

17. 山形県放射線治療施設におけるリニアック（X線）の出力測定

放射線治療研究会 布川 孝之（県立中央病院） 鈴木 幸司（山大附属病院）
佐藤 龍二（県立日本海病院） 佐藤 浩二（県立中央病院）

【目的】

放射線治療研究会の事業として、治療線量の精度向上を図ることを目的に、山形県内の放射線治療施設（8施設）におけるリニアック（X線）の出力を測定したので、その結果について報告する。

【方法】

対象：山形県内8施設（リニアック9台） X線ビーム 4MV（7本） 6MV（2本） 10MV（6本）
測定法：標準測定法 01 に準じて基準点吸収線量を測定

【使用機器・機材】

各施設の医療用リニアック
電位計：NE2620A（県立新庄病院所有） 電離箱：PTW30001（県立新庄病院所有）
標準測定法 01 対応水ファントム（県立新庄病院または各施設所有）
気温・気圧計（県立中央病院所有）

【結果】

設定値 100MU に対する基準点吸収線量（cGy）

ビーム	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
測定班による 基準点吸収線 量	98.687	102.572	100.585	101.073	100.335	101.233	102.355	103.435	98.489	99.416	100.974	101.311	98.825	99.093	99.646
各施設 Ktp による線量	99.048	103.278	99.939	100.375	99.987	100.931	100.564	101.605	97.949	99.034	98.704	98.968	99.174	99.459	99.745
各施設 TMR10 による線量	98.663		100.224	100.978	100.366	101.220	102.741	103.345	99.961	99.571	101.987	100.853	98.733	99.082	100.901
各施設 Ktp、 TMR10 による線 量	99.024		99.580	100.281	100.018	100.919	100.943	101.517	99.579	99.188	99.694	98.521	99.082	99.448	101.001

B ビームはピーク深で測定

【結語】

標準測定法 01 に対応している施設では、どのビームも、基準点吸収線量が $\pm 2.0\%$ 以内であった。
各施設のKtpとTMR10の値を使用して基準点吸収線量を求めると、どのビームも $\pm 2.0\%$ 以内であった。
各施設で使用している気温・気圧計と、測定班の使用した校正済の気温・気圧計との値に差があり、
気温・気圧計の校正も重要であると再確認できた。
今回の測定は、測定環境の変化や測定器の安定性など、ある程度の不確定要素を含んでいることを踏
まえると、リニアックの出力は、各施設の責任において管理・調整されるべきものであると考えられ
る。

18. ガンマナイフ治療 315 例の患者動向と治療の現状について

山形県立中央病院 中央放射線部 小林英明 三浦勝 佐藤浩二 佐藤弘文
脳神経外科 井上 明

【はじめに】

当院では、平成 13 年 5 月からガンマナイフによる定位放射線治療を開始し、平成 17 年 4 月までの 4 年間で 315 例の治療を行いました。今回、その治療を行った患者の動向と治療の現状について報告いたします。

【症例内訳】

・総治療件数	315 件 (2001/5~2005/4)	・診 断	・転移性脳腫瘍	257 (81.6%)
・総照射部位	1323 個 (平均 4.2 個)		・髄膜腫	10 (3.2%)
・年 齢	9~89 才 (平均 63 才)		・聴神経腫瘍	11 (3.5%)
・紹介比率	当院: 43% 他施設: 57%		・三叉神経鞘腫	4 (1.3%)
・治療時間	20 分~475 分 (平均 127 分)		・下垂体腺腫	3 (1.0%)
	[治療室への入室から退室まで]		・神経膠腫	5 (1.6%)
			・その他の腫瘍	5 (1.6%)
			・動静脈奇形 (AVM)	20 (6.3%)

