

ガントリ自走式CT(ROBUSTO)の使用経験

名定 敏也¹⁾ Toshiya Nasada
 山下 達也¹⁾ Tatsuya Yamashita
 坂本 清¹⁾ Kiyoshi Sakamoto
 三浦 行矣²⁾ Kouji Miura
 中尾 宣夫²⁾ Norio Nakao

松本 一真¹⁾ Kazuma Matsumoto
 藤田 知子¹⁾ Tomoko Fujita
 石蔵 礼一²⁾ Reiichi Ishikura
 廣田 省三²⁾ Shouzou Hirota

¹⁾ 兵庫医科大学病院 中央放射線部
²⁾ 兵庫医科大学病院 放射線医学教室

Angio-CTシステムのCT装置が、Single Helical CTからガントリ自走式MDCT(4DAS)に更新された。この装置は、Angio室とCT室の間にガントリを配置し、Angio室ではAngioテーブルを、CT室ではCTテーブルを使用することにより、二部屋でガントリを併用できるシステムとなっている。これによりCTを使用しないAngio検査とCTガイド下IVRなどを並行して行うことができ、検査室を効率的に使用できるシステムとなった。

Our Angio-CT system was updated by gantry slide-type MDCT(4DAS) from single helical CT. This equipment becomes the system which can use a gantry at 2 rooms by arranging a gantry between the Angio room and the CT room and using CT table at the CT room by using Angio table at the Angio room. Therefore the system can concurrently do the Angio study without using CT and IVR under the CT guide. This system achieved the efficient use of Angio room and CT room.

Key Words: Gantry Slide Type CT, Two Rooms Combination Method by Gantry

1. はじめに

今回当病院では、Angio-CTシステムのCT装置を、CT-W2000AD(Single Helical)からROBUSTO^{®1)}(4DAS MDCT)に更新した。今までのシステムは、Angio装置の天板とCT装置の天板を共有するシステムであったが、新しいシステムは天板を共有しないため、ガントリ自走式のCT装置となった。

また、以前のシステムはAngio室とCT室を独立して使用することが可能なシステムであったので、新しいシステムでも二部屋を独立して使用することが可能なように、ガントリ二部屋併用方式を採用した(図1)。今回、本システムの利点と使用経験について述べる。

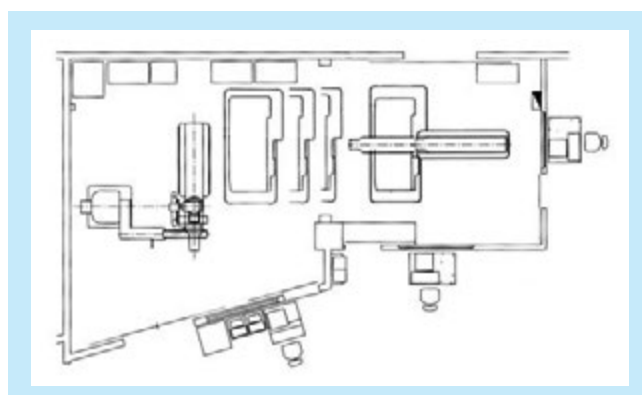


図1：ガントリ二部屋併用方式

2. ガントリ二部屋併用方式

本システムは、ガントリの前面にAngioテーブル(図2)、背面にCTテーブルが配置されており(図3)、それぞれのテーブルの間をガントリが移動し、Angio-CTシステムおよびCT単独システムとして利用することが可能となっている。



図2：ガントリ前面に配置されたAngioテーブル



図3：ガントリ背面に配置されたCTテーブル

3. 安全確保のための制限事項

本システムは、CT装置とAngio装置という独立した制御系のシステムを組み合わせているので安全確保のために、以下の機能制限を設けている。

- (1) チルトスキヤンの制限。
- (2) ガントリの正面操作盤ではガントリの前進、後退など限られた釦のみ操作可能(テーブル上下釦、チルト釦、HOME釦、PRESET釦は機能しない)。
- (3) ガントリにテーブルの高さ、チルト角度が表示されない。
- (4) 画像情報に表示されるテーブル高さは、実際の高さと一致しない(表示は常に250.0)。
- (5) 有効撮影範囲が双方とも880mm。
- (6) CT室で検査する場合、CTテーブルはガントリの背面にあるため、患者体位の設定(頭尾方向)が逆になる。図4a

