

2. coronary interventionの医療被曝

Symposium

古田 求
小倉記念病院

1. はじめに

心臓分野のIVRは、虚血性心疾患に対する、冠動脈形成術(PTCA)が代表的な治療法として確立され広く普及している。PTCAの基本は、plain old balloon angioplasty (POBA)である。近年PTCAは、stentをはじめとした種々のnew deviceの開発と、周辺器具の改善により、従来のPOBAでは困難であった複雑病変(病態)に対しても、その適応を拡大する新しい時代に突入した¹⁾。それに伴い、治療件数の増加や、治療時間の延長などによる、医療被曝の問題が大きく取り上げられている^{2,3)}。

IVRによる、医療被曝低減のポイントは、透視、撮影時間の短縮であるということはいうまでもない。今回、私どもは、PTCAで施行されたnew deviceの臨床治験も含めた経験をもとに、その変遷と、各deviceの手技時間(透視、撮影時間)、低線量パルス透視、散乱線による術者被曝の現状を検討した。

2. new deviceの使用状況

1990年6月より1996年11月にわたり、種々のnew deviceが使用され現在に至っている。1990年は、PTCA全体の4%、1991~1992年では11%、1993年では33%、1994~1996年では38%、1997年現在は56%を占める。各device別では、stentの使用頻度が1994年以降急激に増加し、new device全体の38%である。stentの使用頻度が高い理由として、stent治療後の急性冠閉塞はまずないこと、POBA後の急性冠閉塞の治療に有効であること、再狭窄が少ないこと(約20%)、手技的にはPOBAの延長であり、比較的容易で短時間で終了できることなどが挙げられる。ロータブレードも

徐々に増加傾向にある。DCAは1~2%で推移している。このように、new deviceの中ではstentが主流であり、今後ますます使用頻度も増加の傾向にあると予想される。いわゆるPOBAだけの時代は終わったといえる(Fig.1)。また、deviceも、一つだけではなく、いくつかのnew deviceを組み合わせる治療することもある。例えば、まずロータブレードで血管内の石灰化組織を除去し、次いで内腔を確保するためにstentを用いる方法である。coronary interventionにおいては、病変形態の的確な把握による治療戦略(strategy)が成功率や手技時間に極めて重要な要因である。初期の治療効果および長期予後の結果が同等であれば、短時間での手技が被曝低減につながる。手技的には、stentはPOBAの延長であり、比較的容易で短時間で終了できる結果となった(Fig.2, Table 1)。

3. 検査治療時間の短縮化

検査時間は、術者の熟練度により大きく左右される場合がある。時間の延長は、被曝はもちろん重篤な合併症を招くリスクが高い。術者およびわれわれ医療スタッフも、常日頃から検査時間の短縮に努力することは極めて重要なことで、不必要な検査は謹むべきである。例えば、冠動脈造影を行う際、心不全症状もないのにスワン・ガンツカテーテル(右心カテ)を同時に行うことなどである。私どもの施設では、検査手順と撮影方向をルーチン化することにより、PTCAや冠動脈造影の、検査時間の短縮化を図っている。このことにより、あらかじめ冠動脈の走行や、狭窄形態の把握を容易に行うことができる。Table 2に検査項目別透視時間および撮影時間を示す。

4. 低線量パルス透視

現在、私どもの施設で使用している改良型低線量パルス透視は、low-doseモード、normalモード、high-qualityモード、slowモードの4種類が選択可能である。low-doseモードは、最も被曝低減を優先したモードであり、20mA固定の管電流値で、通常の連続透視の半分である、毎秒15フレームでX線曝射を行っている。normalモードとhigh-qualityモードは、ほぼ同等の被曝低減効果であり、normalモードでは時間分解能を、high-qualityモードでは粒状性を重視している。slowモードは、被曝低減と高画質の両立を迫及したモードで