【臨床例】

治療後に悪化に転じたケースは転移性脳腫瘍の 16 例と AVM の 1 例のみで、9 割以上は制御できています。

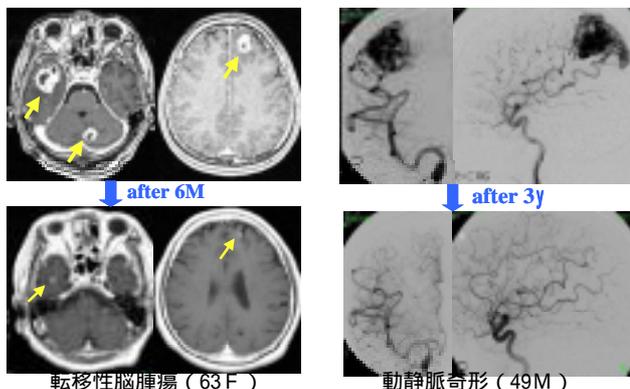
治療効果 (制御率)

	完全寛解 CR	部分寛解 PR	変化なし NC	悪化 PD	制御率 (%)
転移性脳腫瘍	48	54	138	16	93
髄膜腫		2	8		100
神経鞘腫			11		100
その他	1		27		100
AVM	5	2	12	1	95

(2001/5-2005/4, follow up: 0 ~ 59M)

合併症 (4.8%)

脳浮腫(壊死)	7 (2.2%)
腫瘍出血	3 (0.9%)
水頭症	2 (0.6%)
てんかん発作	1 (0.3%)
後頭神経痛	1 (0.3%)



転移性脳腫瘍 (63F)

動静脈奇形 (49M)



出血例 (73M) 腎癌、多発性脳転移

【技術面での問題点】

- ・MR画像の歪による位置精度低下。 必要に応じてCT画像を追加しています。
- ・DSA画像の歪による位置精度低下。 フィルムサブトラクションを行っています。
- ・1回大線量照射による事故の危険。 ダブルチェック・トリプルチェックを行っています。
- ・フレーム内の照射可能範囲が小さい。 フレームの装着位置、および照射法を工夫しています。
- ・コバルト線源の減衰による治療時間の延長。 非常に高額ですが、線源交換によって解決されます。

【まとめ】

治療開始 4 年間で 315 例の治療を行った結果、腫瘍制御率は 90% 以上、合併症は 5% 未満でありその治療成績は概ね良好でありました。また、症例の 8 割以上が転移性脳腫瘍であり、その多くは多発性でありました。1 患者あたりの治療時間は平均で約 2 時間でしたが、線源の減衰による治療時間の延長など、種々の問題点を克服し、今後もより精度の高い治療を目指していきたいと思えます。

19. 遠隔放射線治療システムの構築について

山形県公立置賜総合病院 放射線部 笹木義正、川井久雄、鈴木榮

【背景・目的】

当院の放射線治療を担当する医師は、山形大学から週1回の非常勤で対応することになった。多数の患者さんの診察や、治療計画及び、その他の作業が1日に集中するため慌ただしい業務を行っている。そこで業務量の緩和を図り、安全で精度の高い治療をおこなう事を目的として当院と山形大学病院とのあいだで、今年4月より遠隔システムを導入した。そのシステムを構築したので報告する。

【方法】

当院の治療計画装置(RTP)と、大学病院の専用PC(一般のWindows PC)の接続は、専用回線(2Mb)を採用した。ブロードバンドサーバーの通信内容は暗号化し、遠隔ネットワークと当院のネットワークのあいだにセキュリティルーターを設置し、IPフィルタリングを行い、セキュリティーに配慮した。尚、連絡網は、電話(FAX)による専用回線を利用する。

【結果】

遠隔放射線治療システムは、専用回線を介してブロードバンドサーバーにアクセスができ、この事からいつでも治療計画が出来る。又、治療計画の修正においても電話(FAX)の利用から、手計算や検証作業を事前におこなうことが可能となり集中する業務量が緩和できた。又、電話による連絡はオンラインであり外部へのデータの漏洩を防ぎ、当院と治療医との綿密な連携に貢献した。しかし、当院で治療計画終了後再度大学での修正をおこなう場合には、もう一度手計算や検証作業を行なわなければならない、技師と医師とのコミュニケーションは重要であった。システムの運用においては、混乱をきたす事が無く、お互いのLANにアクセス出来ないセキュリティーが保たれる安全なシステムを構築できた。