のようにテーブルの形状どおりに患者を寝かせた場合Feet Firstとなり、逆に図4bの場合Head Firstと設定することとなる。

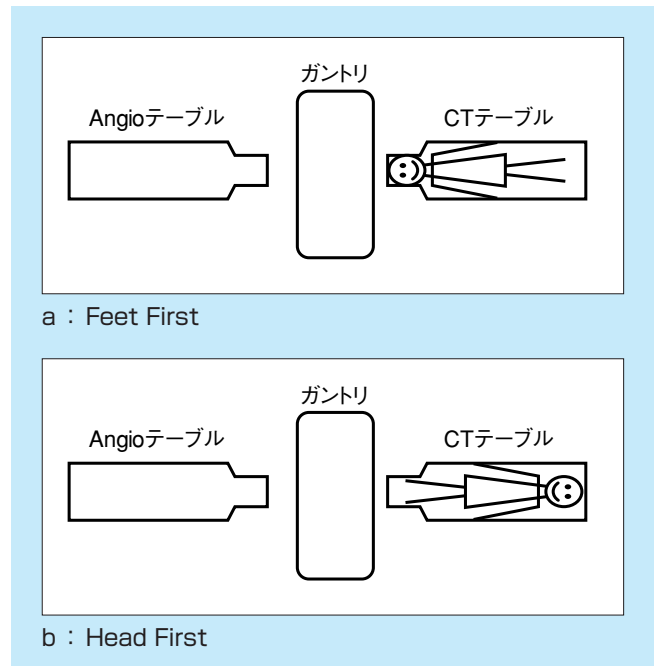


図4：体位設定

4. AngioからAngio-CTへの移行

Angio検査の場合、図5aに示すようにAngioテーブルはガントリに平行に配置されている。このテーブルを90度回転し(図5b)、天板を最前進、右限界位置にシフトさせ、天板高さを890mm以上にし、ガントリをAngioテーブル側に移動することでAngio-CTに移行する。

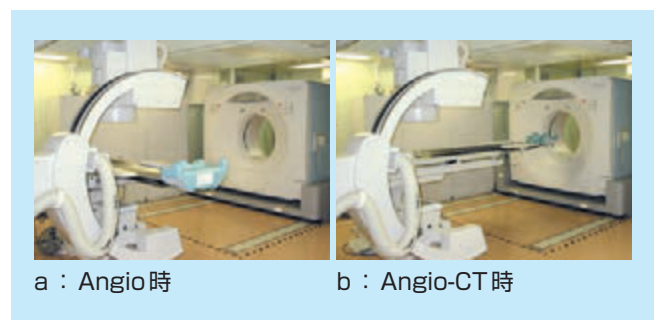


図5：AngioからAngio-CTへの移行

5. 本システムの利点

5.1 患者移動

以前のシステムでは、Angio検査からAngio-CT検査に移行する場合、天板をAngio装置からCT装置へ移動させる必要があった。そのため技師2人がAngioテーブルの両サイドに立ち、患者の安全確認およびCT装置との連結に障害がないかなどをチェックしCT検査へと移行していた。

しかし、新しいシステムでは天板を移動させる必要がないため、技師1人でAngio検査からCT検査へ移行でき、もう1人の技師がCTのプロトコルの設定などを行うことが可能になった。このため、従来は撮影までに5分程度かかっていたが、現在は1分程度となり時間の短縮につながった。また、以前のような寝台移動時の振動がなく、患者の安全性も高まった。また、Angio-CTからAngioへ戻る場合も同様で、1人の技師で移行可能なため、移行の間にCTのFilmingができるようになった。

5.2 肝切シミュレーション

Angio検査において、肝切除術の患者の術前シミュレーションがしばしば行われる。この場合、以前のシステムではスライスコリメーション：5mm、Beam Pitch：1(5mm/rot)、Rotation time：1秒で撮影していたので、肝臓全体を撮影するのに25～35秒を要していた。このため肝臓全体を同一の時相で撮影することができないことや肝臓全体を撮影できないこともあった。また、肝切シミュレーションには、門脈相と静脈相が必要であるが、撮影時間が長いいため1度の造影剤注入で2相撮影することが不可能であり、2回造影する必要があった。撮影法は、最初に造影剤(300mgI/ml) 30mlを2ml/秒で注入しDelay 15秒で門脈相、次に40mlを2ml/秒で注入しDelay 45秒で静脈相を撮影していた。

