

原 著

直腸およびS状結腸がんの術前造影CT検査における VHS撮影法の有用性について

多根総合病院 放射線科

北 卓 脇 田 季 胤 黒 田 一 行 赤 崎 勉
浅 尾 恵 松 村 康 正 松 尾 良 一

要 旨

直腸・結腸がんの術前情報として、下腸間膜動脈（IMA）の血管走行を造影CT検査で良好に得る事が出来る。今回、当院の新旧64列CT装置のIMA描出程度、被ばく線量等を比較した。旧CT装置では、動脈相は1相のみの撮影であったが、新CT装置では、広範囲を連続したノンストップ往復撮影にて多時相撮影が可能で、この4DCT撮影法であるVHS法を使用し、2往復4時相撮影を行った。結果、旧CTでは約6%でIMA末梢の描出が不十分であったが、新CTでは、全例で描出が良好であった。新CTの4時相撮影において、最適な時相は1~2相が90%以上占めるが、3~4相目が最適であった症例も5.7%に見られた。一方、医療被ばくの点では、新CTでは逐次近似法を応用したASiRを使用する事で低線量での撮影が可能で、4時相撮影でも、旧CTの1時相撮影より被ばく線量は低かった。IMAの良好な描出には、多時相撮影は必要であり、その為には大幅な被ばく低減機能を備えたCT装置が必要と考えられた。

Key words : 直腸がん ; 下腸間膜動脈 ; CT

はじめに

近年わが国では大腸がんが増加傾向にあり、その中でも直腸がん・S状結腸がんは大腸がん全体の約70%を占めると報告されている。^{1~4)} また女性は近い将来に胃がんや肺がんを抜いて死亡率の一番高い疾患になると予測報告がされている。⁵⁾ 当院でも多くの直腸・S状結腸がんの症例があり、検査から診断・治療に取り組んでいる。直腸・S状結腸がんの治療法の一つ外科的摘出手術の術前情報として、栄養血管である下腸間膜動脈（以下IMA）の血管走行を知ることが重要であり、当院では術前のIMAの情報を得る検査法の一つに造影CT検査を用いている。^{6~7)} 術前の直腸・S状結腸がんCT検査にて良好な画像を得るにはIMAが造影ムラなく明瞭に描出する事と同時に、血管評価がしやすいよう周辺の血管像などが描出されていない事が重要になる。^{8~10)} しかしIMAは非常に

微細な血管である事と、周辺を走行する動・静脈の血流時相が非常に近い事で目的となる術前情報として有益な画像を得る事が困難な領域であった。当院では新病院移転に伴い導入した最新鋭の高分解能マルチスライスCT（GE社製DiscoveryCT750HD）で可能になった4DCT撮影法（VolumeHelicalShuttle法：以下VHS法）を用いた直腸・S状結腸がん術前造影CT検査でのIMA描出能について検討した。また4DCTは経時的な撮影を行うためX線被ばくについての検討も行ったので報告する。

対象と方法

対象は直腸・S状結腸がん術前造影CT検査を行いIMA画像を作成した117症例で、旧CT装置（Philips社製Brilliance64：以下装置A）を使用した64症例と、新CT装置（GE社製DiscoveryCT750HD：以下装置B）を使用した53症例である。

CT撮影条件、造影剤注入条件は表に示す。(表1・2)
装置Aはボーストラッキング法を用い第一腰椎レベルの腹部大動脈にてCT値が100HUを超えた時間+13秒後に1時相のみ撮影された64症例の画像を用いてIMAの描出率を算出した。

装置BはVHS法にて造影剤注入後25秒後から4時相(2往復)で撮影された53症例の臨床画像を用いIMAの描出率を算出した。VHS法では400mmの撮影範囲を造影剤注入後25秒後から28.8秒間(注入53.8秒後まで)往復撮影を行い4時相の撮影を行った。4時相の血管描出程度の違いを図1に示す。(図1)

双方の画像を20年以上の画像読影の経験を持つ放射線専門医2名と10年以上のCT検査経験を持つ診療放射線技師4名で術前の造影CT検査として有益となるIMAの描出について視覚的にPoor, Satisfactory, Good, Excellentの4段階に評価した。

評価に用いる画像は装置Aでは1時相のみの64症

例の画像をランダムに配列し評価を行った。装置BではVHS法で得られた各症例の4時相のうち評価者が最も有用と判断した時相の画像を選択し53症例の画像をランダムに配列し4段階に評価した。(表3)

被ばくについては、各装置本体コンソールに表記されるCTDIvol値をICRP(国際放射線防護委員会) Publication 102 TableA.2に記載される成人用の値をもとに算出し実効線量にて検討を行った。¹¹⁾装置BはX線被ばく低減画像再構成である逐次近似法を応用したAdaptive Statistical Iterative Reconstruction(以下ASiR)を併用した。¹⁴⁾

