

循環器 X 線撮影装置・被ばく低減システムにおける被ばく低減効果

「ユーザーの立場から」

順天堂大学医学部附属順天堂医院 放射線部
堂領 和彦

背景

近年、血管造影検査は、MRI、MDCT の技術進歩により、診断から治療へと移行してきている。しかし、DES の登場やデバイスの進歩により PCI は側枝に対するアプローチ、長い病変に対する PCI の増加、および短い期間での複数回の PCI 施行など難易病変に対しても積極的な治療が行われるようになった。それによる患者、術者の被ばく線量が問題となっており、被ばく低減は重要な課題である。今回、FPD システムと I.I. システムとの比較を行い、装置の透視録画 (F-REC) 機能を用いた低減効果について検討を行ったので報告する。

検討項目

1. FPD における透視画像での比較

当院に導入されている FPD の装置において透視時における付加フィルタを変化させ、Skin Dose Monitor を用いてその線量を計測し比較した。また、I.I. システムについても同様に計測し比較を行った。水等価ファントム：20cm、SID=100cm、透視収集レート：15plus/sec とし、1 分間計測し線量を算出した。

2. システムを用いた被ばく低減効果の検討

DCA(Directional Coronary Atherectomy)はその手技上、ノーズコーンの位置あわせ、カット時の撮影が必要であり、それは検査総フレーム数に占める割合が多いと考えられる。しかしながら、カット時の撮影は、その画質を求められるものではない。そこで当院の血管撮影装置に搭載されている透視録画 (F-REC) を用いて DCA 施行時の被ばく線量の低減を目的として検討を行った。

物理的評価

水等価ファントムの中心部にカテーテルおよび模擬血管を配置し、撮影、透視画像を収集し、その画質について比較検討を行った。ファントム厚を 14~30cm まで変化させ画像を収集し、その S/N およびコントラスト比を求め、比較した。また、それぞれの I.I. 入射線量は一定とし、収集条件は、Auto で行い、撮影、透視ともに当院の臨床で行っている 15frame/sec、15plus/sec で収集を行った。

被ばく線量の推定

当院で施行された前下行枝(LAD)をターゲットとした 10 例の DCA について分析し、撮影のみと F-REC 使用時における患者被ばく線量の推定を以下の手順で行った。

1. それぞれの臨床例に対して撮影角度ごとのフレーム数を求める。
2. 撮影から得られた角度の割合に透視時間を振り分け、透視時間を推定する。
3. 胸部ファントムを用いて、各角度における撮影および F-REC での被ばく線量を計測する。
4. 測定した線量値を臨床に当てはめて患者被ばく線量を推定する。

使用機器

血管撮影装置：TOSHIBA Infinix Celeve (FPD system、I.I.system)

動画ネットワーク：TOSHIBA Hartlab. Cardio Agent

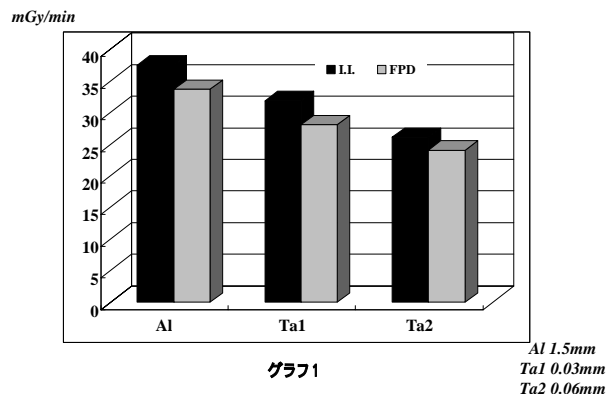
線量計：SKIN DOSE MONITOR

結果

1. FPD における透視画像での比較

フィルタが厚くなるにつれて被ばく低減効果が高く AI に比べて Ta の方が高い被ばく低減効果を示した。また FPD システム は、I.I. システム に比べてどの付加フィルタを用いても約 10% 程度の被ばく線量低減効果が見られ、診断カテーテル検査においては、画像収集レートおよび透視収集レートを最適化することで被ばく低減の可能性が示唆された。(グラフ 1)

FDDおよびI.I.システムの透視線量

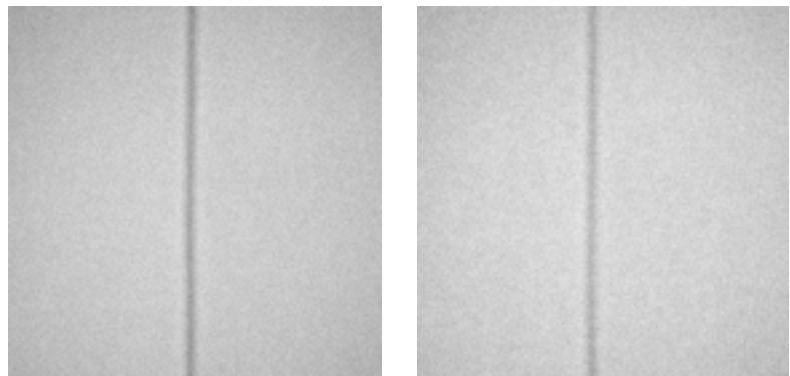


2. システムを用いた被ばく低減効果の検討

物理的評価

図1. にファントム厚18cm における撮影および透視画像を示す。透視画像は、撮影画像に比べて線量が少ないため、血管の周辺部のノイズは、目立っている。しかし、血管部に注目してみるとそのコントラストは十分に保たれていることがわかる。また、グラフからも被写体厚の増加により S/N およびコントラスト比は下がる傾向にあり、また S/N は撮影画像に比べて透視画像は明らかに下がっていることがわかる。(グラフ 2.) しかしながら、コントラスト比についてはそれぞれの被写体厚においてほぼ同等であるといえる。このことから F-REC は、DCA 施行時のカット時の画像収集が十分可能であることが示唆される。

