmental stage to the stage of practical application, thanks to progress in MSCT and workstation development. Therefore, based on the results of CT-C application using 16 lines of MSCT to a screening test, we reviewed the usefulness of CT-C in our clinic. We supplemented defective depiction, and found that change of position was effective for virtual image exclusion. We consider that CT-C can support diagnosis if the target of screening tests is a polypoid lesion of more than 6 mm. In addition, it is expected that the number of examinations performed during office visits will increase because of the decreased invasiveness of the procedure, its lack of pain, and its ability to provide early lesion detection.

Key words: Multi-slice CT, CT-colonography, Workstation, Screening別刷資料請求先: 〒491-8531 愛知県一宮市中町1-3-5
医療法人山下病院 放射線科 山崎通尋 宛

間かけ飲用後、緩下剤としてセンノシド錠24mgを投与した。

- b) 撮影方法：検査直前に抗コリン剤またはグルカゴン筋注し腸管の蠕動を抑制後、左側臥位にて経肛門的に空気(1,200～2,100ml, 平均1,565ml)を注入し腸管を十分に拡張させ腹臥位、仰臥位の順に呼吸にて大腸全体(400mm前後)を一呼吸下で撮影した。
- c) 使用装置と画像処理：MSCT装置は東芝製Aquillion(16DAS)を使用し、撮影条件は120kV・Real-EC200～300mA・0.5sec/rot・1.0mm×16列・ビームピッチ0.9375ピッチ。撮影後、1mm再構成画像をザイオンソフト社製ワークステーション(M900QUADRA)に転送し、大腸全体の外観を観察するair-image 3D画像、この3D画像に不透明度(オパシティ)を30%から40%に設定し、腸管内部を透かして大腸全体を多方向から観察することが可能なCT二重造影法(DCCT: double-contrast CT)、視点を大腸内部に置いて粘膜面を観察する仮想大腸内視鏡法(VC: virtual-colonoscopy)、CT値情報を損なわないで表示可能な多断面変換表示画像(MPR: multi-planar-reconstruction)⁵⁾の構築を行い観察した。なお、VCの観察視野角は90～120degで行った。

1-3 検討項目

完璧な前処置がない現状でのCT-Cの欠点は、腸液による病変水没や腸管途絶と固形残渣による虚像の発生であるため、腹臥位と仰臥位の撮影を行い、撮影体位変換によって生じる腸液、固形残渣、空気の再分布と形状変化を検討した。

1-4 大腸内の腸液と固形残渣の評価

a) 大腸区分

大腸を直腸からS状結腸、下行結腸、横行結腸、上行結腸の4区分とした。

b) 評価方法

おおむね良好5、腸管内に少量の腸液を認める4、腸管に中量の腸液を認める3、腸管内に多量の腸液を認める2、固形残渣を認める1、評価できない0、以上6段階ポイント制にて腸液と固形残渣の視覚評価を行い、二元配置分散分析法にて評価した。

視覚評価は担当放射線技師2名で行った。

c) 結果

1) 腹臥位と仰臥位における大腸内の腸液と固形残渣の視覚評価(Table 1)。

腹臥位では大腸背側内腔を中心に描出されており、直腸～S状結腸3.80、下行結腸4.14、上行結腸4.19と良好であった。横行結腸は3.09で腸液分布が最も多くみられた。盲腸部およびS状結腸～下行結腸移行部腹

側に少量の腸液が多くの場合は分布していた。仰臥位では大腸腹側内腔を中心に描出され、横行結腸3.82と良好になる傾向が強い反面、下行結腸3.73、上行結腸3.68、直腸～S状結腸3.70と描出がやや悪くなった。

分散分布表から体位、部位および交互作用ともに観測された分散比はF境界値よりも大きくP値からも1%水準で有意であることから腸液、固形残渣の再分布が明らかであった。1例をFig. 1に示す。Fig. 2に示す如く仰臥位では、下行結腸に途絶が生じ描出不良となる傾向に、また、拡張していた直腸が収縮傾向にあった。

2) 腹臥位と仰臥位における評価が困難であった件数(Fig. 3)

1)の評価と同様で、腹臥位では上行結腸9件、下行結腸12件、直腸～S状結腸10件と差がなく、横行結腸が70件で最も不良であった。仰臥位では最も不良であった横行結腸が8件と減少し、上行結腸24件、直腸～S状結腸19件、下行結腸が56件で最も不良であった。腸液の極端な過剰分布により大腸の情報が得られず評価できないときがあるが、その1例をFig. 4に示す。

3) 腹臥位と仰臥位における固形残渣好発部位件数(Fig. 5)