結 果

装置Aで得られた1時相の64症例の画像評価結果は、Poorが4例、Satisfactoryが10例、Goodが42例、Excellentが8例という結果が得られ、そのうちGoodの42例とExcellentの8例を有益情報となり

表1 撮影条件

	装置A	装置B
管電圧	120 kV	120 kV
管電流	400 mA	95 mA
AEC機能(※1)	未使用	未使用
X線管球回転速度	0.5 sec/rot	0.6 sec/rot
Helical Pitch	0.735 : 1	0.984 : 1
検出器データ収集構成	0.625 mm×64 ch	0.625 mm×64 ch
スライス厚	0.625 mm	0.625 mm
画像再構成法	FBP(※2)	ASiR 50%(※3)
関数	Standard	Standard
撮影範囲	400 mm	400 mm
撮影開始タイミング (モニタリング位置)	ボーストラッキング法 (第1腰椎レベル腹部大動脈)	未使用 (時間固定)

※(1) AEC: 自動露出機構

※(2) FBP: Filterd Back Projection 法

※(3) ASiR: Adaptive Statistical Iterative Reconstruction 法

表2 造影剤注入条件

	装置A	装置B
注入法	ボース注入法	ボース注入法
造影剤濃度	370 mgI	370 mgI
造影剤注入量	75 ml	体重により可変 592 mgI/kg (最大 96 ml)
造影剤注入速度	3.5 ml/sec	体重により可変 25.7 mgI/kg/sec (最大 4.1 ml/sec)
造影剤注入時間	22 秒間	23 秒間

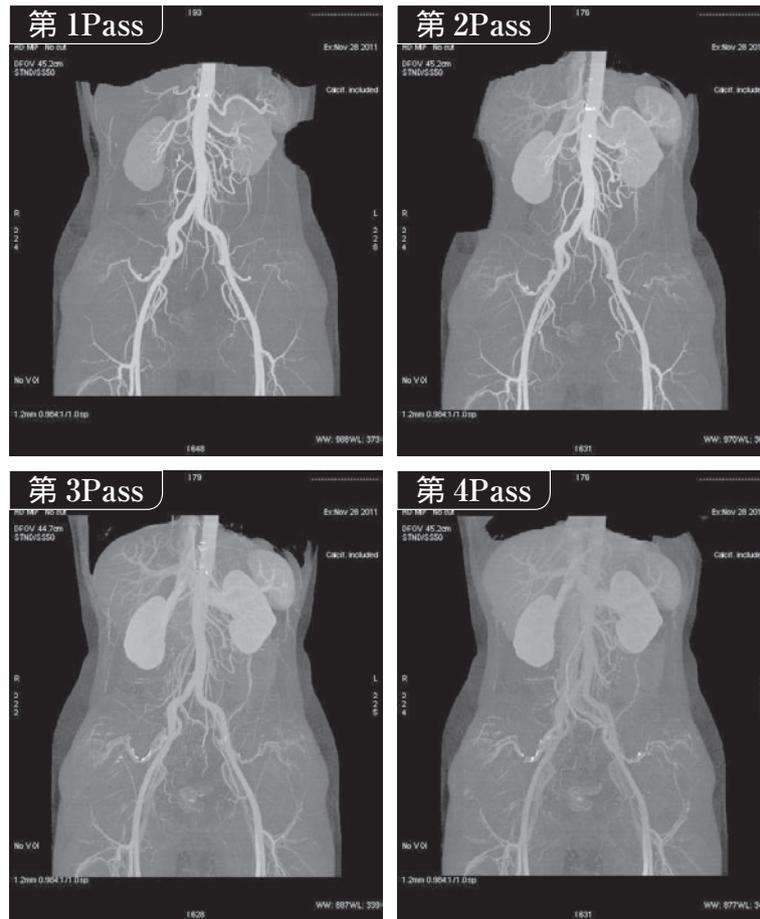


図1 VHS法4時相での撮影画像

表3 4段階 視覚的描出能評価

評価	説明
Poor	描出能不足もしくは評価の障害があり部分的に正確な評価や判断ができないもの
Satisfactory	一部不明領な部分を含むが最低限の術前情報の観察が可能なもの
Good	ごく僅かな部分が不明領であるが術前情報の観察が可能なもの
Excellent	明確に描出され術前情報の観察が正確に行えるもの

IMA 描出率は78%の結果となった。装置BのVHS法で得られた53症例分の画像評価結果は、すべてがExcellentという結果が得られ、IMA 描出率は100%となりIMA 描出率の飛躍的な向上が示される結果となった。(表4) 装置Bで得られた画像を図に示す。(図2) また、装置Bでは最適なIMA画像を得る時相は1pass目が30例と最も多かったが、最終の4pass目も1例あり、適切な描出時期は症例により大きな幅があった。(表5)

