

VERSIFLEXによる消化管X線検査の有用性

— デジタル多目的Cアーム型FPD-DR装置の有用性 —

Usefulness of Digestive Organs X-ray Examination with VERSIFLEX
— Usefulness of Digital Multi-purpose C-arm FPD-DR system —

石本 裕二 Yuzi Ishimoto
岩下 守良 Moriyoshi Iwashita
末永 浩二 Kozi Suenaga

瀧脇 崇史 Takashi Fuchiwaki
有蘭 良一 Ryoichi Arizono
伊原 孝志 Takashi Ihara

鹿児島共済会南風病院 放射線部

消化管X線検査では、従来I.I.-TV方式によるものが標準とされていたが、デジタル化の普及に伴いI.I.-DRが主流となっている。その中で現在では、X線平面検出器FPDが開発され、透視可能な動画対応Cアーム型FPD-DR装置(以下VERSIFLEX^{*1})が開発された。VERSIFLEXは、デジタル多目的Cアーム型FPD-DR装置であり、大視野(40×30cm)にも関わらず動画対応ができ、透視線量においても従来の同等以下とすることが可能となった。VERSIFLEXは、Cアーム型であるため任意方向からの撮影が可能となり消化管X線検査において従来描出不可能と思われる部位の撮影ができ、消化管のX線診断の適用拡大や診断精度向上が期待される。さらに系統的にFPDのダイナミックレンジの広さや補償フィルタの付加により、安定した画像提供にも期待できる。この装置は消化管X線検査に十分に対応し、さらなる高画質化が予想され、新しい検査法として普及すると思われる。

In digestive organs X-ray examination, I.I.-TV type systems have long been typically used as standard, but the trend of increasing digitization is making I.I.-DR type systems popular. In this present situation, Flat Panel X-ray Detector (FPD) was developed, and then it led to the development of C-arm type FPD-DR system (hereafter called VERSIFLEX^{*1}) which is capable of fluoroscopy and compatible with moving image. VERSIFLEX is a digital multi-purpose C-arm type FPD-DR system which is compatible with moving image despite its large FOV (40cm × 30cm) allowing fluoroscopy with X-ray dose level equal to or lower than that of conventional system. VERSIFLEX, thanks to its C-arm construction, allows the imaging of the area which has been considered as the area impossible to depict, and therefore, the expansion of the application range of the system in the diagnosis of digestive organs as well as the diagnostic precision improvement. In addition, the wide dynamic range of FPD and the addition of compensation filter, stable provision of image is also expected. This system is considered to be fully compatible with digestive tube X-ray examination and is anticipated to progress high quality imaging for future acceptance as a new examination method.

Key Words: Digestive Organs X-ray Examination, FPD, C-arm Type

1. はじめに

消化管X線検査におけるX線TV装置は、従来のI.I.-TV方式からI.I.-DR方式によるデジタル化¹⁾²⁾へと標準化され進歩してきたが、現在では、X線平面検出器としてFlat Panel Detector(以下FPD)によるDR装置が開発され^{3)~7)}、新た

なる展望が見えつつある。消化管X線検査のFPD-DR装置は、ほかのModalityに比べ透視画像を得るのが困難であるといわれてきたが、数々の臨床研究により動画対応の透視装置として開発された^{8)~10)}。また、FPD-DR装置は従来の

被ばく線量と同等以下に抑える低線量透視機能を備えた大視野撮影可能な装置となっている。

本稿では、われわれの施設において、主に消化管X線検査に使用しているVERSIFLEX[®]*(デジタル多目的Cアーム型FPD-DR装置)で得られた臨床画像をもとに、その有用性について報告する。

2. 消化器病センターにおける消化管X線検査システム

当院の消化管X線検査システム構成を図1に示す。われわれの施設では、2001年5月に従来のI.I.-TV装置からI.I.-DR装置(DR-2000X；日立メディコ製)を導入しデジタル装置の一步が始まり、2004年4月には既存のI.I.-TV装置からVERSIFLEX(デジタル多目的Cアーム型FPD-DR装置DR-2000F；日立メディコ製)へ更新を行い、消化器検査全般で2台が稼働している。これに伴い消化器病センターにおいて、保有する装置が全デジタル化され画像配信が整ったため、画像診断をViewerで行いフィルムレス化が実現している。画像配信は、診察室2部屋に3M白黒高精細画像診断Viewer(Natural View[®]*)を2モニタとして配置し、医局と技師室には画像参照Viewer(LAM-View)を1台ずつ配置して画像送信している。当院ではまだPACS化が完全に整っていないため、一部はドライイメージャーでフィルム出力を行っているのが現状である。