腹臥位では上行結腸34件、横行結腸73件、下行結腸62件、直腸～S状結腸152件で肛門側に近づくほど固形残渣は多く存在する傾向にあった。仰臥位もその傾向は同様で、上行結腸53件、横行結腸79件、下行結腸67件、直腸～S状結腸158件であった。固形残渣は多くの場合、体位変換することで反対側に移動するなど、形状に変化がみられた(Fig. 6)。

2. CT-Cによる大腸病変の存在診断の検討

大腸内の腸液、固形残渣、空気の分布と体位変換による再分布を念頭に置き読影診断した。CT-C時の病変サイズは、MPRにて計測を行った。

2-1 対象

平成15年6月から8月までのCT-Cを実施した522症例のうち、CT-C後に内視鏡検査を実施した76症例について評価した。対象の内訳は便潜血反応陽性59例、自覚症状9例、ポリープ切除後フォロー3例、血便2例、大腸癌術後フォロー1例、腫瘍触知1例、人間ドック1例であった。

2-2 方法

大腸内視鏡診断をゴールドスタンダードとして病変の診断率を検討した。

Table 1 Visual evaluation of intestinal juice and solid residual substance.

out line						
prone	ascending	transvers	descending	rectum~sigmoid	total	
sample size	1,529	1,529	1,529	1,529	6,116	
total	6,414	4,721	6,328	5,812	23,275	
average	4.19	3.09	4.14	3.80	3.81	
variance	0.70	1.92	1.05	1.60	1.51	
supine						
sample size	1,529	1,529	1,529	1,529	6,116	
total	5,633	5,841	5,699	5,653	22,826	
average	3.68	3.82	3.73	3.70	3.73	
variance	1.36	1.23	1.73	1.65	1.49	
total						
sample size	3,058	3,058	3,058	3058		
total	12,047	10,562	12,027	11,465		
average	3.94	3.45	3.93	3.75		
variance	1.10	1.70	1.43	1.63		
analysis of variance table						
variation agent	variation	degree of freedom	variance	variance ratio	P-value	F-value
sample	16.48	1	16.48	11.73	0.001	3.84
column	475.95	3	158.65	112.95	3.85E-72	2.61
mutual action	730.83	3	243.61	173.43	4.07E-110	2.61
repetition error	17,170.37	12,224	1.40			
total	18,393.64	12,231

Fig. 1 VC and MPR images show movement of intestinal juice.

Upper row: Prone

(a) Ascending colon MPR, (b) cecum VC, (c) ascending colon VC, (d) transverse colon VC.

Lower row: Supine

(e) Ascending colon MPR, (f) Cecum VC, (g) Ascending colon VC, (h) Transverse colon VC.

a	b	c	d
e	f	g	h

a | b

Fig. 2 Descending colon pressed by the small intestine in the supine position.
(a) MPR (prone).
(b) MPR (supine).

Fig. 3 Number of cases for which evaluation according to zone in prone and supine positions was difficult.

a | b
c | d

Fig. 4 Example of a transverse colon neoplasm that sank as a result of the distribution of intestinal juice.
Upper row: Prone
(a) VDC, (b) VC.
Lower row: Supine
(c) VDC, (d) VC.

Fig. 5 Where solid residual substance frequently occurs.

a	b
c	d

Fig. 6 The solid residual substance moved to the opposite side as a result of a shift in posture, and the change was observed.

Upper row: Prone
(a) VC, (b) MPR.
Lower row: Supine
(c) VC, (d) MPR.

2-3 結果

CT-Cの診断としての感度

CT-Cにより、67症例114病変の存在が指摘された。内訳は進行癌11病変、ポリープ100病変、SMT 3 病変であった。その後に行われたCFでは、44症例96病変が確認された。内訳は進行癌 9 病変、ポリープ83病変、SMT 2 病変、その他 2 病変であった。CT-Cで指摘された症例のうちCFでは13症例46病変が存在しなかった。また、CT-Cでは指摘できなかった病変がCF