Phantom 画像



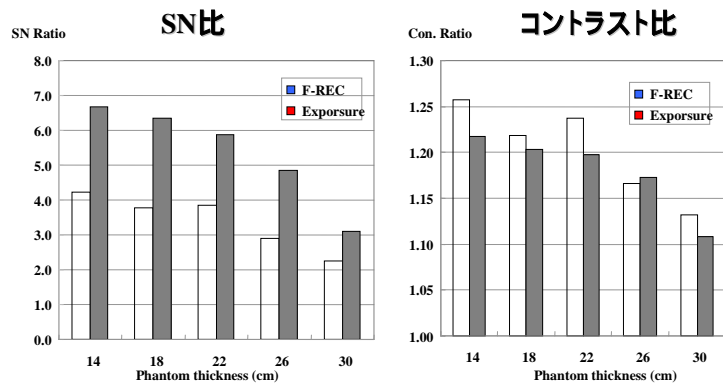
Expose

F-REC

Phantom Thickness: 18cm

図1

結果1. Phantom画像の画質



グラフ2

被ばく線量の推定

今回は、左前下行枝 (LAD #6、#7) に対して施行された DCA での検討を行った。総フレーム数は平均で 2019.2 であり、そのうち DCA カット数の撮影のフレーム数は、689.2 であった。また、その割合は、平均で 33.9% あり、最大で 58.9%、最小で 13.7% であった。これは、病変の粥腫の形態等により DCA のカット数が変化したためだと考えられ、難

循環器 X 線撮影装置・被ばく低減システムにおける被ばく低減効果「ユーザーの立場から」易度の高い病変や、削り取る粥腫が多いほど、合計カット数が最も多かった。これより、DCA のカット時を F-REC で行うことで患者皮膚被ばく線量の低減が予想される。また、透視時間については、平均 40.0 分、最大 58.6 分、最小 25.6 分であった。それぞれの患者ごとに透視時間を撮影角度の割合で振り分け、患者皮膚被ばく線量の推定を行った。F-REC を用いることで患者皮膚被ばく線量は、平均 11.5%、最大 20.4%、最小 4.2% の低減が可能であった。(表 1、および表 2)

臨床データの詳細

Pt.	sex	age	Expose(DCA)	Flo.time
1	M.Y.	M	65 2241 (729) 32.5%	55.7
2	Y.M.	F	61 2029 (1011) 49.8%	25.6
3	O.I.	M	67 2421 (835) 34.5%	28.7
4	T.T.	M	68 2487 (667) 26.8%	58.6
5	M.T.	M	70 1834 (450) 24.5%	35.5
6	O.T.	M	65 1418 (459) 32.4%	27.7
7	N.Y.	M	72 2102 (724) 34.4%	53.7
8	O.H.	F	66 1624 (222) 13.7%	47.8
9	T.S.	M	69 1934 (1139) 58.9%	26.5
10	K.I.	M	71 2102 (656) 31.2%	40.5
Average:2019 (689)frame				40.1min

単位:Expose=frame Flo. Time=min
表1

臨床の被ばく線量(推定値)

Pt.	Flo.	Exp.	Exp+F-REC	Total 1	Total 2
1	1017.31	407.70	263.64	1425.01	1280.95 10.11%
2	456.03	274.39	163.46	730.42	619.49 15.19%
3	699.35	551.53	366.26	1250.88	1065.61 14.81%
4	1809.83	585.08	485.05	2394.90	2294.87 4.18%
5	1304.76	530.05	335.09	1834.81	1639.85 10.63%
6	1265.26	501.67	316.00	1766.93	1581.26 10.51%
7	1142.96	451.09	267.70	1594.06	1410.66 11.50%
8	1749.57	493.74	413.84	2243.31	2163.41 3.56%
9	536.61	361.83	178.76	898.44	715.37 20.38%
10	879.55	460.84	270.74	1340.39	1150.28 14.18%
Ave. 1086.12		461.79	306.05	1547.92	1392.18 11.50%

Total1:Exp. Total2:Exp.+F-REC 単位:mGy
表2

考察およびまとめ

FPD システムは、画質の向上が言われているが、今回の検討で被ばく線量も低減できていることがわかった。今後、さらに画像収集レート等を検討することでさらに低減が可能であると予想される。また F-REC は、透視画像でありその画質は撮影画像に比べて I.I.入射線量が少なく、ノイズの多い画像となる。しかしながら、そのコントラストはじゅうぶんに保たれており、今回検討した DCA のカット時の画像収集には問題がないといえ、患者皮膚被ばく線量の低減が可能であった。また、F-REC を他の PCI にも使用することでさらなる被ばく線量の低減が可能であると考えられる。最後に FPD の装置が導入されその画質は、明らかに向上している。しかし、画質のみだけでなく被ばく線量を十分考慮し、装置を使用することは重要である。

今回報告した機能を用いることで被ばく低減効果は期待できると思われるが、今後アプリケーションや装置の開発が進むことにより、更なる被ばく低減効果を期待する。