

# がん検診における大腸 3D-CT の役割：現状と今後の展望

医療法人 幸風会 くずもとファミリークリニック

葛本 幸康  
金澤 雅浩

## 要旨

現在、大腸癌検診は便潜血を主体に行われているが、早期癌に対する感度が十分でないことや、癌検診受診率が低いこと、精検受診率が低いことが大きな問題となっている。一方、近年、multidetector CT(MDCT)の急速な発達により空間画像分解能が飛躍的に向上し、大腸CT(CT colonography)が臨床応用され、精度の高い検査法として認識され始めている。現在、精密検査として主流である大腸内視鏡検査は、被験者の苦痛が大きく、病院側のマンパワー不足もあり、精検率を上げるのは容易ではない。今後、苦痛が少なく、客観的かつ標準化しやすいCTCをスクリーニング検査や精密検査として積極的に活用することにより、大腸癌の早期発見や生存率の向上に寄与し得るものと考えられる。

## キーワード

大腸癌検診、CT コロノグラフィー、診断精度

## はじめに

近年、multidetector CT(MDCT)の急速な発達により空間画像分解能が飛躍的に向上し、CT colonography(CTC)が臨床応用され、精度の高い検査法として認識され始めている。特に欧米においては、その評価は高く、ガイドラインに掲載されるなどスクリーニング検査として普及しつつある<sup>1)</sup>。これに対し、本邦では内視鏡検査が一般的に普及し、その技術レベルが高いことなどから、CTCはまだ広く普及に至っていないのが現状である。しかしながら、CTCは苦痛が少なく、低侵襲であり、また、客観的で標準化しやすいことから、本邦でも今後広く普及していくものと思われる。

当院では、2013年4月からMDCTによるCTCを導入し、下部消化管疾患の日常診療に活用している。本稿では大腸がん検診の現状を概説し、当院におけるCTCの実際の検査手順と診断法、大腸腫瘍性病変の診断精度などを紹介し、わが国の癌検診におけるCTCの今後の展望について概説する。

## I. 大腸癌検診の現状とCTCの有用性

### 1. 大腸癌の疫学

大腸癌による死亡数、罹患数は年々増加傾向にあり、最新の統計では、死亡数は男性では3位、女性で1位となっている。しかし、大腸癌は早期に発見すれば予後良好であり、早期癌はほぼ根治可能である。また、進行癌であってもDukes A(癌が大腸壁内にとどまるもの)では5年生存率が85～90%、Dukes B(癌が大腸壁を貫くがリンパ節転移のないもの)では70～80%、Dukes C(リンパ節転移のあるもの)でも50～70%と他の癌に比べ比較的予後が良好である<sup>2)</sup>。

また、大腸内視鏡検査法の飛躍的な進歩により、多数の早期癌が診断され、開腹手術を受けることなく内視鏡的な治療により、根治が得られるようになってきている。外科治療や大腸内視鏡治療によるメリットを最大限活かすためには、根治可能な段階の病変を的確に早期発見することが非常に重要である。

### 2. 大腸癌検診マニュアル

従来の大腸癌検査方法としては、便潜血、S状結腸内視鏡検査(SCS)、注腸X線検査(BE)、全大腸内視鏡検査(TCS)、直腸指診などがある。これらのうち、大腸癌検診ガイドラインでは、便潜血検査は、対策型検診および任意型検診の両者にお

いて唯一その実施が強く推奨されている。一方、SCS、SCSと便潜血検査の併用法、TCSおよびBEは、いずれも死亡率減少効果を示す証拠はあるものの穿孔など無視できない不利益があることから、対策型検診としての実施は勧められていない。ただし、各人が自発的の希望によって受ける任意型検診では、安全性を確保し、不利益を十分に説明した上で行うように推奨されている。直腸指診は、死亡率減少効果を示す証拠がないことからいずれの検診としても勧められていない<sup>3)</sup>。