X線被ばく線量の値として各装置本体コンソールに表示されたCTDIvolは装置Aで903 mGy・cm、装置Bで800 mGy・cmとなり、実効線量として装置Aで13.5 mSv、装置Bで12.0 mSvの結果となった。

装置BでASiR法を併用したVHS法は装置Aの1時相での撮影のX線被ばく線量以下(89%)で4時相の撮影が可能であった。(表6)

考 察

近年の日本国内で増加傾向を示す大腸がんの70%は直腸・S状結腸がんが占める。^{1~5)} その直腸・S状結腸がんの外科的治療においてIMAの把握が重要と考えられ、術前検査としてCT検査が有用とされている。^{6~7)}

今回の検討した装置BのVHS法で撮影された53症例の中でも術前の有益なIMA描出は約18秒間の時間幅があり、1Pass目と2Pass目に集中している

表4 各装置における IMA 描出率

評価	装置 A における IMA 描出率 (n=64)	装置 B における IMA 描出率 (n=53)
Poor	6.2% (4/64)	0
Satisfactory	15.6% (10/64)	0
Good	65.7% (42/64)	0
Excellent	12.5% (8/64)	100% (53/53)

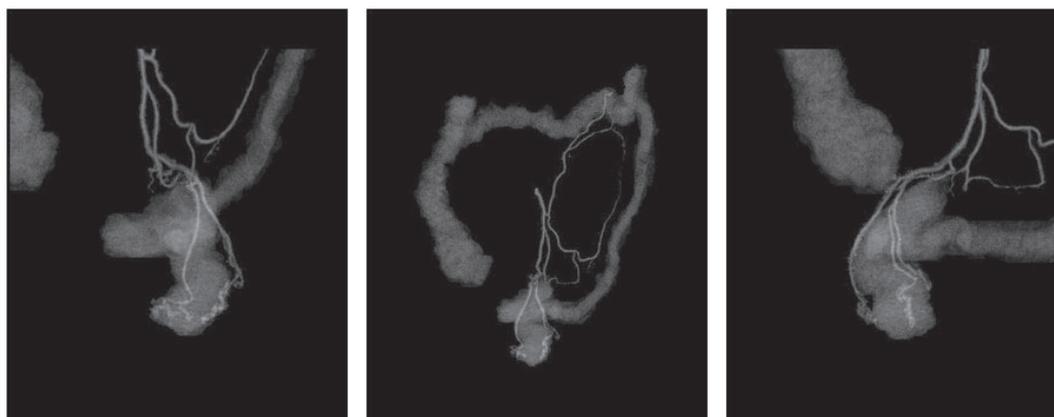


図2 IMA 画像（正面全体と拡大±30度）

表5 装置 B の VHS 法における IMA 描出の時相のバラツキ

時相 / Pass	撮影タイミング (注入後推定時間)	装置 B での IMA 描出率 (n=53)
1	32.2 秒	56.6% (30/53)
2	38.6 秒	37.7% (20/53)
3	45.0 秒	3.8% (2/53)
4	51.0 秒	1.9% (1/53)

ものの、3 Pass 目と 4 Pass 目は無視できない全体の約 7% を占める事が分かった。(表 3) これは被験者ごとの血液循環速度や体格との関係などにより生じると考えられ、従来の造影 1 時相撮影では確実に有益な IMA を描出できなかった事の裏付けと考えられる。したがって術前 CT 検査で有益な情報を確率高く得るためには多時相での撮影が今回の検討で必須と考えられた。しかし従来の CT 装置の性能では術前評価を行える広範囲の多時相撮影が不可能であった事と、X 線被ばくとの関係で実臨床で多時相撮影を適応する事が厳しかった。

今回検討を行った VHS 法では最新技術の寝台移動精度やデータ収集法を採用する事で広範囲を連続したノンストップ往復撮影にて広範囲の多時相撮影が可能となった。¹²⁾ その事で被験者の状態により大きな時間幅がある IMA 描出においても VHS 法の多時相

影にて有益な情報を確実に捉える事ができる。

また、CT 検査において X 線被ばくは不可避の問題である。多時相撮影では同一範囲を経時的に撮影するため時相が増えるほど X 線被ばく量が増加する。したがって X 線被ばくについては検討が必要である。今回の検討で逐次近似法を応用した ASiR を併用することにより VHS 法で 2 往復 4 時相撮影を行っても従来の 1 時相撮影以下の実効線量 12 mSv で 4 時相の情報を得る事ができることが分かった。(表 6)