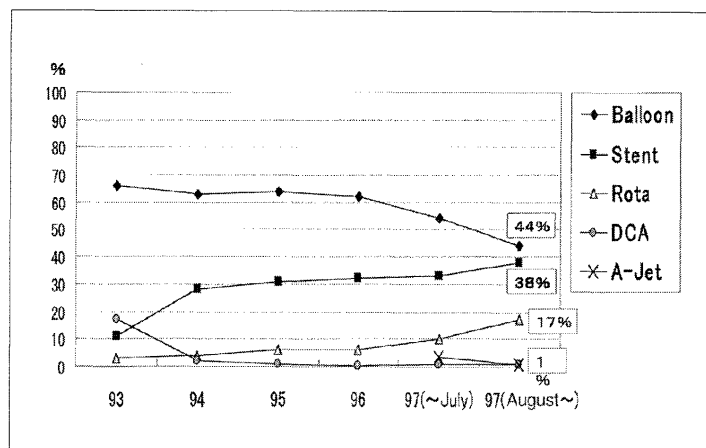


Fig. 1 deviceの使用状況。

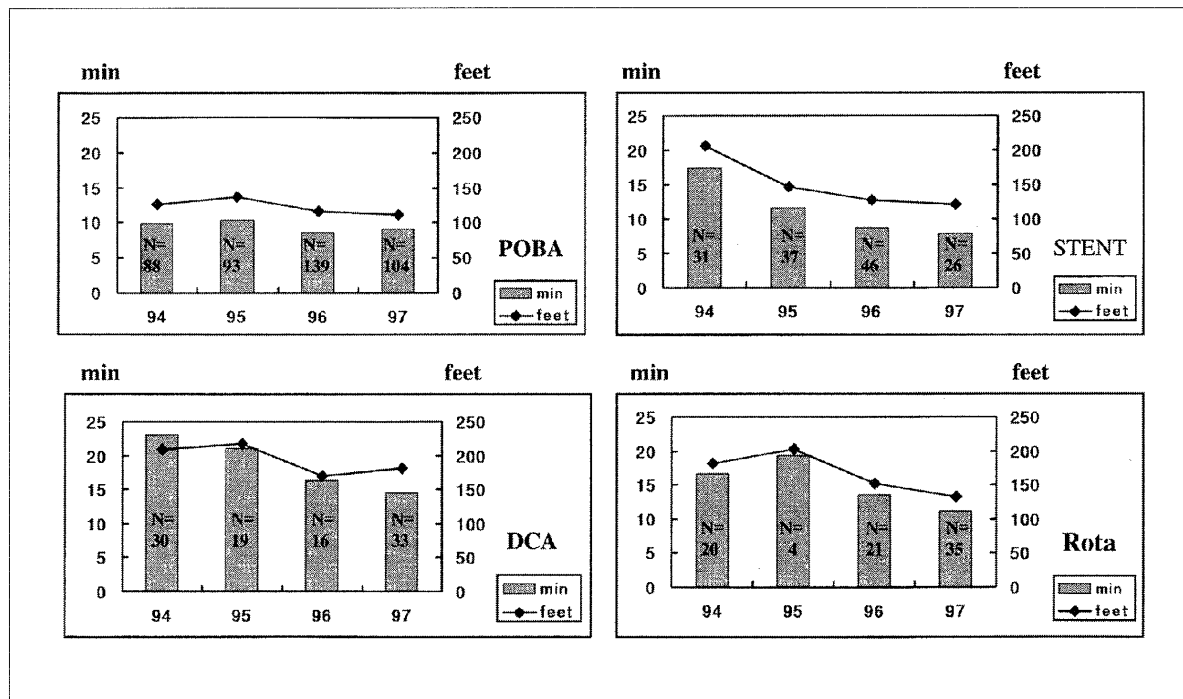


Fig. 2 手技時間, feet数.