大腸癌検診にて便潜血検査が陽性の場合、TCSもしくはSCSとBEの併用検査による精検が勧奨されている。両者のうち、現在はTCSが積極的に行われ主流となっている。

### 3. 現在の大腸癌検診の問題点

便潜血検査の進行癌に対する感度は約90%であるが、早期癌に対する感度は50%と低く、特異度も低い。また、現在、40才以上の検診受診率は欧米の検診受診率が70%以上であるのに対し、日本は20～30%と非常に低いままである。また、精検受診率は50～60%前後であり、他の癌検診より10～20%以上低い<sup>4)</sup>。精密検査の主流であるTCSは、前処置も含め、患者の苦痛が大きく受容性が低いのが理由の一つである。一方、便潜血陽性の患者群の中で、精密検査を受けなかった群は受けた群に比べ、大腸癌により死亡する危険性が4～5倍高いことが報告されており<sup>5)</sup>、これまでのTCSやBEに代わる受診率向上を促す精密検査法が求められている。

### 4. CTCの有用性

CTCはCTを用いた大腸3次元表示の総称である。MDCTの急速な進歩により空間画像分解能が飛躍的に向上し、鮮明かつ多彩な画像が短時間で容易に得られるようになっている。TCSに比べ、CTCの利点としては、比較的苦痛が少ないこと、穿孔や出血などの合併症がほとんどないこと、また、客観的で標準化しやすいことなどがあげられる。欧米の大規模多施設共同研究による

と、CTCの大腸腫瘍性病変の診断精度は、TCSと比較して感度、特異度、陽性的中率いずれも遜色がないことが明らかにされている<sup>6-10)</sup>。米国は、2007-08年にかけて15施設で約2,500症例(無症状患者)を対象とした「National CT Colonography Trial」(ACRIN 6664)を行い、CTCの有効性を示すことに成功した<sup>8)</sup>。これを受け、米国癌協会は2008年3月に大腸癌検診ガイドラインを改訂し、CTCを内視鏡検査と並ぶ有効な大腸スクリーニング法として掲載している。同様に欧州の大規模臨床試験でも良好な結果が得られており<sup>9,10)</sup>、CTCによるスクリーニング検診が確実に普及しつつある。

一方、本邦では内視鏡検査が一般的に普及し、その技術レベルが高いこと、CTCにおける表面型腫瘍の検出能が低いこと、読影の困難さなどからまだ広く普及していないのが現状である。しかしながら、2011年度に自動炭酸ガス送気装置が薬事承認を受け、2012年度の診療報酬においてはCT検査における大腸CT撮影加算が新設され、CTCが保険適応となった。また、2009年より本邦でも多施設共同臨床試験JANCT(Japanese National CT Colonography Trial)が行われ、良好な結果が報告されている<sup>11)</sup>。現在、大腸癌検診ガイドラインにはCTCは記載されていないが、近い将来、TCSと並び任意型検診や精密検査として推奨される可能性が高い。

## II. CTCの実際

### 1. 当院におけるCTCの手順

#### 1) 前処置

CTCで用いられる前処置法としては、注腸X線検査で用いられるブラウン変法(高張液)、内視鏡検査の前処置としてポリエチレングリコール(polyethylene glycol; PEG)を用いたゴライテリ法(等張液)などがある。また、残便・残液と真の病変との鑑別を行い易くするために、ヨードやバリウムを含んだ経口造影剤を投与するfecal tagging法がある。

当院における前処置は、原則としてゴライテ

リー法で行っている。ゴライテリー法は、洗浄剤飲用量1,800～2,000 mLと多いため、洗浄効果は高いが、服用に苦痛を伴う被検者が多く、ブラウン変法と比較して受容性は低い。また、腸管内残液が多量に残りやすく、検査時に粘膜面を覆って読影の妨げとなる場合がある。しかし、腸管洗浄剤飲用後、検査開始までの時間を空けることで残液が排泄されるので、検査精度を向上させることができる。また、ある程度の残液であれば撮影時の体位変換(腹臥位、背臥位)によって盲点の補完は可能である。当院では、検査5時間前に腸管洗浄剤(PEG) 1,800mLを飲用することにより、残液はほぼ排泄され、良好な結果を得ている。一方、TCSをCTC前に実施する場合は、クエン酸マグネシウム等張液を用いたゴライテリー法で行っている。