装置の稼働状況は、ルーチン検査は2台の装置を使用するとともに、精密検査では主にVERSIFLEXを用い、装置そのものの長を生かして臨床に活用している。

3. VERSIFLEXの概要と特長

VERSIFLEXはデジタル多目的Cアーム型装置にFPDが搭載されており、その外観を図2に示す。



図2：VERSIFLEX

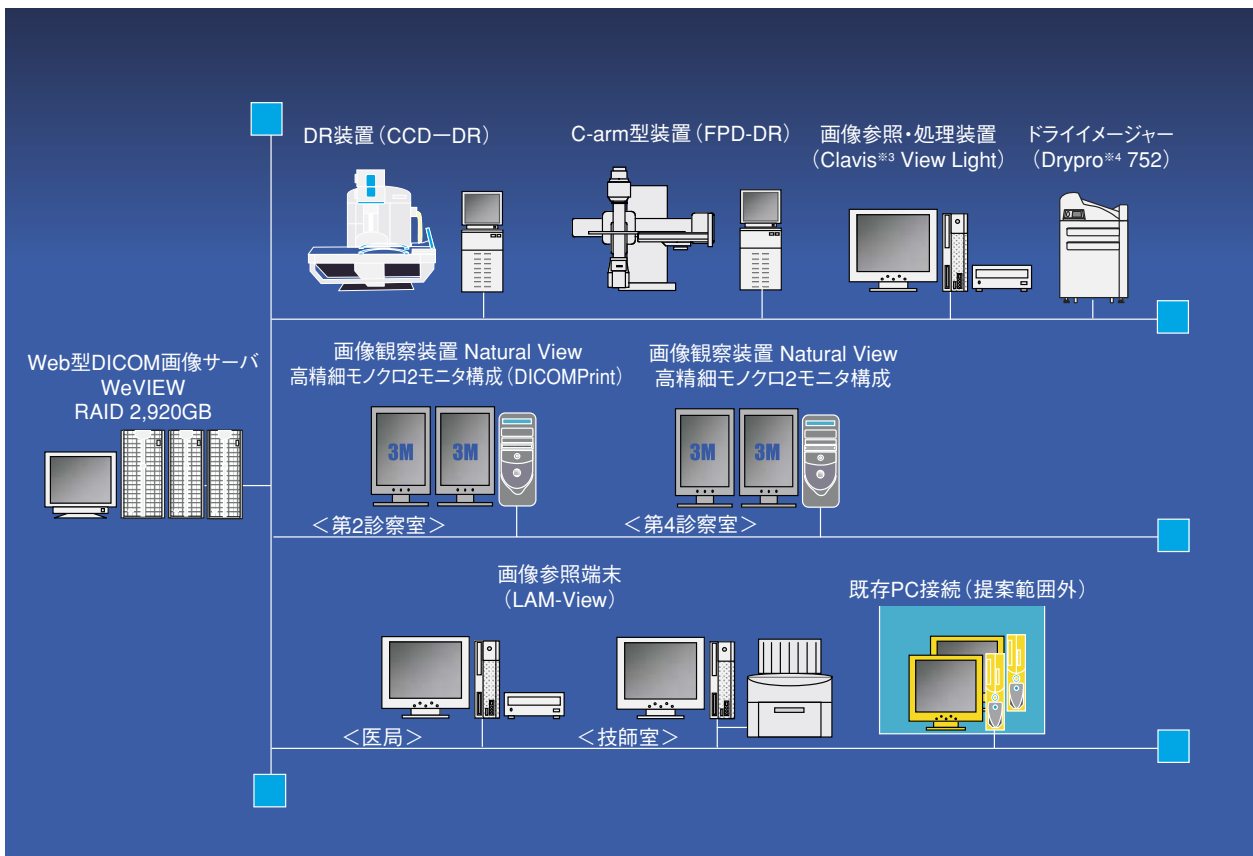


図1：システム構成図

3.1 天板地上高

本システムは、天板が床上より49cmの高さまで下げられるので、被検者の移動にやさしい装置として構築されている。天板地上高を任意に設定できるため、車椅子やストレッチャーからの乗り降りが容易であり、特に高齢の被検者に有用である。

