

医学研究支援部門循環機能室に設置された, エックス線循環器診断システムの現状

谷口由樹¹⁾, 藤田順一¹⁾, 松本 明²⁾, 黒田和道^{1),3)}

Medical research support center, Laboratory for animal experiments setting apparatus, conditions of X-ray diagnostic apparatus

Yoshiki TANIGUCHI¹⁾, Junichi FUJITA¹⁾, Akira MATSUMOTO²⁾, Kazumichi KURODA^{1),3)}

1. はじめに

医学研究支援部門内における動物実験室は、小動物(マウスやラット)を対象とした小動物実験室と、中型動物(ウサギ, イヌ, ブタ, ヤギ)を対象とした動物実験室(循環機能室)がある。

動物実験室にはエックス線アンギオ装置が1997年より設置され、これまでに多くの実験, 研究に利用されてきた。しかしながら, 導入時には最新の機種であったが, 年月の経過とともに新たな機能を搭載したエックス線装置が登場し, 現在主流である装置に比べると劣っていることが否めない。そこで, 本施設に設置している機種の現状と, 現在主流といわれている機種について, その違いを検討する。

2. エックス線装置の比較

1) 現有機種

現在使用している機種(KXO-80C: 東芝メディカルシステムズ)を図1に示す。本装置は1997年に導入され, 18年が経過している。この間に大きな故障はなく2005年に管球交換を行ったのみである。基本性能は, 視野サイズが9インチの円形(直径23cm), 検出器はI. I. (エックス線イメージンテンシフィア)を採用し, モニタはブラウン管, 記録はシネフィルム(現在使用していない), VHSビデオでの記録となっている(表1)。

2) 現在の主流機種

現在, エックス線装置は様々なメーカーから目的に応じて多くの機種が販売されている。その中でも現有機種と類似し, 比較的安価なモデルである東芝メディカルシステムズのINFX-8000Fを例に, ここでは取り上げる。この機種は血管撮影装置として必要な機能をコンパクトにまとめたベーシックモデルである。装置の基本性能は, 視野サイズ12 x 12インチ正方形(直径30cm), 検出器はFPD (Flat Panel Detector), モニタは液晶モニタであり画質もよい(表1)。記録方法は医用画像機器間で通信・保存する方法を定めた国際標準規格であり, CTやMRIなどで撮影した医療用画像のフォーマットと同様DICOM (Digital Imaging and Communication in Medicine) 形式である。

3. INFX-8000Fの特徴

1) 透視下における照射線量の低減

エックス線を低減する方法として, パルス透視が利用されている。パルス透視は一般的に1秒間当たり30フレームの画像を表示するのが基本¹⁾で, 一般に30pulse/secのパルス透視は連続透視の線量とほぼ同じに設定されている。しかし, パルス透視を用いることにより, 照射線量の低減を図ることができる。

一般的に, パルス透視は少ないパルスを利用し照

1) 日本大学医学部医学研究支援部門ラボラトリーアニマル系

2) 日本大学医学部医学研究企画・推進室

3) 日本大学医学部病態病理学系微生物学分野

谷口由樹: taniguchi.yoshiki@nihon-u.ac.jp



図1 現有設置機種KXO-80C

射線量の低減を図るが、残像やコマ落ちにより手技が妨げられないことが条件となる。またパルスあたりの照射線量を低減することで被爆をさらに軽減できるが、線量不足によるノイズ量の増大はデバイスが十分に視認できるところまでが条件となる²⁾。東芝のPureBrain³⁾は、超低線量設定でも手技を妨げない透視画像を得ることができ、照射線量は標準設定と比べ78%低減することができる²⁾。さらに、パルスレートを30/20/15/10/7.5/5/3/2/1ppsと細かく設定することが可能で、パルスレートを落としても残像がほとんどない透視画像が得られる。