## 2) 撮影および撮影条件

当院の使用機器は、16列マルチスライスCT:Alexion TSX-032A、画像解析ソフトウェア:コロコンピュータソフトウェア(いずれも東芝製)である。撮影条件は、管電圧120KV、管電流Auto mA、スキャン時間0.75s/回転、スライス厚1mm×16画像、スキャン範囲:横隔膜下から恥骨上縁、総スキャン時間22s(スキャン長40cm)である。

## 3) 腸管拡張

腸管拡張は炭酸ガス自動注入器を使用している。炭酸ガス自動注入器の利点は、術者の技量・経験や個人差に影響されることなく、検査中腸管内圧を常に一定に保たせ、恒常的に良好な腸管拡張を得ることができる点である。さらに炭酸ガスは空気の約130倍の速さで腸管壁から吸収されるため、検査後の腹満感を軽減できる。検査時には、腸の蠕動運動を抑制し、撮影時の腸蠕動によるアーチファクトを防ぐ目的で鎮痙剤を筋注する。

## 4) 撮影

撮影は、寝台上で受診者を左側臥位とし、直腸

診にて肛門病変の有無をチェックした後、送気用ネラトンカテーテル(直径7mm)を挿肛する。左側臥位で炭酸ガスを送気し、スカウト画像にて十分な腸管拡張を確認し、次いで腹臥位および背臥位の2体位をそれぞれ息止め(呼気)にて撮像する。スカウト画像にて残便が多く認められた場合は適宜グリセリン浣腸を追加している。撮像範囲は2体位とも横隔膜下から恥骨下縁までとし、16列CTであれば約20秒間の息止めでスキャン可能である。

CTCの検査所要時間は、約10分である。TCSやBEに比べ、CTCは明らかに短時間で検査が終了する。

## 5) 読影

撮影終了後、0.8mmスライス厚で再構成し、画像(枚数1,000枚程度)をコロコンピュータソフトウェアで解析する。通常のaxial画像のほか、画像データからVR(volume rendering)による注腸

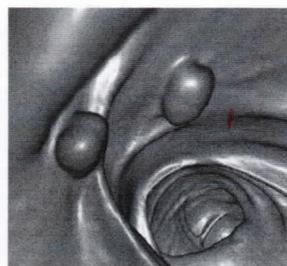


図1: 仮想内視鏡画像(VE)  
大腸内腔面からの観察画像。大腸内視鏡と比較して、視野角を広めに設定している。2つのIsp polypが描出されている。



図2: 仮想注腸画像(3D-VR)  
注腸X線検査に類似した画像となっている。大腸の全体像を把握しやすい。

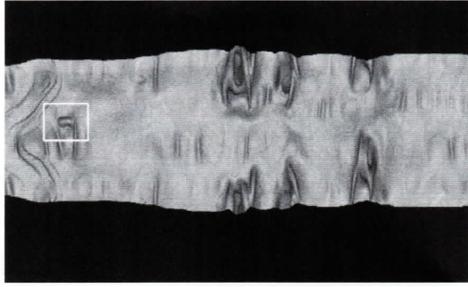


図3：仮想大腸展開像(VGP)。VGPでは大腸を摘出標本のように切り開いて、広い範囲の粘膜面を静止画として観察できる。盲点が少なく、短時間に病変検索が可能である。隆起性病変を認める(四角内)