【考察】

CMS社のブロードバンドサーバーは、遠隔システムにサーバー型を採用している為、ユーザーの管理や権限を制限している。又、治療計画に必要なビームデータとCTデータを当院から移動していない為、確実な情報に基づいて治療計画が実施出来ると考えられる。大学病院側では、当院のビームデータとCTデータの持ち出しが出来ない為、セキュリティーが確保されていると考えられる。又、専用回線と、ルーターの設置で不正アクセスによる危険性が減少すると考えられる。

【結論】

当院の遠隔放射線治療システムは、いつでも治療計画が可能であり、安全で高品質な治療の実現に有効である。

20. 治療装置導入後の保守管理記録解析 1 (始業時点検データから)

鶴岡市立荘内病院 放射線画像センター 放射線治療 LINAC 室 ○蛸井 睦紀、五十嵐 智

【目的】

新病院移転・新治療装置の導入時に、より重要性が増すであろうと予想された保守管理を的確・簡便かつ効率よく行えるツールをシステムに含むことを強く要望し、ライナック・ビームQAツール SUN NUCLEAR 社 Profiler Model 1170 の導入が実現した。新治療装置使用開始後約2年間の始業時点検記録からその効果、また治療装置の特性や傾向などを解析し、今後の保守の要点などを考察する。

【方法】

当院医療用ライナック 旧三菱 MHCL-15DP は毎始業時に「運転パラメーター収集」という装置自動点検を行うが、このとき照射野サイズは自動的に10cmスクエアとなり、各ビームのデータ収集にX線では 60 ± 2 MU、電子線では 240 ± 2 MU とほぼ一定の照射を行うことに使用開始後約1ヶ月で気が付き、ProfilerのQAプログラムをそれに合うようにセットした。

【結果】

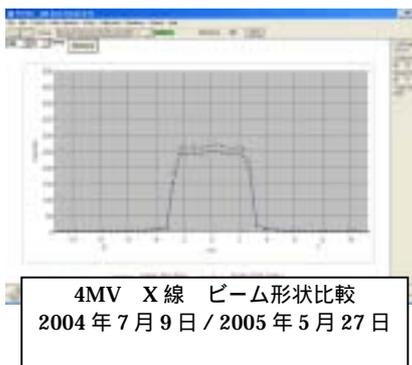
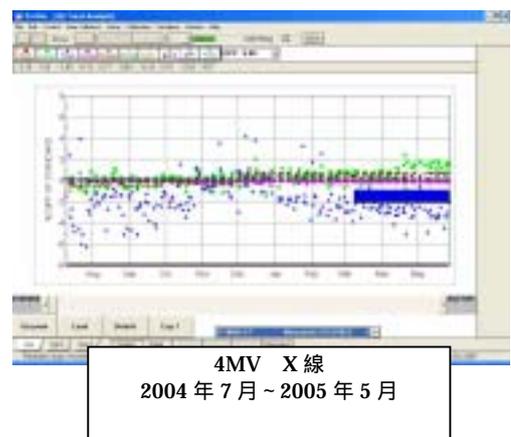
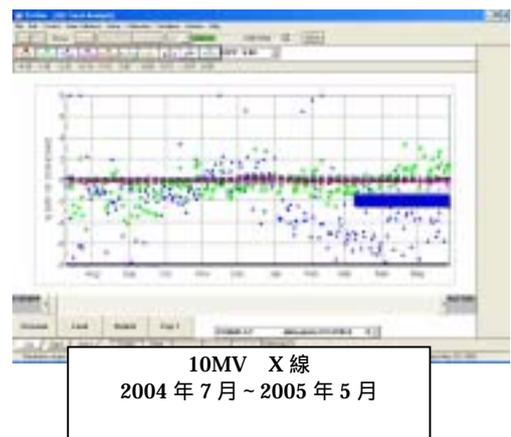
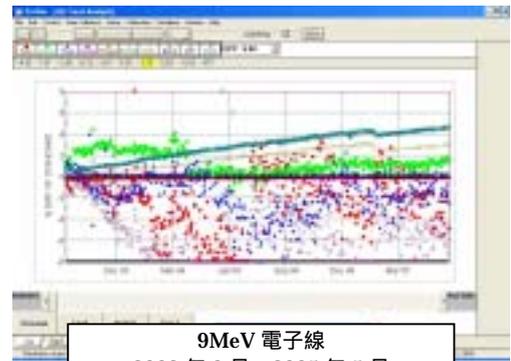
日本放射線腫瘍学会等から勧告されている許容誤差から考え、毎日の線量モニタシステム校正、X線 $\pm 3\%$ ・電子線 $\pm 4\%$ は前日との比較において(毎週の01法によるモニタ線量校正を基準として)おおむね良好であった。ただしこの測定においては、ビルドアップの考慮がない・装置側の自動設定で出力線量に $\pm 1 \sim 2$ MU 程度の誤差がある・Dose Calibrationをそう頻繁には行っていないなどの問題も含まれてはいる。幾何学的誤差に関しては毎月の管理に ± 2 mmの指示があるが10cmスクエアで $2\% = 2$ mmに収まっている。(横断方向対称度はその方向に対する検出器が少ない・X線エネルギーの問題・ガントリーにセットする際のズレなどの理由で少し乱れている) また発表においては、つい最近の出来事として装置不具合時にプロファイル形状比較差が変化を起こしたことも付け加えさせていただきました。