3.2 視野サイズ

FPDは40×30cmの大視野パネルを有し、有効視野サイズは4パターン(40×30cm、30×30cm、25×25cm、20×20cm)を選択することができる。大視野パネルにより注腸造影検査では広範囲の撮影が可能となり、撮影枚数の低減に寄与できる(図3)。また、FPDはI.I.-DRとは違い、視野サイズに依存せず空間分解能に変化は見られないため、被検者への被ばく線量も低減できる(図4)。



図3：視野サイズ40×30cmの画像(症例：潰瘍性大腸炎)

3.3 Cアームテーブル(OPTION)

CアームテーブルシステムSF-VA2000FPを図5に示す。

本システムのテーブルは、テーブルを支える支柱が50cmになっている(標準テーブルでは90cm)。このテーブルになりCアームの可動領域が拡張する反面、標準テーブルでは可動していた天板機構上下動ができなくなったが、Cアーム上下動のストロークで補えるので臨床上問題はない。

3.4 FPD回転機構(OPTION)

撮影部位に応じてFPDを90°回転させることができ、被検者の体型に合わせた撮影が可能である。本来は、IVR用に開発されたものであるが、われわれは小腸造影検査の腸管走行の把握(図6a、b)、あるいは大腸造影検査時の食道癌再建術式に必要な横行結腸の撮影、他臓器疾患による大腸への圧排・浸潤の撮影など臓器の位置関係を客観的な視点から観察できるため使用している。従来、I.I.-DR装置では視野が



図5：SF-VA2000FP

動作範囲拡張(Cアーム位置0cmテーブル高3cmにてRAO/LAO：43°、CRA/CAU：43°)



図4：視野に関係なく解像力・透視線量同等(透視線量77kV 1.2mA)

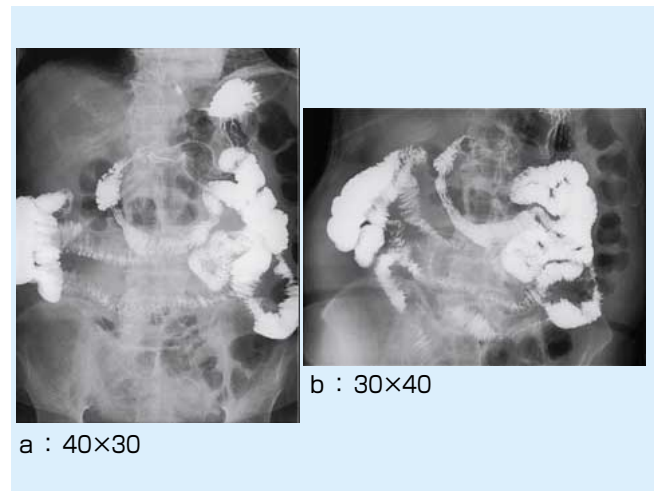


図6：FPD回転機構

狭いため複数枚撮影することで一枚の画像として捉えていたが、FPDでは大視野サイズであり、回転機構を併用することで他臓器との関係を一枚の画像で撮影できる。

3.5 VERSIFLEXの特長

Cアーム型FPD-DR装置としての特長は次のとおりである。

- ① 大視野パネルであり、矩形であること
 - ② 大視野にも関わらず圧迫感がないこと
 - ③ 任意方向からの撮影が可能であること
 - ④ 被ばく低減にフォトタイマレス最適撮影条件設定、波尾切断パルス透視機能を搭載
 - ⑤ FPD用大視野補償フィルタ付可動絞リ搭載による画質向上
- 本システムの最大の特長である任意方向から撮影が可能であることとFPD-DR装置によりダイナミックレンジが広がったことで、さらなる画質向上が期待できる。消化管X線検査において任意方向からの撮影が可能となる利点として、ルーチン検査では胃の粘膜に造影剤のコーティングを行った後、目的とするさまざまな撮影体位へ被検者に動いてもらい、微妙な動きをわれわれの言葉により被検者を微動させ撮影を行っていたが、Cアーム型FPD-DR装置では任意方向からの撮影が可能のため、微妙な体位変換を装置側で行なうことができる。また、精密検査においては、病変の正面像、側面像といった撮影に、従来枕を使用するなどして工夫しながら行ってきたが、Cアームを操作することにより簡単にできるようになった。

したがって、従来の装置と比較し被検者の体動を少なくすることで検査における被検者と術者双方とも負担軽減につながる。さらに病変の存在部位によっては描出不可能であった部位が描出可能になったことで、画像情報としてX線診断の臨床適用拡大が図られる。