X線類似画像(図1)、仮想切除標本(virtual gross pathology : VGP) (図2)、仮想内視鏡像(virtual endoscopy : VE) (図3)、多断面変換表示画像(multi-planar reconstruction : MPR)などを作成し、組み合わせて病変や粘膜面の形態異常を診断する。VGPでは腸管の広い範囲の粘膜面を静止画像として観察可能となり、盲点が少なくなり効率よく病変を拾い上げることができる。また、3次元画像は任意の角度から繰り返し観察可能であるため、病変の位置や全体像、大きさなどを把握しやすく、内視鏡では見逃しやすい半月ひだの間や屈曲部に隠れた病変も容易に描出可能である。当院では、以上の読影を、放射線技師がまず一次チェックとして行い、医師が腸管外病変のチェックを含め最終診断する。要精密検査としての全大腸内視鏡検査へ誘導する病変の大きさは5 mm以上の病変と設定している。

## 2. 当院におけるCTCの検査精度検証

### 1) 対象と方法

2013年4月から12月までの9ヵ月間にCTCを100例(男性45名、女性55名、年齢32～90歳、平均年齢57.3歳)に実施した。内訳は、患者が検診希望しCTCを施行した37例(37%)、健診にて便潜血陽性を指摘された症例25例(25%)、下血や便秘、腹痛などの症状のある症例37例(37%)、大腸癌術後フォロー1例(1%)であった。そのうち、癌や癒着などによる深部大腸への内視鏡挿入困難例4例(4%)が含まれた。

要精査となった25例中、全大腸内視鏡検査による精査結果が判明したのは20例(男性13例、女性7例、年齢35～88歳、平均年齢58.1歳)である。精密検査結果をもとに、5mm以上の病変の検出能を検討した。検討方法として受診者それぞれを5領域(盲腸を含む上行結腸、横行結腸、下行結腸、S状結腸、直腸)に分け(20症例、100領域)、5mm以上の病変の有無に関して、全大腸内視鏡検査の結果と照合し、感度、特異度、陽性反応的中度、陰性反応的中度を算出し、CTCの隆起性病変に対する検査精度を評価した。

### 2) 成績

CTC受診者100例中、要精査となった腸管内病変の症例は25例(要精査率25%)であった。精査結果が判明した20例25病変中、14例20病変が内視鏡検査にて認められた。内訳は大腸癌2例(S状結腸癌1例、盲腸癌1例)、大腸腺腫18例であった。

スクリーニングCTCの検出精度を表1に示す。5mm以上の病変の検出能は、感度90.9%、特異度93.6%、陽性反応的中度80.0%、陰性反応的中度97.3%、正診率93.0%であった。また、癌発見率は2%(2/100)であった。従来から丈の低い隆起性病変のCTCによる検出は困難とされているが、今回、CTCでは指摘できず精査の内視鏡検査にて指摘されたいわゆる偽陰性例は2例あり、2例とも5mm大の平坦なポリープ(管状腺腫)であった。

表1：大腸腫瘍性病変の検出精度(5mm以上)

	CTCの検出精度(5mm以上)		
	TCS(+)	TCS(-)	計
CTC(+)	20	5	25
CTC(-)	2	73	75
計	22	78	100

TCS : total colonoscopy.  
 感度 90.9%(20/22)、特異度93.6%(73/78)、陽性反応的中度80.0%(20/25)、陰性反応的中度97.3%(73/75)、正診率93.0%(93/100)

### 3. 症例提示

〔症例1〕45歳、男性。VPG画像にてS状結腸に隆起性病変を認める。VE及びVE+MPR画像で

は、S状結腸に隆起性病変を認めた。内視鏡検査では同部位に、VE画像と類似した大きさ15mmのI sp polypが認められた。EMR(endoscopic mucosal resection)が施行され、管状腺腫(tubular adenoma)の診断であった(図4)。