【まとめと考察】

始業時点検を効率よく短時間に済ませられる。(所要時間8~13分程度) 外来通院にて朝早くの治療を希望する患者さんや入院で放射線治療後に化学療法の点滴を控えた患者さんへの対応にはとても有益である。

継続してデータをとって、その傾向を数値ではなく視覚認識しやすいグラフとして観察することには大いに意義がある。

装置の故障・トラブルの発生の確認ができるとともに、より慎重な観察によっては予知ができる可能性もあるように思える。



21. 治療装置導入後の保守管理記録解析 2 (モニタ線量校正・装置運転記録データから)

鶴岡市立荘内病院 放射線画像センター 放射線治療 LINAC 室 ○五十嵐 智 蛸井 睦紀

【目的】

毎週行っている X 線モニタ線量校正の為に測定は $\pm 2\%$ 以上のズレが生じた場合に、治療装置モニタ線量計の GAIN 値を変更し校正するものであるが、その結果については単に数値記録するだけであった。

しかし、始業時点検結果記録より、その経時的変化・傾向を観察することの重要性を認識できたのでモニタ線量校正の為に測定記録や装置運転記録にも応用することで何か判る事がないか解析・検証する。

【方法】

X 線モニタ線量校正用測定記録や始業時点検記録・装置運転記録の要点項目数値を表計算ソフトにてグラフ化する。(今回は気圧・気温及び温度気圧補正係数、モニタ線量計の変動、装置使用時間、加速管真空度など) 装置トラブル・ログなどの蓄積されたデータとの関連性などを多角的に解析・検証を試みる。

【結果】

気温は空調装置が十分整えており、温度気圧補正係数に深く関わるものは気圧であった。気圧補正係数の変動とモニタ線量の変動にはある程度の相関が考えられた。それよりも $+2\%$ を超えて校正を行い、年末年始休暇を挟み次の回に -2% にて再度校正していることが判明した。これは装置には問題がなく、何らかの人為的ミスによる測定上の問題と思われる。他に大きな変動を示した日時は、装置に何らかのトラブルが発生していた日とほぼ一致することも判明した。装置の疲労度として使用時間もグラフ化してみたもののモニタ線量の変動との相関は見られなかった。