4. VERSIFLEXによる臨床画像

4.1 上部消化管検査

[症例1] 短胃撮影

図7aは、胃ルーチン検査で撮影された背臥位正面像であ

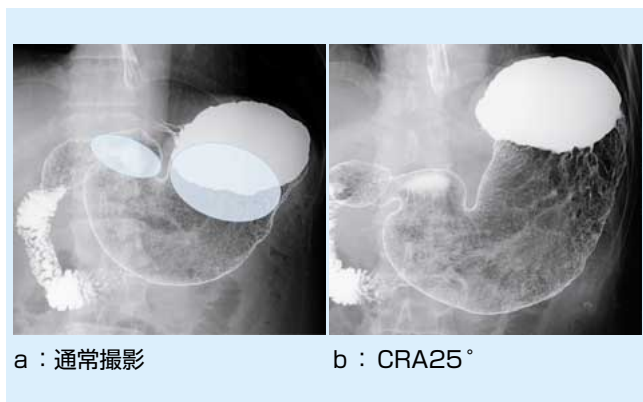


図7：短胃撮影

Cアームを利用することで描出能が広がる。

る。短胃であるため胃体部の描出能が悪いことと前庭部の折れ曲がりにより重複されて描出されている。図7bはCアームをCRA25°に傾けて撮影されたものである。胃体部の描出能が広がり、前庭部に関しても重複部分がない画像となっている。

[症例2] 胃前壁撮影

われわれは、今まで胃ルーチン検査において、前壁撮影で前庭部の造影剤を排除させ二重造影像として腹臥位第二斜位像の撮影を行い、次に腹臥位正面像の撮影のために少しずつ腹臥位へ体位変換し、胃角正面を描出し撮影を行っていた。しかし、Cアーム型装置では腹臥位第二斜位像の撮影(図8a)を行った後、CアームをRAOへ移動することにより簡単に正面像を撮影できるようになった(図8b)。

[症例3] 56歳、男性 胃上部から窮窿部前壁病変

胃上部から窮窿部前壁のGIST症例である。図9a、bは通常の撮影である半立位右側臥位像と半立位腹臥位第一斜位像である。図9aでは病変の側面像として撮影されており、隆起の高さや側面変形の状態が観察できる。図9bでは通常撮影の半立位腹臥位第一斜位像であるが、病変を正面像として

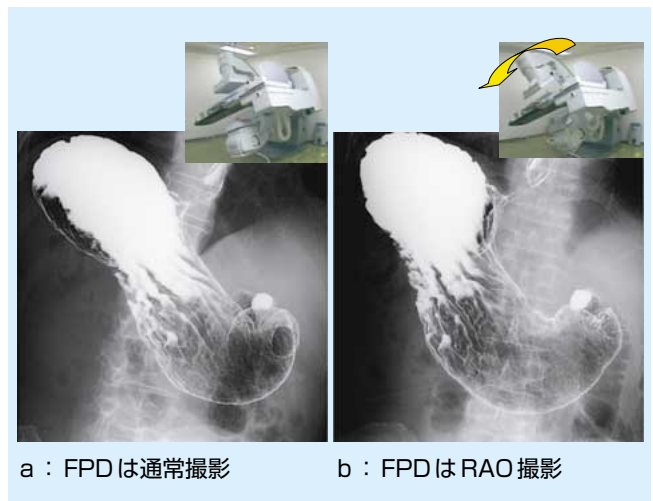


図8：胃前壁撮影(腹臥位第二斜位)

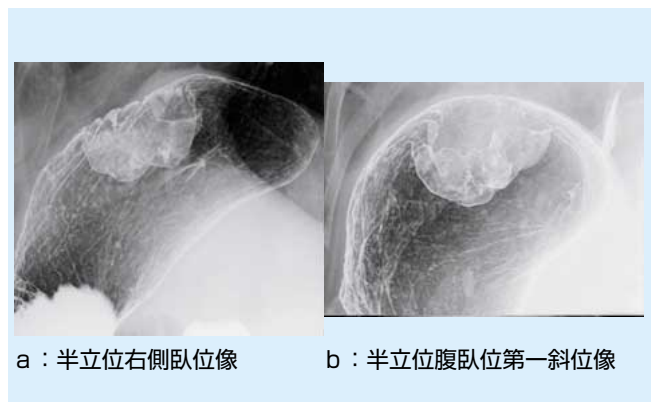


図9：胃上部から窮窿部前壁病変(通常撮影)