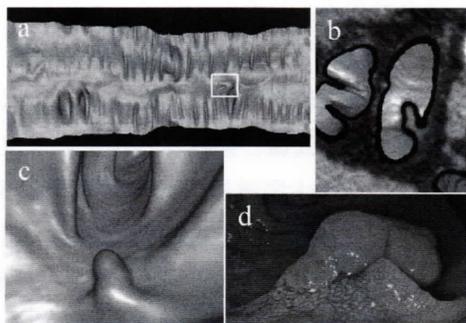


図4：45歳、男性。S状結腸I sp腺腫  
a VPG画像。隆起性病変を認める(四角内)。  
b、c VE + MPR及びVE画像。S状結腸に隆起性病変を認める。  
d 内視鏡。同部位に、VE画像と類似した大きさ15mmのI sp polypを認めた。EMR(endoscopic mucosal resection)が施行され、病理組織診にて腺腫(tubular adenoma)の診断であった。

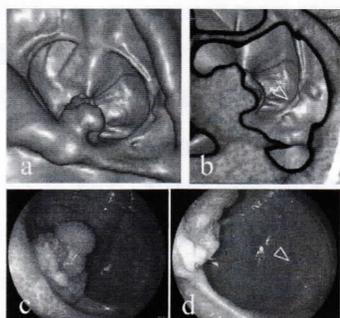


図5：88歳、男性。虫垂癌  
a VE画像。盲腸に凹凸の目立つ隆起性病変を認めた。対側にも比較的平坦な広基性病変を認める。  
b VE + MPR画像。盲腸に凹凸の目立つ30mm大の立ち上がり急峻な隆起性病変を認める。MPR上は壁外浸潤を疑った。対側にも比較的平坦な広基性病変を認める(矢印)。  
c、d 内視鏡。盲腸に表面不整、立ち上がり急峻な隆起性病変を認め、対側にもVE画像と類似した比較的平坦な広基性病変を認めた(矢印)。腹腔鏡補助下回盲部切除術が行われ、病理組織診にて虫垂腺癌(adenocarcinoma)(深達度SS)及び盲腸腺腫(tubular adenoma)の診断であった。

〔症例2〕88歳、男性。VE画像では盲腸に凹凸の目立つ30mm大の立ち上がり急峻な隆起性病変を認め、VE+MPR画像では、壁外浸潤を疑った。対側にも比較的平坦な広基性病変を認め

た。内視鏡では、同部位にVE画像と類似した表面不整な隆起性病変を認め、対側にも比較的平坦な広基性病変を認めた。腹腔鏡補助下回盲部切除術が行われ、病理組織学的にはそれぞれ腺癌(adenocarcinoma)(深達度SS)及び管状腺腫(tubular adenoma)の診断であった(図5)。

〔症例3〕54歳、女性。3D-VRでは、S状結腸に狭窄を伴った壁の明らかな変形を認める。VE画像では半周性の狭窄を伴った隆起性病変を認め、VE+MPR画像では壁外浸潤を認める。内視鏡では、狭窄を伴う表面不整な半周性隆起性病変を認めた。低位前方切除術が行われ、病理組織診にて内分泌癌(neuroendocrine carcinoma)(深達度SI)の診断であった(図6)。

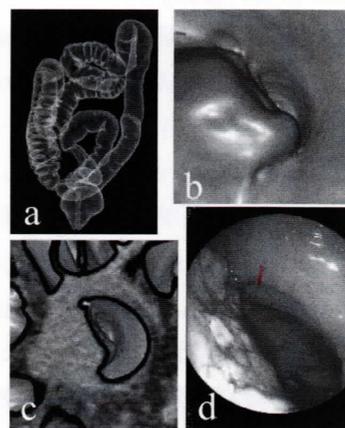


図6：54歳。女性、S状結腸癌  
a 3D-VR。S状結腸に狭窄を伴った壁の明らかな変形を認める。  
b VE画像。半周性の狭窄を伴った隆起性病変を認める。  
c VE + MPR画像。明らかに壁外浸潤のある半周性の狭窄を伴った隆起性病変を認める。  
d 内視鏡。表面不整な易出血性の半周性隆起性病変を認めた。低位前方切除術が行われ、病理組織診にて内分泌癌(neuroendocrine carcinoma)(深達度SI)の診断であった。