しかし、新しいシステムでは、スライスコリメーション：2.5mm、Beam Pitch：1.25(12.5mm/rot)、Rotation time：0.8秒で撮影するため、全肝を撮影するのに10～15秒と短縮され、1度の造影剤注入で2相撮影することが可能となり、造影剤(300mgI/ml) 40mlを2ml/秒で注入しDelay 15秒で門脈相、Delay 45秒で静脈相を撮影するプロトコルとなった。これにより造影剤の使用量が約半分となり、患者への負担が軽減できた。また、再構成された画像も以前のシステムではスライス厚：5mm、再構成間隔：2mmであったのに対し、本システムでは、スライス厚：2.5mm、再構成間隔：1.25mmとなり、シミュレーションの精度の向上も期待できる。

ROBUSTOで撮影された門脈相を図6に、静脈相を図7に示す。どちらの相も十分なコントラストを有しており、2つの相が分離できているため、門脈、静脈抽出が非常に容易になったと外科医からも評価されている。

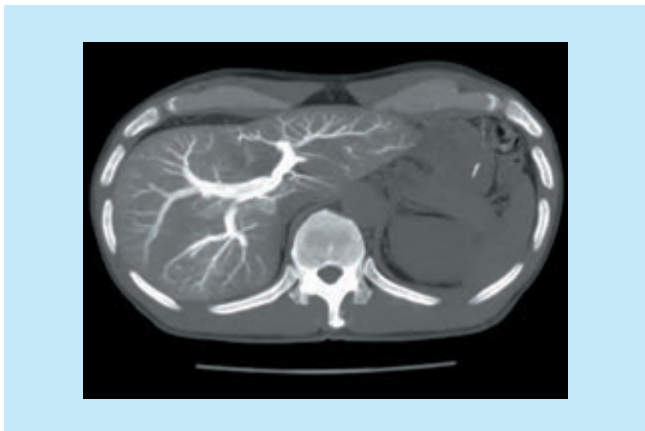


図6：門脈相(パーシャルMIPスライス厚10mm、Delay15秒)



図7：静脈相(パーシャルMIPスライス厚10mm、Delay45秒)

また、シミュレーション用の画像をワークステーションに転送する場合、以前のシステムでは15分程度要し、転送中はほかの操作ができなかった。しかし、本システムは転送も高速化し、バックグラウンドで処理可能となっており、すぐに次の撮影に移ることができるため時間の短縮にもつながった。

5.3 画像処理

以前のシステムでは、3DやMPRを作成する場合、スライス厚、ビームピッチを細かくして撮影するため、あらかじめ撮影プロトコルを変更する必要があった。これにより息止め時間が長くなったり、造影剤の使用量が増えるなど患者の負担が増えていた。また、画像枚数が非常に多くなるため画像再構成に2分程度要し、画像再構成中は次のSCANができないなどの制限があった。しかも、作成した3DやMPR画像は決して満足のものではなかった。

本システムでは、ルーチンのプロトコルが2.5mmコリメーションで撮影しているため、画像処理が必要な場合でも撮影プロトコル変更の必要もなく、造影剤量が増えるなどのデメリットもなくなった。また、画像再構成も5枚/秒と非常に高速になったため、1.25mm間隔で画像再構成しても30秒程度で終了するようになった。実際の検査では、最初にFilming用に5mmの画像を再構成し、その画像を医師とともに確認している間に、画像処理用の再構成が終了している場合がほとんどである。

図8はROBUSTOの撮影データから作成した3D画像で、門脈の3～4次分枝まで観察することができる。図9は同じデータを使用しCT-W2000ADの時と同様にスライス厚5mm再構成間隔2mmで作成したシミュレーション3D画像である。ROBUSTOのデータを使用した画像のため、CT-W2000ADのデータを使用して作成した3D画像に比べ、肝全域にわたって同時相で、造影能も良い画像となっている。しかし、ROBUSTOの撮影データを使用しても末梢血管の描出は十分ではない。

5.4 インジェクタ

以前のシステムでは、Angio室とCT室の二部屋を使用して検査を行っていたため、インジェクタがそれぞれの部屋に1台ずつ配置されていた。しかし今回のシステムでは、Angio

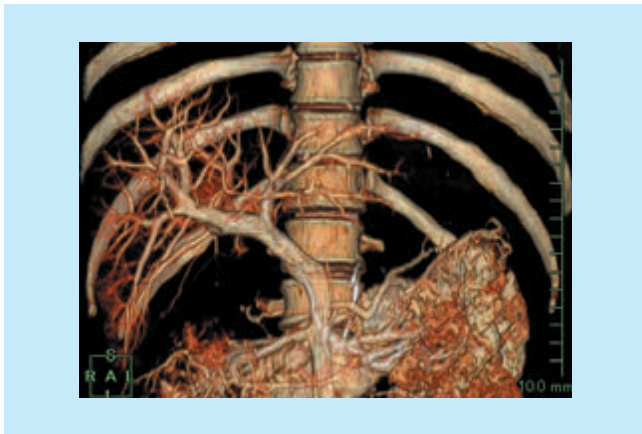


図8：3D Image (ROBUSTO)

