

放射線科学

## CRの現状と今後の動向

山口 宏

1895年ウイヘルム・コンラッド・レントゲン博士によりX線が発見されてから100年になる。X線はレントゲン写真に代表されるように、医療・医学の輝かしい発展をもたらした診断と治療に大きな足跡を残し、人類は数々の恩恵を受けてきた。最先端の科学技術をいち早く取り入れ、古いものが淘汰され日進月歩する医療の中で、X線撮影は感光材料やX線発生装置の改良により発展しながらほぼ1世紀にわたり絶えることなく続いてきた。

1960年代の後半から急速に普及したエレクトロニクスによって、CT・MR・US・PETなどのデジタル画像診断機器が開発され、放射線診療は一段と目覚ましい進歩・発展を遂げてきた。その基礎がX線写真診断法にあることを思うとX線発見の重みをあらためて感じざるをえない。

X線CTと日本で開発されて1981年発表されたFCR (Fuji computed radiography)の出現で従来からのアナログX線写真システムにもデジタル化の波が押し寄せ、X線画像診断は新たな時代を迎えることになった。

実用化されているCR (コンピューテッドラジオグラフィ) システムの代表であるFCRの概要と利用の状況及び今後の動向について紹介する。

### [システムの概要]

従来のS/F系では、X線フィルムそのものがX線の検出から表示機能と保存機能まで兼ね備えているが、X線情報の検出に要求される被写体の幅広いX線吸収差(ラチチュード)と表示機能に要求される濃度の識別(高コントラスト性)とは基本的に相容れないものであり、撮影部位や診断目的によって特性のあったフィルムの選択や撮影条件(管電圧)が変えられている。

X線情報の検出と表示に別々の媒体を使い、各々の特性を最適化しようとするのがFCRシステムの基本的な考え方であり、FCR画像形成上のキーポイントは、X線の情報を検出するイメージングプレート(IP)と有効な情報を取り出すソフトウェアとなるEDR (exposure data recognizer) 機構、及び画像を見易く表示する画像処理技術にある。

### (イメージングプレート：IP)

X線の情報検出には、人体を通過したX線のエネルギーを蓄積できる輝尽性蛍光体を用いたIP (imaging plate)と呼ばれるものが使用される。IPに蓄積されたエネルギーは、高精度のレーザスキャナー読取り機構で各画素ごとに光に変換され、光電子増倍管によって時系列の電気信号として取り出されA/D変換器でデジタル信号化される。IPへの入射線量と発光量は直線関係にあり、S/F系で表現できる範囲よりはるかに検出域が広く高感度である。

### (画像情報の読取り制御)

装置としてはIP上の発光の強さと分布しか識別できず、被写体以外の直接X線や絞り照射野外の散乱線部分を除いて、診断に必要な領域だけを取り出しデジタル化する必要がある、照射野を認識しIP上に到達したX線の強弱の幅(ラチチュード)と線量(感度)を決定する機構(EDR)がある。S/F系のコントラストは撮影管電圧により、濃度は線量によって変化し、常に満足できる画像が得られるとは限らないが、FCRではこのEDR機構によって撮影管電圧や線量がかなり変動しても安定した濃度の写真が得られる。

### (画像の出力)

IPから取り出されデジタル信号化されたX線の情報は、濃度差の識別と微細な形態情報の確認が容易になるよう人間の視覚機能にあわせて画像処理され、レーザープリンタでフィルム上に再現される。画像処理には適切な階調性と濃度が保たれるよう4種類のパラメータでコントロールされる階調処理と、小さなパターンになる程低下するコントラストを補うため病変や目的とする構造物の大きさ(周波数)を想定して、3種類のパラメータでコントロールされる周波数処理がある。この7つのパラメータの組み合わせが撮影部位と方法によって予め設定され、通常B4サイズの1枚に階調処理と周波数処理中心の2画像が撮影時のIPサイズごとに決まった縮率で表示される。

### [利用の状況]

FCRシステムが商品として1983年臨床の場に登場した当初は、装置だけの総床面積が6m<sup>2</sup>とかなりおおがかりなものであり、処理時間も従来のX線フィルムの現像時間より長かったし、照射野絞りの大きさや分割撮影時の影響が大きく画像の安定性も満足のゆくものではなかった。装置の価格も高く保険の適用になっていなかったこともあり、CTのように爆発的な普及には至らなかった。装置の設置スペースが初期の1/6程度になり、分割撮影や照射野を認識するプログラムが開発され、画像処理も含め制御系の改良が加えられた第

三世代（7000型）が登場した1988年以後本格的に普及しはじめ、病院の新築時に全面的にCR化する施設も現われてきた。現在国内では単純撮影系への利用を中心に1600台程度が稼動している。