〔症例4〕46歳、男性。VE画像ではBauhen弁対側に凹凸の目立つ20 mm大の広基性隆起を認めた。内視鏡では、同部位にVE画像と類似した表面凹凸のある隆起性病変を認めた。ESDが施行され、病理組織診にて管状絨毛腺腫(tubulovillous adenoma)の診断であった(図7)。

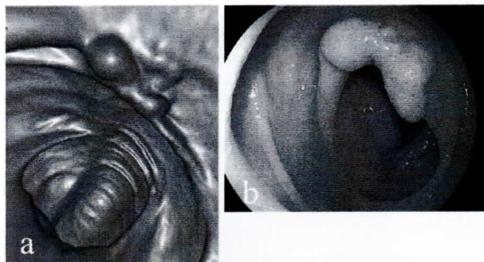


図7: 46歳、男性。S状結腸絨毛腺腫  
 a VE画像。Bauhens弁対側に凹凸の目立つ20mm大の広基性隆起として認められる。  
 b 内視鏡。VE画像と類似した表面凹凸のある20mm大の隆起性病変を認めた。ESDが施行され、病理組織診にて絨毛腺腫(tubulovillous adenoma)の診断であった。

### III. CTCの今後の課題と展望

CTCがスクリーニング検査として今後普及するには、様々な課題がある。

まず、前処置に関して、現在のところ標準化された方法はなく、各施設においてさまざまな前処置法が実施されているのが現状である<sup>12-14)</sup>。本邦においてすでにCTCを導入している施設では、広く受け入れられているBEあるいはTCSの前処置を流用していることと推察される。ただし、BEにおける前処置(ブラウン変法)をCTCに適応した場合は、洗浄剤飲用量が少なくて済むという利点はあるものの、小さな固形残渣が残存し、微小なポリープとの鑑別が難しくなることが多い。また、TCSの前処置法(ゴライテリー法)をそのままCTCに適応すると、大量の残液により死角が多くなり診断が困難となる場合がある。一方、fecal taggingによる前処置法については、PEG法にヨード造影剤を混合させる方法が比較的多く採用されている。残便・残液を高濃度に識別するため、真の病変との鑑別を行い易くすることができる有用な方法であるが、現在わが国においてCTC用として認められた造影剤はない、また、造影剤として用いられるガストログラフィンやバリウムの残便への混合具合にばらつきが多いことが課題となっている。さらに、2リットルの腸管洗浄液を飲む必要があるため前処置の負担軽減にはつながらない。

米国では、少量の液体伏のクエン酸ナトリウム(45mL)やクエン酸マグネシウム(300mL)を用い

たfecal tagging法が主流である。米国においては、PEGによる前処置の標準用量は4,000mLで受容性が悪いという問題があり、また、tagging効果の強いCTC専用のバリウムが既に市販され、洗浄効果が多少不良であっても精度の高い読影が可能であるからである。しかし、アメリカ放射線学会によるCTCガイドラインにおいても、標準化された前処置法は現在のところ記載されていない。また、食事情や人種、体格などの違いや使用可能な薬剤の違い、大腸診断学の違いなどにより、欧米から報告された前処置法をそのまま本邦に適用することは難しい。今後、本邦においてもfecal tagging法を含めたさまざまな方法を検証し、恒常的に質の高いCTC診断画像を得ることができる簡便で受け入れられやすい前処置法を模索する必要がある。