で28病変指摘された。

CT-Cで進行癌と診断された11例のうち 9 例は正診であり、1 例が内痔核と診断された。残り 1 例はCFで病変を認めなかった。

以上よりCT-Cの病変に対する存在診断能はsensitivity 70.8%であった (Table 2)。

病変サイズ別では6~10mmが86.4%、11mm以上が100%であった。CT-Cでは6mm以上の隆起性病変の存在診断能は良好で、病変が大きくなるに従い存在診

Table 2 Sensitivity of CT-C: 70.8%

CT-C\CF	lesion (+)	lesion (-)
lesion (+)	68	46
lesion (-)	28	-

断能は向上した(Fig. 7)。

なお、5mm以下の所見は経過観察とした。

3. 症例画像

症例画像を示す。

S状結腸有茎性ポリープをFig. 8に示す。

直腸0型Ia+IIcをFig. 9に示す。

4. 考 察

完璧な前処置がない現状では、CT-Cにおける腸液と固形残渣の存在は読影に大きな影響を与えるが、体位変換することによって腸液、固形残渣、空気が移動し、それぞれが再分布し、相互に描出不良部分を補い虚像排除に効果的であった。特に仰臥位になると、下行結腸が背側に大きく垂れ下がること、小腸が下行結腸を圧排することで腸液分布が少量であっても下行結腸に途絶が生じ描出不良となる傾向にあった。また、直腸～S状結腸の空気が口側に移動し拡張不足となる傾向が強いため、腹臥位にて十分に観察する必要がある。

腹臥位にて横行結腸に多くの腸液が分布する原因は、左側臥位で空気を注入するため腸液が横行結腸まで押し流されるためだと考えられた。

従来の大腸画像診断法と比較すると、CT-Cは熟練したテクニックを必要とせず、大腸の長さや走行に影響を受けないため検査時間が短く(約10分)、苦痛が少ない検査であるが、約800枚の画像をワークステーションに転送後、画像を構築し読影診断するため長い読影時間を要した。

CT-Cは注腸検査と同様、X線被ばくを避けることはできないが、空気で充満した腸管がターゲットであるため通常の腹部CT検査より被ばく低減が可能で、当院のCT-CにおけるCTDI_wは約10mGy～20mGy×2回であった。注腸検査では大腸の長さや走行、術者のテクニックにより被ばく線量が大きく左右されることと、腸管との重なりを避けるために骨盤部を中心に多方向から撮影するため偏った被ばくを避けることはできないが、CT-Cの場合は注腸検査での被ばく線量を増加させる要因はすべて回避でき、被ばく低減の観点からも有利であると考えられた。今後は注腸、CT-Cにおける臓器別線量当量によるクロスモダリティの検討が必要かと思われる。

Fig. 7 Size of lesions and diagnosis of CT-C.

内視鏡挿入不可能な症例、注腸検査でバリウムが口側へ流れない症例でも多くの場合、空気は口側へ送気できるため、このような症例でも口側からの観察や他病変の観察に有用であった。注腸検査とは異なり、残渣等で診断に苦慮するときは引き続き内視鏡検査も可能で、被検者の負担軽減となった。Fig. 10のように、多種多様な画像を構築することで周辺臓器との関係、多臓器の病変も描出可能であった。

CT-Cは内視鏡検査で稀に起こる出血や穿孔などの偶発症はなかった。空気注入に伴う腹部膨満感による痛みを生じることがあるが、注入速度を加減したり検査終了後に排ガス(おなら)にて緩和するため大きな問題とは考えられなかった。当院では空気注入時に、被検者側に看護師を配することで対応している。

欧米化した食生活により急増する大腸癌の画像診断法は、注腸検査または内視鏡検査で行われているが、近年では内視鏡検査が主体となっている。当院においてもFig. 11に示すように、平成10年を境に注腸検査が減少し内視鏡検査が注腸検査を大きく上回るようになった。

しかし、大腸内視鏡検査は上部消化管内視鏡検査と比較して偶発症発生頻度が高く、苦痛な検査として敬遠されがちである。

Table 3は当院検診センター便潜血陽性者の精密検査受診率を示すが、総受診者の約80%が便潜血検査を行っているにもかかわらず、陽性者の精密検査受診率は50%以下にとどまっていることから敬遠されがちであることが分かる。診断精度は、内視鏡検査が一番優れているが、検査受診率が低ければ大腸病変の発見率に改善はみられない。6mm以上の治療適応のある隆起性病変の存在診断率は良好で、スクリーニング検査として有用とする報告⁶⁾と同様に、ターゲットを6mm以上の隆起性病変と考えるならば、当院の存在診断率の

Fig. 8 A case of pedunculated polyp.
(a) Endoscopy, (b) VC (prone), (c) VC (supine), (d) MPR (supine).

Fig. 9 A case of tumor (type IIa+IIc)
(a) Air-image 3D, (b) VC, (c) VC, (d) endoscopy.

Fig. 10 A case of invasion of the uterus.
(a) VDC, (b) MPR, (c) VC, (d) endoscopy.

Fig. 11 Transition of the large intestine examination in our hospital.

Table 3 Undertaking of the fecal occult blood test and the thorough examination of those tested positive for fecal occult blood at our hospital.