描出することは困難に近く限界がある。図10a、bではCアームをRAO15° CAU38°にて撮影したものであり、a、bの画像は、撮影体位は同じでCアームテーブルの起倒位置が違うだけである。病変は正面像として撮影できており、病変の大きさや輪郭、隆起表面の状態が明瞭に描出されている。また、通常では描出できない窮窿部の口側の情報もCアームを移動することによって、描出能が拡がり形態診断が容易となる。症例のように接線方向にある病変に対しFPDを正面視する位置にCアームを移動することで正面像を描出することが可能となり、しかも頭低位や半立位においてCアームを移動することができる利点は大きい。図10cで示す固定標本と比較しても遜色ない画像として描出されていることがわかる。

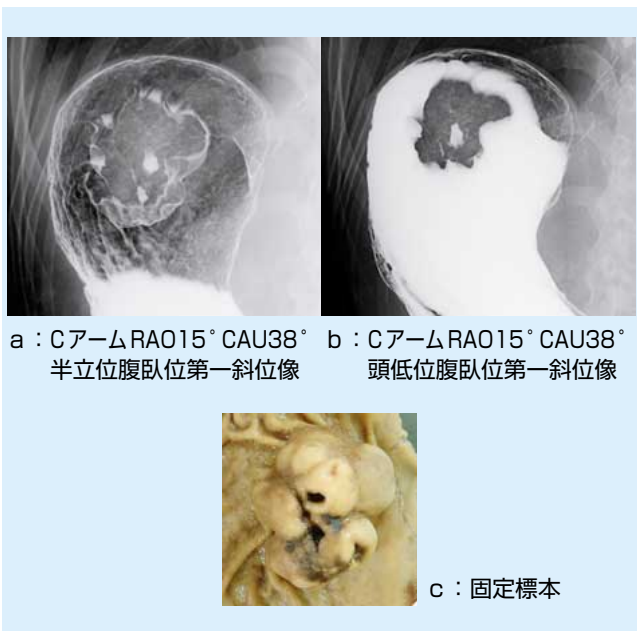


図10：胃上部から窮窿部前壁病変(RAO、CAU撮影)

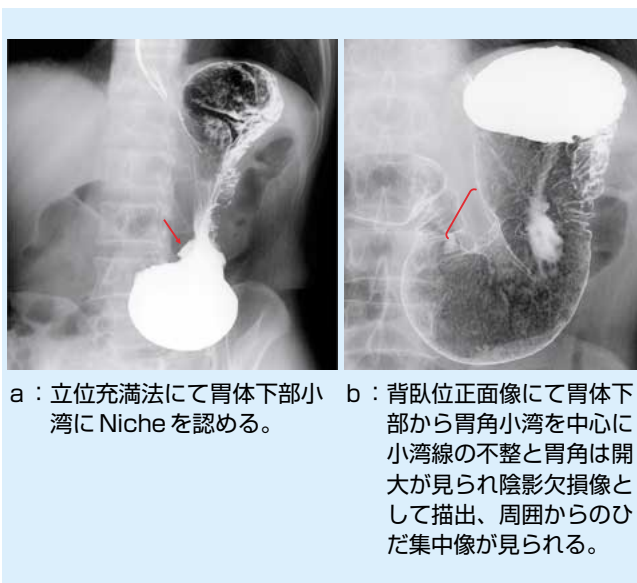


図11：胃体下部小湾病変

[症例4] 34歳、男性 胃体下部小湾病変

図11a、bは胃体下部小湾に存在するIIc+IIIの症例である。消化管X線検査を行っている技師であれば、難しい部位であることは理解できると思う。胃体下部小湾の側面像を描出する場合、技量の差はでにくいですが、正面像を描出する場合は技量の差がしやすい撮影部位である。従来は被検者の体へ大小の枕を挿入して苦慮しながら撮影を行っていた。また、図12aに示すように、腹臥位第一斜位像では前庭部と重複して、陥凹を描出することさえ困難である。われわれは、従来の胃体下部の描出の撮影体位では頭低位右側臥位にして行っていたものを、Cアームを使用ようになってからは軽度の腹臥位第一斜位で行い、描出に不足している部分はCアームを移動することによって補うようにした。さらにこれまで前庭部の重複する部分を分離させるのに苦慮していたものが、単純にCアームをCRAに移動することで分離することができ、描出が容易にできるようになった(図12b)。一方、本症例では病変の正面像において形態を描出する際の撮影手技における漂流法(病変に造影剤を流す方法)は、従来同部位では描出不可能に近かったが、Cアーム型装置では少なからず可能に近くX線診断への適用が示唆される症例であった(図13)。