従来の FilterdBackProjection 法（以下 FBP 法）では画像計算過程で画像ノイズを無視した画像計算を行っていたが、ASiR は RawDataSpace でノイズに着目し逐次近似法を応用した手法で画質を損なわず大幅なノイズ低減を行え、それにより低線量での撮影を可能としている。ASiR 使用の目的として被ばく低減と画質向上の 2 通りの用途として用いられ、VHS 法で

表6 従来の1時相とVHS法4時相との被ばく線量比較

	装置 A 1時相撮影	装置 B 4時相撮影
X線被ばく線量	13.5 mSv	12.0 mSv

は被ばく低減を目的に用いている。^{13) 14) 15) 17) 18)}

これらにより多時相撮影のVHS法と被ばく低減画像再構成のASiRを用いることで従来のX線被ばくを11%低減させ、100% IMAを描出することができ飛躍的に検査の質を高める事が可能となった。

また、CT検査は撮影範囲全ての画像情報を取得しているため目的臓器以外も評価が可能である。VHS法で広範囲の多時相撮影を行う事で、従来得られなかった広範囲の4次元の画像情報で評価が可能と考える。たとえば肝臓や脾臓等に腫瘤が偶然発見された場合にも、同時にその部位のダイナミックCT画像がえられていることになり、診断に有用な手段となりうる。さらにVHS法による撮影により腹部全体で通常の静止3D画像に加えて経時的な血流評価や機能評価・動態評価が可能になることも期待される。¹⁶⁾

おわりに

直腸・S状結腸がん術前造影CT検査でのIMA描出能について検討した。新CT装置により可能になったVHS法を使用する事より、確実に良好なIMA描出が可能になった。またASiRを使用する事により大幅な被ばく低減が可能となり、従来装置の1時相撮影以下の線量で2往復4時相の撮影が可能となった。VHS法とASiRを併用することで広範囲多時相の造影CTが撮影可能で、今後更なる可能性を追究していきたい。

文 献

- 1) 池田一夫, 灘岡陽子, 神谷信行, 他: Estimate of the Number of Deaths caused by Malignant Neoplasms in Japan. Ann. Rep. Tokyo Metr. Inst. P. H., 55, 2004
- 2) Elliot M. Lipton: 大腸癌 The MERCK MANUALS 2005
- 3) 国立がん研究センターがん予防・検診研究センター: 大腸がん検診ガイドライン・ガイドブック.
- 4) 梅里和哉, 工藤進英, 樫田博史, 他: 大腸癌診療群別臨床検査のガイドライン, 72-75, 2003
- 5) がん検診の適切な方法とその評価法の確立に関する

研究班: 有用性評価に基づく大腸がん検診ガイドライン, 6.

- 6) 日本医学放射線学会および日本放射線専門医会・医会共同編集, 消化管画像診断ガイドライン 2007年版, 8-9.
- 7) 小棚木均, 佐藤恵美, 村越智, 他: 腹部超音波検査とX線CT検査による大腸癌肝転移の術前スクリーニングの効率. 日消外会誌, 33 (6): 703-708, 2000
- 8) 松木充, 鳴海善文: 腹腔鏡下胃癌, 大腸癌手術に必要な血管解剖—3D・CT angiographyによる観察—. 第14回臨床解剖研究会記録
- 9) 吉川秀司: 腹腔鏡下胃癌・大腸癌手術に対するマルチスライスCTによる手術支援. 日本放技会近畿部会雑誌, 10: 78-81, 2004
- 10) Yoshiharu FUKUI: 横行結腸癌術前検査としての3D-CT血管造影の有用性. 日本大腸肛門病会誌, 63: 88-90, 2010
- 11) ICRP Publication 102 table A.2 Ann. ICRP, 37 (1), 2007
- 12) GE Healthcare: Volume Helical Shuttle ~ Wide Coverage 4Dに対する新しい技術~. GE CT Technology Series, 2-4.
- 13) 中村圭一: LightSpeed VCT VISION搭載ASiR再構成による診断能向上と被曝低減の両立への期待. GE today, November 2009
- 14) GE Healthcare: ASiR Clinical Benefit. GE CT Clinical Series, 2-4.
- 15) 田中功, 町田治彦, 上野恵子, 他: 腹部CT検査における新たな被ばく低減技術“ASiR”の有用性. INNERVISION 10: 80-83, 2010
- 16) GE Healthcare: Volume Helical Shuttle Clinical Benefit. GE CT Clinical Series, 2-4.
- 17) Sarabjeet S, Mannudeep K.K, Jiang H, et al: Comparison of Adaptive Statistical Iterative and Filtered Back Projection Reconstruction Techniques. Radiology, 257: 373-383, 2010
- 18) GE Healthcare: Adaptive Statistical Iterative Reconstruction ~ 逐次近似法の応用と原理~. GE CT Technology Series, 2-4.