	The fiscal year 2001	The fiscal year 2002	The fiscal year 2003
The total consultation person	12,542	12,642	13,062
IFOBT consultation person	10,522 83.90%	10,354 81.90%	10,306 78.9%
IFOBT positive person	770 7.30%	651 6.30%	756 7.3%
Precision examination consultation person	325 42.20%	303 46.50%	337 44.6%

成績からもCT-Cは十分に対応できるものと考えられた。比較的低侵襲で苦痛が少ないCT-Cを大腸スクリーニング検査に応用することで検査受診率が向上し、病変の早期発見に貢献するものと思われる。

5. 結 論

16列MSCTによる、CT-Cの大腸疾患診断への有用性とスクリーニング検査への応用の可能性について報告した。5mm以下の小さなポリープには臨床的重要性がないとされており、CT-Cはターゲットを6mm以上の隆起性病変と考えるならばスクリーニング検査として有用である。まだ改良すべき問題はあるものの、今

後検査対象が増加することが予想されるため、被検者が苦痛を伴わない安全な検査方法として発展していくものと思われる。

謝 辞

本稿をまとめるにあたり、臨床データ収集にご協力いただきました当院消化器内科スタッフにお礼申し上げます。

なお、本要旨の一部は2004年4月8～10日に行われた日本放射線技術学会第60回総会学術大会において発表した。

参考文献

- 1) 今井 裕, 白神伸之, 杉野吉則: 日本におけるCTガストログラフィおよびCTコロノグラフィの臨床動向. INNERVISION, 16(10), 6-10, (2001).
- 2) Bond JH: 内視鏡検査医から見たCTコロノグラフィの可能性, 期待, および問題点. INNERVISION, 16(10), 24-26, (2001).
- 3) 飯沼 元, 若尾文彦, 塚越伸介, 他: 内視鏡・X線検査から見たCTコロノグラフィ. INNERVISION, 16(10), 27-31, (2001).
- 4) 小倉敏裕, 高津一朗, 小泉浩一: CTによる大腸検査. INNERVISION, 16(10), 36-39, (2001).
- 5) 辻岡勝美: X線CT装置の機器工学(7)ー三次元表示ー. 日放技学誌, 58(8), 1023-1028, (2002).
- 6) 三浦正剛, 芳野純治, 乾 和郎, 他: Virtual Colonoscopy (3D-CT)による大腸腫瘍性病変の診断能に関するProspective Study. 日本消化器内視鏡学会雑誌, 43(12), 2207-2212, (2001).

図表の説明

- Fig. 1 腸液の移動状況をVC, MPRで示す。
上段: 腹臥位 (a)上行結腸MPR, (b)盲腸VC, (c)上行結腸VC, (d)横行結腸VC
下段: 仰臥位 (e)上行結腸MPR, (f)盲腸VC, (g)上行結腸VC, (h)横行結腸VC
- Fig. 2 仰臥位時に小腸によって圧排された下行結腸
(a)MPR(腹臥位), (b)MPR(仰臥位)
- Fig. 3 腹臥位と仰臥位における評価が困難であった件数
- Fig. 4 腸液の過剰分布により水没した横行結腸腫瘍例
上段: 腹臥位 水没によるデータ不良
(a)VDC, (b)VC
下段: 仰臥位 再分布後のデータ良好
(c)VDC, (d)VC
- Fig. 5 腹臥位および仰臥位における固形残渣の好発部位件数
- Fig. 6 固形残渣が体位変換することにより反対側に移動し, 形状が変化した。
上段: 腹臥位 (a)VC, (b)MPR
下段: 仰臥位 (c)VC, (d)MPR
- Fig. 7 病変サイズ別の存在診断能
- Fig. 8 有茎性ポリープの症例
(a)内視鏡, (b)VC(腹臥位), (c)VC(仰臥位), (d)MPR(仰臥位)
- Fig. 9 0型IIa+III腫瘍の症例
(a)air-image3D, (b)VC, (c)VC, (d)内視鏡
- Fig. 10 子宮浸潤の症例
(a)VDC, (b)MPR, (c)VC, (d)内視鏡
- Fig. 11 当院の大腸検査の推移

Table 1 腹臥位と仰臥位における大腸内の腸液と固形残渣の視覚評価(二元配置分散分析)

Table 2 CT-Cの病変に対する存在診断能

Table 3 当院検診センターの便潜血検査受診率と便潜血陽性者の精密検査受診率。2001～2003年度の検診受診者, 便潜血受診者, 便潜血陽性者, 精密検査受診者の各件数。