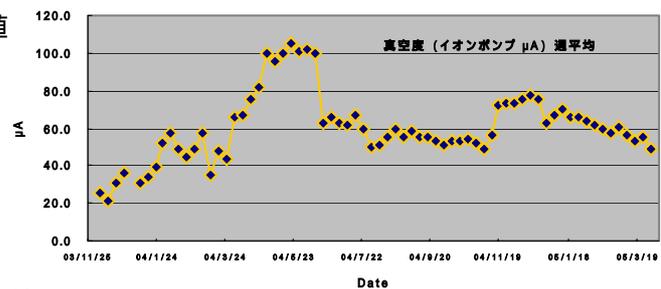
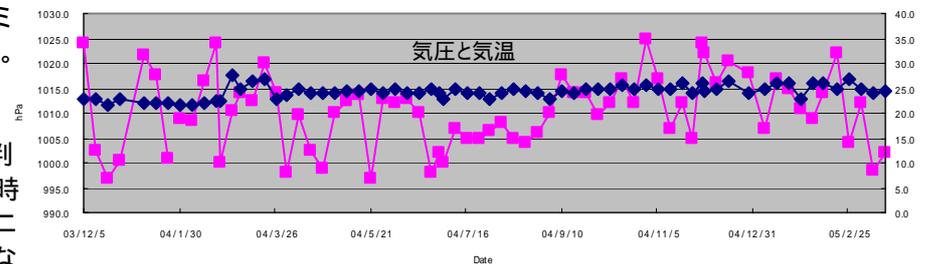
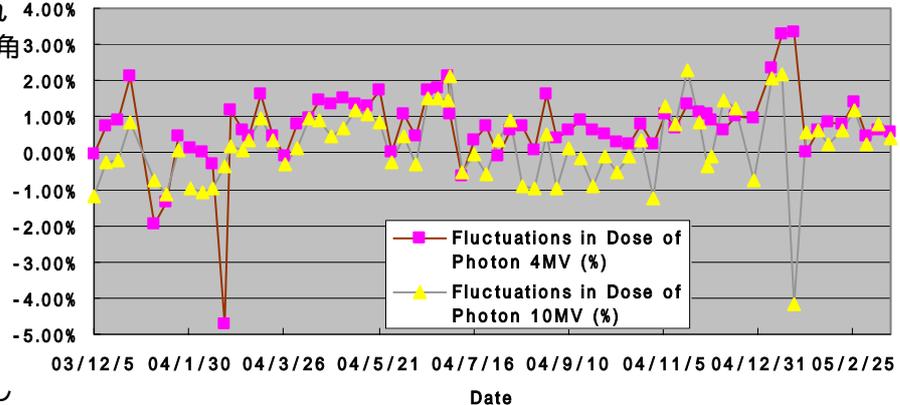
真空度に関しては、かなり高値を示した後、数値がやっと落ち着いたかなといった時点でサイクロトロン寿命という故障が起こっていることが判明した。新装置使用開始後ビーム出力不可能となった唯一の故障であり、関係の有無は現時点では判定できないが、今後も注意してゆきたい。

【考察とまとめ】

測定・観察を継続的に行うこと、結果データを数値ではなくより視覚認識しやすいグラフ化することの重要性が改めて認識できた。

特に人為的作業を含むものに対しては定期的に点検を繰り返す必要があると思われる。今後も 1 ヶ月を超えない期間に数値をグラフ化してチェックを行いたいと考えている。

使用者として装置の構造・機能を理解することと共に、装置が表示する数値・反応に対してどのような判断・対処をしたのか、綿密に記録を行うことの重要性が改めて確認できた。



22. FPD 循環器撮影装置についての検討 第1報 使用経験

県立日本海病院 川村司 平藤貴之 佐藤公彦 佐藤龍二 水口雄治

【目的】

心カテ装置が、2005年1月にI.I.搭載型から FPD 搭載型パイプライン装置に更新されて稼働している。現システムの透視画像と撮影画像の特性を把握するため、解像度・濃度分解能・残像度の測定を行ない、旧システムと比較しながら検討したので報告する。

【使用機器】

現装置：SIEMENS AXIOM Artis dBC

旧装置：PHILIPS OM2000 DCI Biplane

【方法】

- 1) テストチャートで解像度を測定した。透視画像では線量モードと FOV サイズ を変化し、撮影画像では 20cm のファントムをおき ABC を作動させた。FPD では受光部中心に加え右下部でも測定した。
また、臨床画像による視覚評価を行った。左冠動脈像の中心部と右下部を対象エリアとし、装置本体の画像と CD-R 保存画像を動画で観察し評価した。評価ポイントは血管の識別度と鮮明さとし、循環器内科医師 3 名と放射線技師 3 名で点数をつけ平均した。
- 2) 1mm ステップ 20 段のアルミ階段で濃度分解能を測定した。透視画像では、被写体がない状態とある状態で測定した。
濃度分解能に起因する臨床画像の視覚評価を行った。横隔膜に冠動脈が重複する部分と、スパイダービューの肺野に冠動脈が重複する部分を対象エリアとし、その他は方法 1) と同様にした。
- 3) メトロノームで残像が発生するか測定した。針の速度を変化させリカーシブフィルタはオフにした。