あり, 時間分解能を通常透視の1/4とし, 毎秒7.5フレームである. それぞれのモードにおける各因子の優先順位をTable 3に示す⁴⁾.

normal, high-quality, slowモードは, 撮影距離と自動輝度調整機構によるバランス管電圧によって, 管電流値を20~100mAまでの範囲で変化させ, 厚い被写体に対する管電圧抑制などの画質向上も考慮している. 最大線量については, 照射エネルギーではなく, 被曝線量で規定するとの考えから, 米国F.D.A. (Food and Drug Administration)の規格に準拠している⁵⁾. 通常透視および各パルスモードの線量測定は, アクリル19cmを基準被写体とし, SID=100cm, I.I.前面から30cm位置で皮膚線量を被曝線量として測定した. 最終的な9インチ視野における通常透視と, 各低線量パルス透視の線量比率であるが, 通常透視の皮膚線量を100%とした場合に, normalモード, high-qualityモードは約70%, slowモードでは50%, そして最も被曝低減効果の高いlow-doseモードでは33%までの被曝低減が可能となった. 9インチ視野における通常透視の皮膚線量は12.96mGy/min (1.49R/min)であった(Fig.3).

5. 散乱線による術者被曝

術者を対象に, X線入射角度を変化させ, 通常透視時の散乱線を防護具有無で測定した. 測定点は, 右大

Table 1 POBA, stent, DCA, Rotablatorの比較.

中期予後 (再狭窄)	
■狭窄が少ない順	■手技時間が短い順
1. stent	1. stent
2. DCA	2. POBA
3. POBA	3. Rotablator
4. Rotablator	4. DCA
長期予後	
狭窄がなければ各治療間に差はなく良好である	

Table 2 検査項目内容による違い(1997.1).

	透視時間 (min)	撮影回数	feet数
Routine CAG (n=113)	3.98±2.8	10.5±1.23	139.39±16.21
薬物負荷: EM (n=30)	6.08±3.95	13.13±2.36	173.83±41.90
Elective PTCA (n=100)	10.62±6.46	13.57±4.94	151.19±59.40
Emergency PTCA (n=43)	16.70±11.74	17.72±5.46	215.19±77.17

Table 3 パルス透視各モードの概要.

	時間分解能	画質 (粒状性)	被曝低減
L	△ (15 fps)	△	◎
N	= (30 fps)	△	○
H	△ (15 fps)	=	○
S	△△ (7.5 fps)	○	○
通常透視に対し			
= : 同等 △ : やや劣 △△ : 劣			
○ : やや優 ◎ : 優			