CTCによる隆起性病変に対する診断能の有用性は多数の研究によって実証されている<sup>6-10)</sup>。大腸ポリープや大腸癌の多くは早期病変の段階から限局性に発育し隆起性病変の形態を呈することから、隆起性病変はスクリーニング対象病変として重要である。CTCに関する欧米の多施設共同研究としてはACRIN National CTC Trial(米国)、IMPACT Trial(イタリアなど)、Munich colorectal cancer trial(ドイツ)、SIGGAR Trial(英国)、COCOS trial(オランダ)などが知られている。米国におけるACRIN National CTC TrialではCTCによるポリープ検出感度は10mm以上で90%、7~10mm大で84%<sup>8)</sup>、イタリアのIMPACT Trialでは6mm以上のadvanced neoplasiaにおいて感度85.3%、特異度87.8%<sup>9)</sup>、ドイツMunich colorectal cancer trialでは6-9mmの腺腫において感度91.3%、特異度93.1%、10mm以上の腺腫において感度92.0%、特異度97.9%と良好な成績であった<sup>10)</sup>。本邦におけるJANCT試験では、CTCの診断能は、6mm以上の病変で感度88%、特異度92%、10mm以上の病変では感度92%、特異度99%と欧米同様良好な結果であった<sup>11)</sup>。今回当院におけるCTCの精度を検証したところ、5mm以上の病変に対するCTCの感度は90.9%、特異度93.6%と、症例数は少ないものの、

欧米や本邦の他の報告と比較しほぼ同等の結果であった。しかしながら、CTCにおいては、従来から表面隆起型(Ⅱa)や側方発育型腫瘍(laterally spreading tumor; LST)などの丈の低い隆起性病変の検出は困難とされており<sup>15-19)</sup>、自験例においても、丈の低い隆起性病変などの偽陰性例が存在し、今後の課題である。

また、CTCにおける病変検出能には報告によってばらつきがある。原因として、読影医の熟練度の差、読影環境の違い、疲労などによる診断能力の低下などがあげられる。そのため、診断精度を保ち効率的な診断をすることができるコンピュータ支援検出(computer-aided detection : CAD)の研究開発が積極的に進められてきた。CADとはCTによって得られたデジタル画像データを用いて病変の疑いがある部位を自動的に検出する機能である。すでにCADの有用性が内外より多数報告され、これらCAD単独の検出能は放射線科熟練読影医と同レベルに達していると考えられている<sup>20-22)</sup>。ただし、現状のCADは隆起性病変検出に主眼が置かれ開発されたものであり、表面型病変に対するCADの検出能には改善の余地がある。今後ソフトウェアの進歩により、CADの精度や信頼性が向上すれば、読影時間の短縮が図れ、診断能を保ったまま極めて効率的な診断システムが構築できる可能性がある。

最後に、CTCを広く普及させるためには、診断精度を落とすことなく、放射線被曝線量を低減する工夫も重要である。各社放射線被ばく低減技術が改善され、現在ではCTC時の被曝量は、通常のBEよりも一般的に少ないとされている。しかし、CTCを積極的に勧めていくためには、今後により一層被曝線量を低減する工夫を重ねていかなければならない。

#### おわりに

組織検査や治療ができないCTCは内視鏡検査にとって代わる検査ではない。また、前処置の標準化、表面平坦型腫瘍の検出能の向上、デジタル技術やCADの改良、X線による被曝低減など解決

すべき課題は未だ少なからず残っている。しかしながら、CTCは、苦痛が少なく、低浸襲であり、標準化しやすく、精度も高く、さらに他臓器のスクリーニングも可能であるなど、現状の大腸癌検診における諸問題点を大幅に改善しうる検査方法である。内視鏡検査とともに今後広く普及し、大腸癌検診において非常に重要な役割を担うことが期待される。

#### 参考文献

- 1) Levin B, Lieberman DA, McFarland B, et al: Screening and surveillance for the early detection of colorectal cancer and adenomatous polyps, 2008: a joint guideline from the American Cancer Society, the US Multi-Society Task Force on Colorectal Cancer, and the American College of Radiology. *Gastroenterology* 2008; 134: 1570-1595
- 2) 安野正道, 杉原健一: 大腸癌の診断 病期分類. *消化器外科* 2005; 28: 696-702
- 3) 祖父江友孝, 濱島ちさと, 齊藤博: 有効性評価に基づく大腸がん検診ガイドライン(普及版). *癌と化学療法* 2005; 32: 901-945
- 4) 厚生労働省大臣官房統計情報部: 平成23年度地域保健・老人保健事業報告の概況: がん検診. *がん検診受診者数及び受診率の年次推移*. 2011:
- 5) 松田一夫: 精検の精度評価: 大腸がん検診における各種精検方法の感度の比較(多施設共同研究). 「大腸がん検診の合理的な検診方法に関する臨床疫学的研究」班(主任研究者 齊藤博) 平成 10-11年度研究報告書 1999: 99-103
- 6) 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: 2191-2200
- 7) Kim DH, Pickhardt PJ, Taylor AJ, et al: CT