【結果】

- 1) 旧システムでは拡大すると有意に解像度が上がったが、現システムではあまり変わらず常に高い値を示した。FPD の右下部での解像度は中心部の値とほぼ同等であった(表 1)。
臨床画像の評価では、現装置本体のモニタで評価した場合は全てほぼ最高点に近い値となった。CD-R 画像では、旧システムの右下部のみ評価が下がった。
- 2) 透視で被写体がない場合、現システムは全て旧システムより濃度分解能が優れていた。被写体がある場合はローモードで旧システムより劣っており線量があがると有意に判別可能段数が上がった(表 1)。
臨床画像の評価では、現装置本体のモニタで評価した場合に高い評価となった。

表 1

		1) 解像度 (単位: lp/mm)						2) 濃度分解能 (判別可能な段数)					
		受光部中心			右下部			被写体なし			20cm 被写体あり		
		25	20	16	25	20	16	25	20	16	25	20	16
FOV: cm (インチ)		(9)	(7)	(5)	(9)	(7)	(5)	(9)	(7)	(5)	(9)	(7)	(5)
透 視	ローモード	2.87	2.58	2.87	2.87	2.87	3.19	18	19	20	13	14	19
	ノーマルモード	2.87	2.87	3.54	2.87	2.87	3.19	18	20	20	15	16	19
	ハイモード	2.87	2.87	3.54	2.87	2.87	3.54	19	20	20	17	17	20
	旧 I.I. システム	1.69	2.32	2.58				8	10	13	14	16	16~
撮 影	現 FPD システム	2.87	2.87	3.54	2.87	3.19	3.54				20	20	20
	旧 I.I. システム	1.69	2.32	2.58							16	17~	16~

- 3) メトロノーム針の残像は、現システムでは全く発生せず、旧システムでは 60 拍 / 分以上で発生した。

【まとめと考察】

FPD システムは旧 I.I. システムと比較し、撮影画像では、高解像度で、濃度分解能に優れ、残像がなく、高画質な臨床画像を得られるという特性を改めて把握することができた。

一方、透視画像においては、解像度は全てのパラメーターで上まわっていたが、濃度分解能はローモードで旧システムより劣っていた。この原因としては、ノイズが多く判別しにくかったためと考えられる。実際の臨床では、ローモードの透視はノイズが目立つと言う声や、厚い被写体の深いアングルのときは、細いガイドワイヤーが見えにくいなどの声があがっており、今後は低線量透視域での画質の向上が課題と思われた。

23. FPD 循環器撮影装置についての検討 第2報 旧システムとの比較（患者被ばく）

県立日本海病院 平藤貴之 川村司 佐藤公彦 佐藤龍二 水口雄治

【目的】

心カテ装置が、2005年1月にI.I.搭載型からFPD搭載型バイプレーン装置に更新されて稼動している。現システムはパルス透視、選択可能な透視線量モード、自動挿入式Cu付加フィルタが装備され被ばく低減を考慮したシステムである。旧システムと比較してどの程度被ばく低減に繋がるか検討した。