2) 照射範囲の限定による面積線量（照射面積）の低減

照射範囲の限定は従来からエックス線絞りが用いられているが、エックス線絞りには、絞りエリアが黒くなり術者が不安を抱く。また絞ることにより、システムがエックス線不足と感知し、線量が増加してしまい、上下、左右にしか絞ることができず観察部位を中央に置く必要がある問題点があった。しかし、新しく開発された「スポット照射」は、エック

表1 現有装置と新装置との比較

	現装置 (KXO-80C)	新装置 (INFX-8000F)	備考
視野サイズ	9インチ円形 (直径23cm)	12インチ正方形 (直径30cm)	視野サイズが大きくなり、また視野形状が正方形になることで一度に描出できる範囲が広がる。
検出器	画像劣化あり (I.I.: Image Intensifier)	画像劣化なし (FPD: Flat Panel Detector)	現在の装置は導入後18年が経過しており、画像の劣化が激しくなっている。また新装置に搭載されているFPDは、画像の劣化もほとんどなく長期間安定して利用できる。
画質	普通	良い (PureBrain搭載)	PureBrain搭載により、透視・撮影画像ともに大幅な画質向上が可能である。
被ばく	多い	少ない	現在の装置は劣化が進んでおり、使用者の被ばくが増大している。
モニタ	ブラウン管(CRT)	液晶モニタ(LCD)	ブラウン管ではメンテナンスがしにくいだけでなく画像が観察しにくい。
X線管容量	1800kHU	1800kHU	同等
テーブル可動性	長手動:1350mm 横手動:400mm	長手動:1350mm 横手動:400mm	同等
今後拡張性	なし	3D撮影機能	2D撮影ではなく3Dができることにより研究用途が広がる。

ス線を照射したい部分に設定すると、その部分のみを透視し、照射部以外は直前の透視のラストイメージホールド画像を表示することができる。そのためスポット透視は被爆低減に有用性がある²⁾。

3) FPD (Flat Panel Detector) の搭載

循環器領域の手技に求められる深い角度付けにも画質を損なわない。これは従来のI. I.搭載機の弱点であったが、FPDを搭載することで、術者の視野が開け、手技向上に役立ち、手技時間や透視時間の短縮にもつながり⁴⁾被爆線量の低減に有用である。

4) DSA (Digital Subtraction Angiography) ～デジタル差分血管造影法

血管内に造影剤を注入する前後のエックス線画像をコンピューターで解析し、血管以外の骨を差し引くことにより、血管のみをリアルタイムに描出することができる。この技術により、診断能の向上とともに検査時間が短縮した。また最大の利点は被爆量が低減できることが挙げられる。

4. 提言

医療機器や診断装置は年々進化している。購入時は最新といわれた機器も、数年後にはいわゆる「型落ち」になってしまう。これはある程度は仕方のないことだが、使用する研究者の求めているレベルが変化しない限り「型落ち機器」であっても使用可能である。しかしながら、医療技術や診断技術の進歩に伴い、研究者が求める実験結果は、医療・診断技術の進歩と同等、もしくはそれ以上のレベルが要求される。その結果、現行機種の結果に疑問が生じ、研究遂行が不可能となる。例えば、従来の機種では見えなかったものが、新しい機種では見えれば、従来の機種寿命はまだ先でも、機械の「性能」としての寿命は尽きたことになり、最先端の研究で使うことは難しくなる。

現在、医学研究支援部門の動物実験室（循環機能室）に設置してあるエックス線装置は、導入して既に18年が経過している。この間に大きな故障はなく、2005年に管球交換をただで現在も運用されている。管球はエックス線を発生させる重要な部分で、管球の構造は一体型になっておりパーツのみの交換はできない。また寿命は使用頻度および画像の