- colonography versus colonoscopy for the detection of advanced neoplasia. *N Engl J Med* 2007; 357: 1403-1412
- 8) Johnson CD, Chen MH, Toledano AY, et al: Accuracy of CT colonography for detection of large adenomas and cancers. *N Engl J Med* 2008; 359: 1207-1217
- 9) Regge D, Laudi C, Galatola G, et al: Diagnostic accuracy of computed tomographic colonography for the detection of advanced neoplasia in individuals at increased risk of colorectal cancer. *JAMA* 2009; 301: 2453-2461
- 10) Graser A, Stieber P, Nagel D, et al: Comparison of CT colonography, colonoscopy, sigmoidoscopy and faecal occult blood tests for the detection of advanced adenoma in an average risk population. *Gut* 2009; 58: 241-248
- 11) 永田浩一、吉田広行、遠藤俊吾: 多施設共同臨床試験Japanese National CT Colonography Trial(JANCT)による大腸3D - CTの精度検証. *Gastroenterol Endosc* 2012; 54: 2626
- 12) Pickhardt PJ: Screening CT colonography: how I do it. *AJR Am J Roentgenol* 2007; 189: 290-298
- 13) 光島徹、藤原正則、永田浩一、ほか: 大腸がん検診における精検受診率向上の方策 - 新しい大腸精検法 CTコロノグラフィーにおける最適な前処置法の検討 - . *日本消化器がん検診学会雑誌* 2012; 50: 351-364
- 14) 市川珠紀、川田秀一、鈴木雅裕、ほか: CT colonographyの新たな診断技術—前処置 (fecal tagging & electronic cleansing). *臨床消化器内科* 2010; 25: 890-895
- 15) Park SH, Lee SS, Choi EK, et al: Flat colorectal neoplasms: definition, importance, and visualization on CT colonography. *AJR Am J Roentgenol* 2007; 188: 953-959
- 16) Lostumbo A, Wanamaker C, Tsai J, et al: Comparison of 2D and 3D views for evaluation of flat lesions in CT colonography. *Acad Radiol* 2010; 17: 39-47
- 17) Gluecker TM, Fletcher JG, Welch TJ, et al: Characterization of lesions missed on interpretation of CT colonography using a 2D search method. *AJR Am J Roentgenol* 2004; 182: 881-889
- 18) 平田一郎、泉屋隆: CT colonographyによる大腸腫瘍性病変の診断—平坦・陥凹型大腸早期癌の検出；MDCT有用性の検討. *早期大腸癌* 2008; 12: 191-198
- 19) 阿部太郎、山野泰穂、中岡宙子、ほか: CT colonographyによる表面型大腸腫瘍の検討. *胃と腸* 2012; 47: 87-94
- 20) Halligan S, Altman DG, Mallett S, et al: Computed tomographic colonography: assessment of radiologist performance with and without computer-aided detection. *Gastroenterology* 2006; 131: 1690-1699
- 21) Taylor SA, Charman SC, Lefere P, et al: CT colonography: investigation of the optimum reader paradigm by using computer-aided detection software. *Radiology* 2008; 246: 463-471
- 22) Dehmeshki J, Halligan S, Taylor SA, et al: Computer assisted detection software for CT colonography: effect of sphericity filter on performance characteristics for patients with and without fecal tagging. *Eur Radiol* 2007; 17: 662-668