導入施設では撮影条件不適切による再撮影は大幅に減少しているが、殆どの施設で従来からのS/F系での線量で撮影されており、特殊な部位を除いては当初期待された患者被曝の大幅な低減は実現されていない。

### 〔今後の動向〕

CRシステムが登場して10年以上経過しているが、現在のところ従来からのS/F系の概念がそのまま適用されており、CRの特長が充分生かされているとは言い難い。今後への期待や方向性と取組みについて触れてみる。

#### （高感度化と高画質安定化による診断能向上への期待）

感度・画質を左右する主な要因はIPの性能にあり、輝尽発光量・鮮鋭性・粒状性などに改良が加えられてきた。固定ノイズの影響を低減するため蛍光体の微粒子化が進められているが、単に微粒子化するだけでは輝尽発光量が低下してしまうので微粒子化しても輝尽発光量が低下しない蛍光体の製法改良が鍵となる。保護膜の薄層化やレーザーパワーアップなどによっても性能は向上しているが更なる改良が望まれ、メーカーの技術力に期待が寄せられている。

分割撮影はじめ照射野認識の精度も上がり、ニューラルネットワークを用いた解析方法の採用によって不安定であった撮影部位も徐々に改善されてきているが、一部の部位においてはまだ患者の整位や照射野の影響を受けることもあり、更なる改善が望まれている。

最近高精細読取りと半切サイズの等倍出力による高画質化が実現し、当初からの解像力と縮小画像に対する不満も解消され、今後は等倍出力での運用が増えてくると思われる。1画像出力ではCRの特長である画像処理の効果が十分に生かせない恐れもあるが、低濃度域または高濃度域のダイナミックレンジを圧縮して広い領域を表示する処理や直線断層の障害陰影を除去する処理の他、撮影管電圧を変えて2回撮影したデータから軟部または骨部を抽出するエネルギーサブトラクション処理が組み込まれた装置も開発されている。従来はS/F系では不可能であっただけに、臨床応用での効果の実証と実績が必要ではあるが、新しい画像処理法の有効利用によって診断能の向上が期待できる。

#### （処理能力と作業性の向上）

装置の処理能力も初期に比べれば2倍近くになり、簡易型・立位撮影用・臥位撮影用・検診用など専用機化され分散設置できるようになった。病院情報シ

システムとの接続や診察券で患者ID情報を共用するなど作業性もかなり改善されてきたが、処理能力の更なる向上を望む声も多い。読取り及びフィルム記録時のレーザー走査とIP交換も含めた搬送のスピードアップや演算回路の高速化による画像処理とデータ転送時間の短縮等も更に進められるであろう。

#### (CRT診断・フィルムレス化への流れ)

画像情報特にX線フィルムの整理・運搬・保存管理に要する大量の労働力に対する人件費の削減と保管スペースの確保及び診療待時間短縮を含む患者サービスは、病院機能・運営の大きな課題になっている。診断の迅速化と経過観察を容易にするには、各種の画像診断機器がネットワーク化され集中管理された医用画像に、豊富な画像処理機能やCAD（コンピュータ支援診断）を利用して診断確度を向上させるCRT診断システムが必要になる。他施設との画像情報の送受信も今後の医療政策のなかで近々訪れるであろう医療情報化時代が来れば、フィルムレス化は急速に進むであろう。CR画像のデータ保存は、信頼性や経済性の点からも圧縮技術の進歩に期待せざるをえないが、保存目的の明確化や必要最低限の情報の選別と編集方法の検討も必要であろう。環境問題からの現像・定着廃液の規制強化もフィルムレス化に向かう要因になるろう。

#### (CR時代への放射線技師の対応)

従来のS/F系では使用する感材と現像条件で最適撮影条件は決まってしまうが、CRシステムではIP面への入射線量に依存せず、読影に必要な撮影条件の寛容度が大きく、撮影条件決定への注意が疎かになる恐れがある。撮影部位や診断目的ごとの画像処理条件が確立されていない現状では、撮影線量が画質特に粒状性を左右することもあり安全側での撮影条件設定になることもやむをえない面もあるが、必要最低限の線量で撮影する自覚とホトタイマー等を使って撮影系からも規制できる工夫が必要であろう。またIPの管電圧特性を考慮して散乱線除去対策や拡大撮影の活用など、CRシステムに適した撮影系や撮影法の見直しと患者被曝の低減に向けた努力に加え、読影医師の意見を聞き指導を仰ぎながらシステムの特長が理解されるように努め、撮影線量も含めて各施設ごとに撮影系や診断目的に適した画像処理条件を検討する必要もある。撮影オーダに診断目的が加えられ、線量レベルと画像処理条件や表示方法などが系統的に自動化されれば、CRシステムの特長が生かされ診断能の向上につながることになる。

(名古屋大学医学部附属病院放射線部技師長)