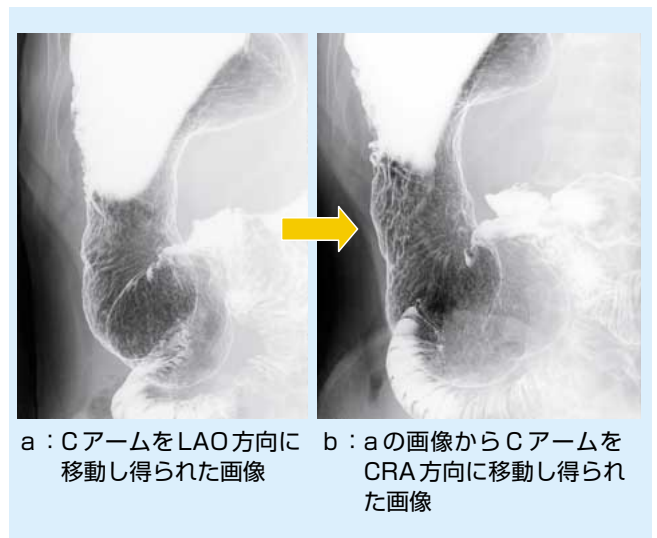


図12：胃体下部小湾病変(頭低位腹臥位第一斜位)

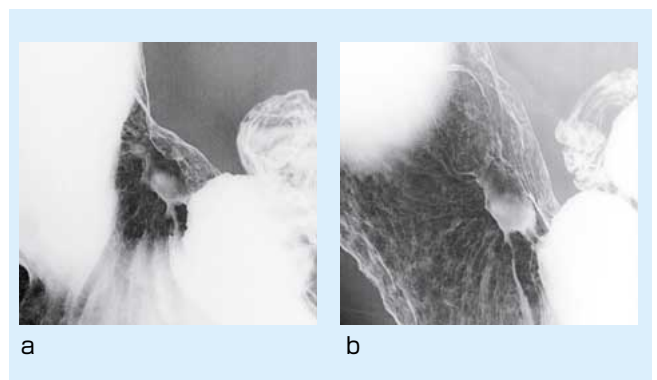


図13：胃体下部小湾病変

Cアームで病変の正面像を描出した後、Cアームテーブルを起倒させながら撮影。

4.2 下部消化管検査

[症例5] 55歳、女性 直腸病変

症例は、造影剤注入時にRb後壁の病変に気づき、造影剤コーティングのため右一回転の体位変換を行った後の通常撮影である(図14a)。撮影後、Raに残存する造影剤の異常なほじき像に気づいたが、S状結腸の腸管重複により確信できず、Cアームを移動することで腸管を分離し明瞭な類円形の透亮像が描出され、病変の存在診断ができた症例である(図14b)。また、図14cはRb後壁病変の側面像であるが、通常の側臥位像では真の側面像として描出できず、Cアームを移動することにより描出でき、深達度診断が容易にできた。

この部位になると異常像に気づくことは重要であるが、これまで腸管の重複をさけるため圧迫撮影により分離して行ったり、多方向からの撮影で補ったりして被ばく線量や撮影枚数に影響してきた。さらに解剖学的な存在位置から、正面像の撮影に腸管の重複をさけた状態で行うという難しい面があったが、Cアームを移動することで透視、撮影は容易になり、画像診断としての画像情報に大きな影響をもたらすとともに被検者への苦痛も和らげることができる。

[症例6] 92歳、女性(痩せ型) 上行結腸病変

上行結腸の大きさ3cm、形態2型、深達度ssの進行癌の症例である。図15aに示すように、腸管過長症で横行結腸から上行結腸の屈曲が強い症例である。腸管過長症では体位変換が通常より多くなり、高齢者には検査の負担が増加する傾向がある。また、腸管の前後方向の重複により病変は認識しづらく見逃されやすい可能性もある。しかしCアーム装置であると図15bのようにCAU方向へ移動することで、病変を容易に描出できる。高齢者にとって造影剤のコーティングによる体位変換は苦痛を伴うことが多いが、検査をする上で最低限の体位変換は必要であり、撮影体位などの動きを装置その