【使用機器】

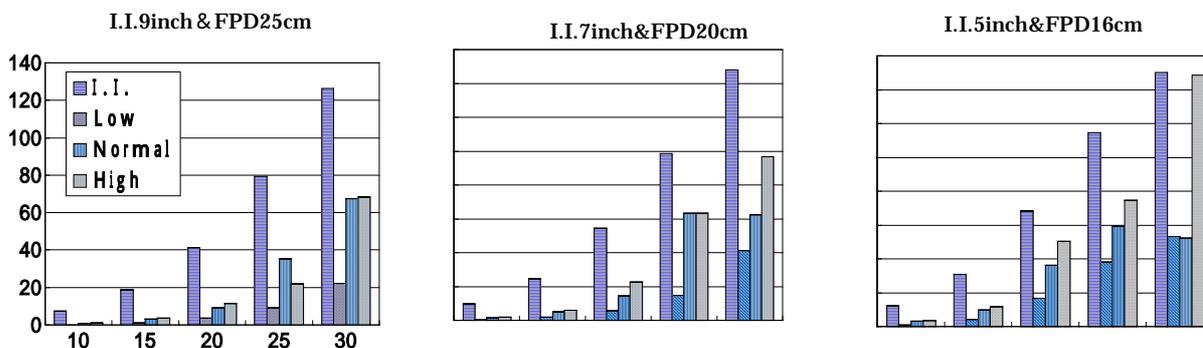
現装置：SIEMENS AXIOM Artis dBC 旧装置：PHILIPS OM2000DCI Biplane
マクマホン社製スキンドーズモニタ 水等価ファントム

【方法】

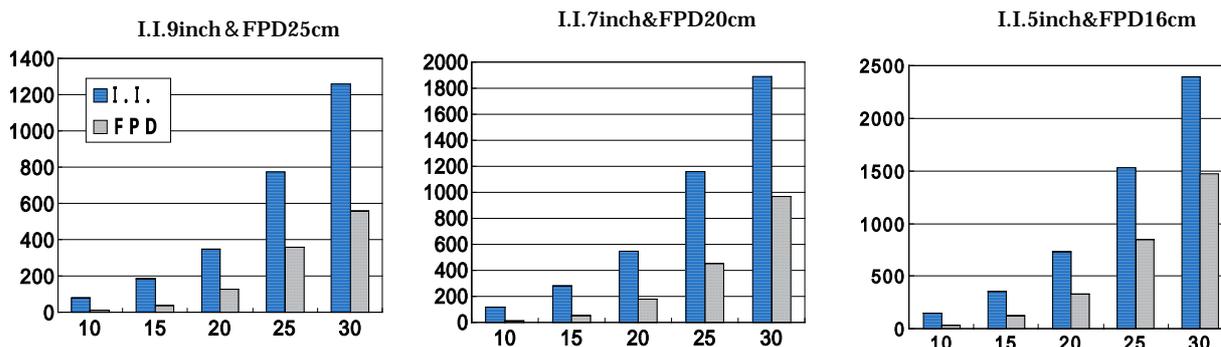
防護対策検討会が定める「IVRにおける患者皮膚線量の測定マニュアル」を基にIVR基準点にスキンドーズモニタを設置。ファントム厚を10cmから30cmまで5cm間隔で変化させ、FOVおよび透視選択モードについてそれぞれ透視60sec、撮影10secで測定し比較した。なお、旧システムは連続透視、現システムはパルス透視（10パルス/秒）を使用した。

【結果】

透視 [縦軸：照射線量率（単位：mGy/min） 横軸：ファントム厚（単位：cm）]



撮影 [縦軸：照射線量率（単位：mGy/min） 横軸：ファントム厚（単位：cm）]



【まとめと考察】

Cuフィルタにより不必要な軟線、低エネルギー成分が除去され皮膚線量率が低下し、旧システムと比較して40~90%の被ばく低減率を示した。ファントム厚20~30cmで差がでにくいFOVもあったが管電圧・管電流のソフトウェア上での変化、後方散乱の影響などが要因と示唆される。FPDは劣化がないと言われているが使用実績を重ね今結果と比較したい。

24. FPD 循環器撮影装置についての検討 第3報 旧システムとの比較（術者被ばく）

県立日本海病院 ○佐藤公彦 川村司 平藤貴之 佐藤龍二 水口雄治

【目的】

今年1月導入された FPD 搭載の循環器バイプレーン撮影装置において、I.I. 搭載型の旧システムと比較して術者被ばくがどの程度低減されたかを調べた。また、新たに装備された下肢被ばく対策の撮影台取付型防護エプロン(以下鉛エプロン)と、水晶体被ばく対策の天井走行型防護板(以下鉛ボード)の防護効果についても測定し検討した。