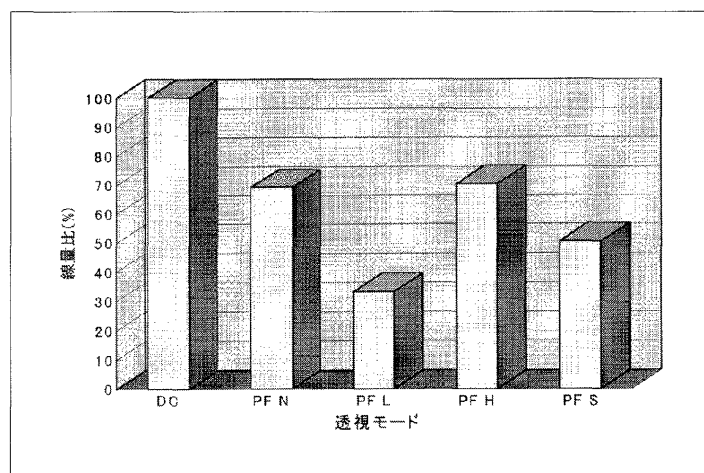
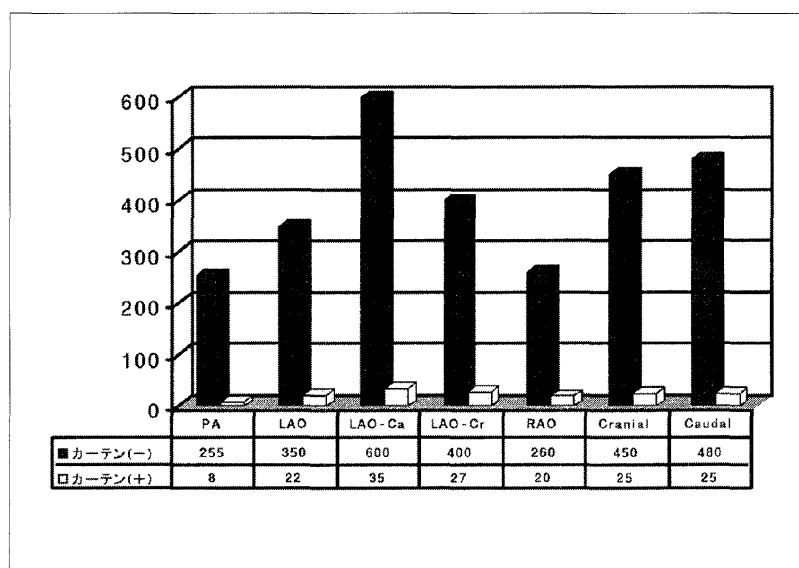
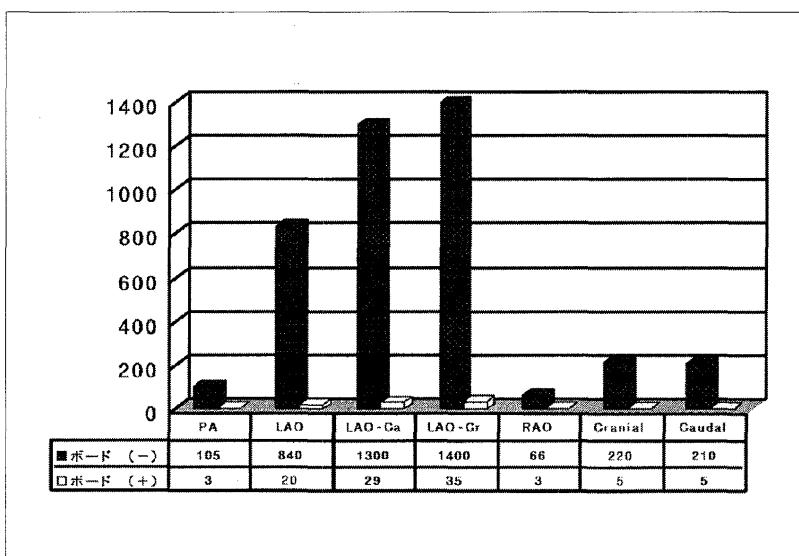


Fig. 3 各モードにおける線量比率。

Fig. 4 透視時の散乱線測定 ($\mu\text{Sv/h}$). 術者位置でのX線入射角度による変化 (50cm).Fig. 5 透視時の散乱線測定 ($\mu\text{Sv/h}$). 術者位置でのX線入射角度による変化 (100cm).

腿アプローチを想定した位置での、床面から50cm(膝部)、100cm(体幹部)、150cm(甲状腺、水晶体)とした。防護具は現在、常時使用している検診台回りの吊り下げ型防護カーテン(0.35mmPb)と、体幹部および甲状腺・水晶体を一度にカバーできる、天上懸垂式大型含鉛アクリル・ボード(0.8mmPb)である。使用装置は、DIGITEX 2400CX、散乱体には、胸・腹部用X線水ファントムWAC型、測定器は、校正済みのVICTOREEN 450型電離箱サーベイメータを使用した。測定結果を(Fig.4~6)に示す。防護具未使用での散乱線は、100cmが最大であり散乱体に近いほど多い。

また、X線入射角度を変化させた結果では、100cm、150cmともにLAO系が著しく多い。それに比べ50cmでは、LAO系がやや多いものの角度変化による影響は少ない。散乱線量は、装置の構成やその調整状態により、線量や線質は異なり施設間での差は生じるが、その割合はほぼ同等であると考え。防護具を使用することによって、散乱線の大幅な遮蔽効果がみられた。防護措置は、術式への影響や煩雑さ、あるいは、装置の可動範囲に制限を与えるなどの理由により、その使用をいついとおろそかにしがちとなるが、術者被曝低減を考えるうえでは極めて重要といえる⁶⁾。