もので軽減できることは有用である。さらに腸管分離のため、症例のような痩せ型の被検者にとって圧迫撮影は苦痛を伴うこと、あるいは肋骨と重複する腸管など解剖学的な理由で、従来撮影不可能であった欠点を補うことができる。図15cでは、側面像描出のため背臥位第一斜位でCアームを移動することにより病変の側面像を描出でき、台形状変形を呈したため、深達度診断が容易となり画像情報として有用であった。

5. まとめ

デジタル多目的Cアーム型FPD-DR装置として開発されたVERSIFLEXTMは、前身のPrius-C[®] Ergoの撮像系部分の形状が小さいことで重量感がなくなり、コンパクトな装置として開発されている。外観を見た感じ、あるいは被検者側から見て圧迫感がなくなったことはFPD装置ならではの長長であると思われる。また、撮像系がFPDとなり視野サイズが円形から矩形、しかも大視野サイズになったことで消化管X線検査では、特に図3で示したように大腸の全体像を撮影することが可能となった。これは客観性に優れ、一枚の画像として撮影できることや撮影枚数の減数など被検者への被ばく線量の低減になり、インフォームドコンセントにおいても有用性があると示唆された。

消化管X線検査において、Cアーム型FPD-DR装置を検査・診断する視点で見ると、その利点はCアーム型という任意方向からの撮影が可能であることである。従来Cアーム型装置となると循環器部門、IVR部門においては当たり前のことであったが、多目的装置として開発されたCアーム型装置のVERSIFLEXは、消化管X線検査において症例で示したように、従来撮影不可能であった部位が撮影可能となったこ

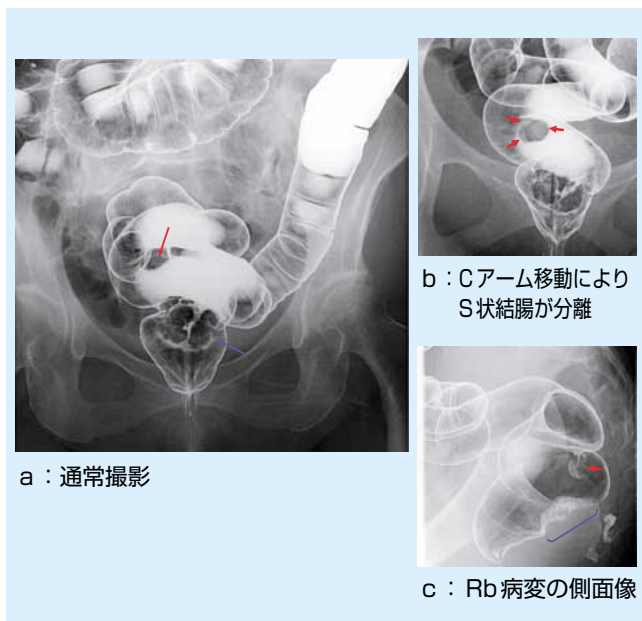


図14：直腸病変

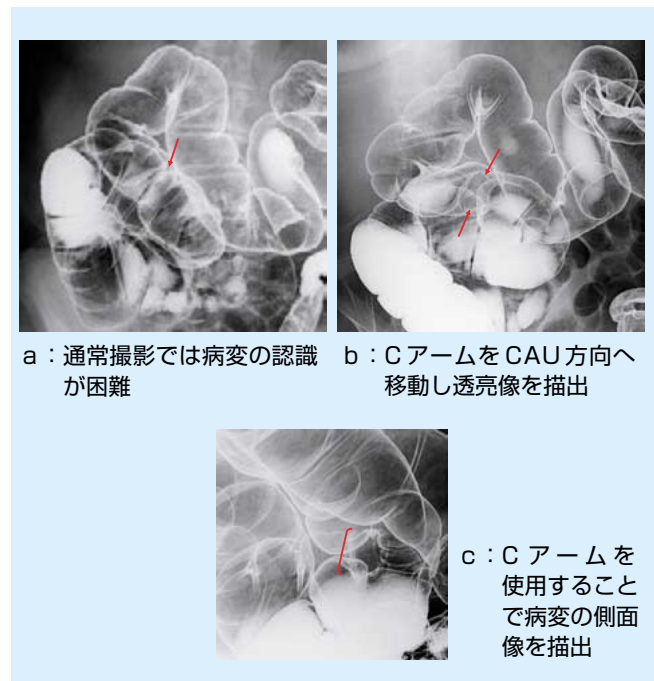


図15：上行結腸病変

と、また描出能においてもCアームを振ることで描出範囲が広がるなど大きな利点となっている。Cアーム型装置を使用した上部消化管検査の有用性について、杉野ら²⁾は近年の日本人の体型が欧米化に近くなって撮影が難しい被検者が多くなってきているが、Cアームを使用することにより実像に近い画像が得られ検査が容易になったと報告している。これは、撮影された区域描出能や撮影技術力による格差を生じたりすることを意味するものであるが、Cアーム型装置を使用することによって格差がなくなり撮影による精度管理においても精度向上が期待できると考える。