【使用機器】

現装置：SIEMENS AXIOM Artis dBC

旧装置：PHILIPS OM2000 DCI Biplane

VICTOREEN 社製電離箱サーベイ 450P

水等価ファントム

【方法】

旧システムとの比較として、透視時・撮影時の線量率を旧システム・現システムでそれぞれ測定した。測定点は術者位置における床面からの距離 50cm、80cm、150cm の3点、測定方向は PA、RAO30°、LAO60° の3方向とした。

防護具の効果判定として、現システムにおいて高さ 50cm での鉛エプロン、高さ 150cm での鉛ボードの有無における線量率の違いを測定した。配置は と同様とした。

【結果】

旧システムと現システムを比較した結果を Fig.1 に示す。方向の違いで多少のばらつきがあるものの、現システムでは旧システムに比べいずれも高い減少率を示していた。鉛エプロンの防護効果を Fig.2 に鉛ボードの防護効果を Fig.3 にそれぞれ示す。鉛エプロンはいずれの高さ、方向においても高い防護効果を示し、大幅に散乱線を遮蔽できていた。鉛ボードは特に LAO 方向での遮蔽に優れていた。

Fig.1 旧システムとの比較 (a) 透視時 (b) 撮影時

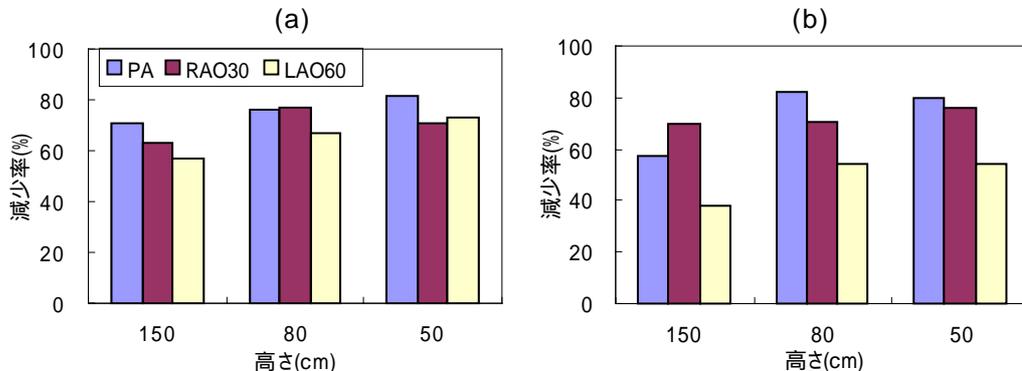


Fig.2 鉛エプロンの防護効果

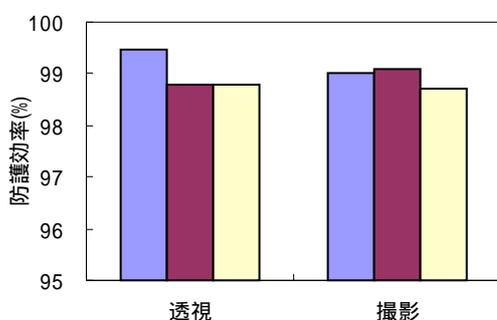
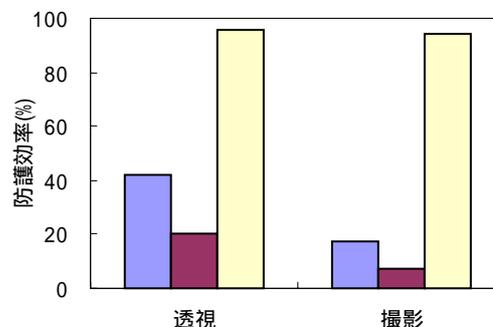


Fig.3 鉛ボードの防護効果



【まとめと考察】

パルス透視の導入などにより現システムでは旧システムと比較して大幅に術者被ばくの減少が認められた。また、鉛エプロンと鉛ボードは主に患者自身から発生する散乱線を防護することができ、術者被ばく低減の点で大変有用な防護具であると言える。