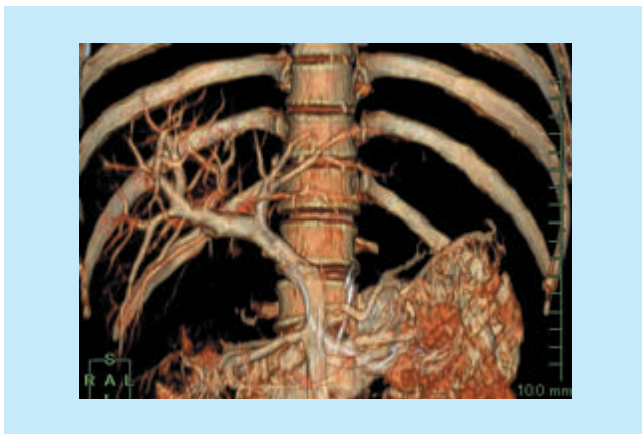


図9：Simulation 3D Image (CT-W2000AD)

室だけで検査ができるため、1台のインジェクタで検査が可能になった。

一方、2台のインジェクタを使用していた時には、Angio検査で300mgI/mlの造影剤、Angio-CT検査で150mgI/mlの造影剤とモダリティによって造影剤濃度を使い分けることができた。しかし、本システムでは造影剤濃度を変更する場合、シリンジを変更する必要があり、1検査平均で約3回モダリティを変更するため、その都度シリンジを交換するのは非常に煩雑で、エア混入や造影剤のセットミスなど事故を誘発する原因にもなりかねない。そこで当院では、医師の協力の下、造影剤濃度を300mgI/mlのみとし、注入量と注入速度を工夫することにより対応している。

また、以前のシステムではCT検査時テーブルが移動するため、インジェクタをつなぐときにテーブルの移動距離を考慮しなければカテーテルが引っ張られ抜けてしまう事故も起こる可能性があった。しかし、本システムはガントリ自走式のため、テーブルが移動することがないので、そのような事故の可能性も非常に低くなっている。

5.5 操作性

本システムは、Windows[®]2ベースとなっており、従来に比べて操作性や拡張性が向上している。また、完全日本語表示となっているため、初心者にも非常に分かりやすくなっている。

6. 体軸方向の分解能

本システムの体軸方向の分解能を調べるため、SSPzを測定した。測定には、ビーズ並べファントムを使用した。

図10にコリメーション2.5mm、スライス厚2.5mmの時のSSPzを示す。Beam Pitchが0.75、1.25、1.75と大きくなるにしたがってFWHMは、それぞれ2.44、2.48、2.74と大きくなった。また、Angioテーブル側およびCTテーブル側とも同様の傾向を示し、実効スライス厚もほぼ同等の値となった。これにより、どの位置においてもガントリ移動精度に問題がないと考える。

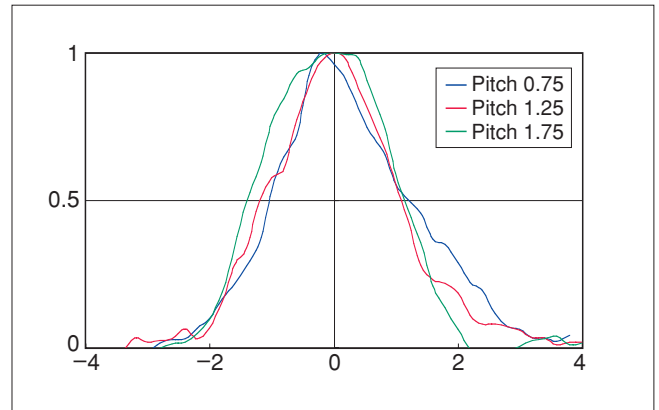


図10：コリメーション2.5mm、スライス厚2.5mm時のSSPz

7. おわりに

本システムは、検査時間の短縮、患者への負担軽減、画質の向上など非常に有用である。また、1つのガントリを二部屋で併用することにより、以前のCT室の機能を失うことなくAngio-CTシステムを構築することができた。

8. 謝辞

稿を終えるにあたり、本研究にご賛同いただき、ビーズ並べファントムをお貸しいただいた藤田保健衛生大学衛生学部の辻岡勝美氏に深謝します。

※1 ROBUSTOは株式会社日立メディコの登録商標です。

※2 Windowsは米国Microsoft社の登録商標です。