また、病変の形態診断をする際に正面像、あるいは側面像を描出することが必要とされる。これまで正面像、側面像の両方を描出できる確率は低く、片方を描出できて他方をできないということがよくあったが、Cアーム型装置を使用するとその確率は向上することが示唆され、消化管X線検査の診断能向上に貢献できる有用性の高い装置であると考えられる。さらに胆道系検査のERCPなどにも有用性がある装置であり、体位変換をすることなくCアームを移動することで従来の撮影画像と同等の撮影ができることは被検者への検査に対する苦痛軽減につながり、臨床画像としても問題ないと考えている。

術者においては、Cアーム型装置の操作法を熟知することが大切である。任意方向からの撮影が可能になったことで術者側が臨機応変に装置を操作しなければ意味はないが、それほど難しいものではない。しかし、消化管X線検査では動体している状態で造影剤を付着させ、造影剤の付着状態や撮影タイミングにより画像は変化するので、操作を誤ると画像的に向上は見られず注意が必要であると考えられる。

今回、われわれは消化管X線検査においてCアーム型装置VERSIFLEXの有用性について使用経験をもとに報告した。症例で示したようにCアーム型装置は消化管X線検査に有用であり、FPDを搭載したことで、画質的にもさらなる向上が期待できると考える。しかし、装置の柔軟性などについては、まだ改良の余地があり、今後の装置の充実に期待したい。

今後は、手術症例をもとに統計的な検討、画質評価などを踏まえ報告したい。

※1 VERSIFLEX、※3 Clavis、※5 Prius-Cは株式会社日立メディコの登録商標です。

※2 Natural Viewは株式会社日立製作所の登録商標です。

※4 Dryproはコニカ株式会社の登録商標です。

pixels charge-coupled device, Radiology, 214 : 497-502, 2001.

- 3) Colbeth R, et al : 40×30cm Flat Panel Imager for Angiography, R&F and Cone-Beam CT Applications Medical Imaging2001, 4320 : 94-102.
- 4) S.Ikeda, et al : Development of a Real-Time Digital Radiography System using a Scintillator Type Flat Panel Detector Medical Imaging2001, 4320 : 516-523.
- 5) Ogasawara S, et al : Fluoroscopic Low Contrast-Detail Detection with Flat-Panel Digital Radiography : Comparison with Conventional Radiography. RSNA, 87th Scientific Assembly and Annual Meeting, Scientific-Sessions. Radiology2001, 221(P) : 139.
- 6) 池田重之, ほか : X線平面検出器対応DRシステムの開発—第一報システム開発—日本放射線技術学会第57回総会学術大会 予稿集159, 2001.
- 7) 鈴木克己, ほか : X線平面検出器対応DRシステムの開発—第二報基本特性評価と臨床適用の検討—日本放射線技術学会第57回総会学術大会 予稿集160, 2001.
- 8) K.Suzuki, et al : Development and Evaluation of aDigital Radiography System using a Large-Area Flat Panel Detector. SPIE4682 : 363-370, 2002.
- 9) 池田重之, ほか : FPD対応X線透視撮影システムの開発. MEDIX, 36 : 27-31, 2002.
- 10) 飯沼元, ほか : 消化管造影検査におけるDigital Radiographyの進歩と将来展望—従来のII-TV方式からFlat Panel Detectorへ—. MEDIX, 37 : 13-18, 2002.
- 11) 清水正巳, ほか : FPD搭載デジタルイメージングシステムVersiFlexの開発. MEDIX, 38 : 27-32, 2003.
- 12) 杉野吉則, ほか : 新しい画像検査・診断法と今後の展開—胃X線検査における平面検出器(FPD)を搭載したCアーム式装置の有用性—. 胃と腸39 : 1572-1582, 2004.

参考文献

- 1) 飯沼元, ほか : 上部消化管造影検査における400万画素CCDを用いたDigital Radiographyの臨床評価. MEDIX, 29 : 19-25, 1998.
- 2) Iinuma G, et al : Digagnosis of a gastric cancers : comparison of conventional radiography with a 4 million-