劣化状況にもよるが、稼働率が高い場合3～5年といわれている。既に現在、画像がやや不鮮明な描写となっている。

現在の機種は設置後8年で管球交換を行ったが、前回の交換から既に10年が経過しているため、管球がいつ故障するか分からない状態である。また数年前に管球を検査したところ、エックス線の出力が70%まで低下しており、描写される画像も悪くなってきている。このことから現在、管球の交換を考える時期にきているものの、このエックス線装置は販売後年月が長期に経過しているため、メーカーの保守部品の保有期限が2014年3月31日で終了しており、保有部品が存在する場合に限って修理対応という状況である。なお、管球は現在メーカーの在庫が無く、管球が故障した時点で使用不可能となる。したがって、いつ使用不可能となるか分からない状況であり、使用できなくなった場合、遂行中の研究に多大なる損害が生じる。特に、エックス線装置の使用を前提とした寄付口座や公的研究費取得者もあり、現装置が使用できなくなった場合、進行中の研究だけでなく将来の研究計画にも影響を及ぼすことは明らかである。

現有機種と現在販売されている機種には基本的性能にも違いがある。最も重要な点は照射線量の低減である。エックス線装置は、体の内部をエックス線が透過する際、体の内部構造により減弱されて出てくる差を見るのもので、臨床の現場では診断および治療に幅広く使われている。エックス線装置の使用は、患者さんも被爆することは避けられないが、エックス線検査は被爆のマイナス面よりプラス面が大きいため使用されている。

エックス線を使用する場合、診断や治療における有用性を除くと、医療従事者側へのプラス面はない。そのため、無用な被爆を避けることが求められる。これは実験においても同様であり、実験者は被爆を防止するため、防護衣や防護手袋、ネックガード、防護メガネなどの装着によりエックス線装置を使って実験するが、被爆を完全になくすることはできない。エックス線装置は得られるメリットは大きいですが、体への負担、特にエックス線を使用する側には体への影響という意味でマイナス面が大きい。このことから、被爆線量低減のため、メーカー側はさまざまな改良を行っている。単純に被爆量を抑えるに

は、照射線量、照射時間を減らす必要がある。照射線量はスポット照射することにより線量を低減することができる。高橋²⁾はスポット透視の線量低減効果について、照射野サイズの面積比を、Fullを1とした場合、それぞれ0.25, 0.11, 0.0625となるようにし、面積線量はFullを100%とした場合、それぞれ27%, 15%, 11%程度まで減少でき、また術者被爆となる散乱線も減少し、Fullを100%とした場合、それぞれ52%, 34%, 28%まで低減可能と述べている(エックス線管から50cm離れ、床から150cmの高さで測定)²⁾。

デジタル撮影技術は、従来のシネフィルムよりも低い線量で撮影記録が可能となっている。照射線量は現在の主流機種ではパルスレートを落とすことで減らすことができ(パルスレートを落とすことによる残像がほとんどない透視画像が得られる)、またクリアな画像を得られれば透視時間(エックス線を用いた手技時間)の短縮にも大きな改善がみられる。設置機種は現在の主流機種に比べると施設担当者及び利用者に負担のかかる機械となっており、故障の懸念や利用者の負担を考慮すると、設置機種更新の必要性が強く求められる。

5. まとめ

現在、医学研究支援部門の循環機能室に設置して

あるエックス線装置は購入から18年経過している。その間に機器は進歩し「性能」の寿命も近づき、また製品として機械の寿命も近づいてきている。現在の主流機種は線量の低減も進んでおり、利用者の負担軽減にもなる。そのため早急な機器の更新が望まれる。

参考文献

- 江口陽一：DF装置を使用する人が知っておきたいこと。日本放射線技術学会雑誌 56巻11号 1321-1331, 2000.
- 高橋 淳：不整脈治療および末梢血管インターベンションにおける被ばく低減の試み。INNERVISION Vol.27 No.5 118-119, 2012.
- 長岡秀樹：Angioの技術進歩と被ばく低減への取り組み-血管撮影装置の進化：PureBrainが導く被ばく低減の試み。INNERVISION Vol.26 No.5 56-59.
- 上杉道伯, 竹中和幸：FPD搭載型血管撮影装置の有用性。映像情報メディカル Vol47 No.2 87-92.