6. まとめ

被曝低減の手段として、検査治療時間の短縮化、X線照射量そのものを減少させるパルス透視、防護具による被曝低減化などについての現状を述べた。20年前に始まったPTCAは、次第に適応が広がるにつれて、複雑な病変を扱うようになりnew deviceが登場した。その中で一番有用性が高いのがstentであり、手技も比較的容易で、短時間で終了できる結果となった。パルス透視では、最大33%までの被曝低減が可能となった。胸部領域、特に心臓は拍動による動きの大きい部位であるため、時間分解能を優先とするが、適切なモードを選択することで有効に使用できる。術

者の散乱線被曝は、LAO系が大である。その理由として、LAO系では、オート機構によるX線条件の増大⁷⁾、また、X線管装置の接近などの影響が考えられる。防護措置は、術者被曝低減に欠くことはできない。

現在、世界では年間100万人、アメリカでは50万人、日本においては10万人のPTCAが行われている。特に、多人数のPTCAを行っている施設の術者は、適切な防護措置を構じる必要がある⁸⁾。効果的な被曝低減を達成するためには、種々の被曝低減機能をもつという技術的アプローチと同時に、それらを十分理解したうえで、実際の臨床のうえでどのように使用していくかという臨床的アプローチの双方が非常に重要である。

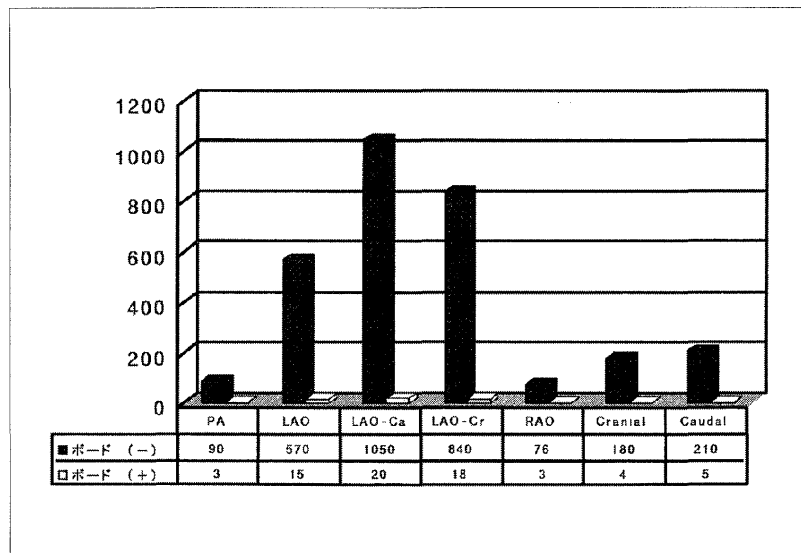


Fig. 6 透視時の散乱線測定($\mu\text{Sv/h}$)。術者位置でのX線入射角度による変化(150cm)。

参考文献

- 延吉正清, 光藤和明, 鈴木 紳: 冠動脈インターベンションの進歩. MEDICO, 28(12), (1997).
- 土屋 明, 横山博典, 水谷 宏, 他: 先端医用画像と被曝線量. 日放技学誌, 52(1), 27-47, (1997).
- 中澤靖夫, 加藤京一, 武 俊夫, 他: 機器管理と放射線被曝管理のあり方と取り組み. 全国シネ撮影技術研究会誌, 9, 65-69, (1997).
- 安見正幸, 河合益実, 古田 求, 他: 胸部領域に対する低線量パルス透視の改良. 日放技学誌予稿集, 54, (1998).
- 21 CFR PART 1020 Federal Performance Standard for Diagnostic X-Ray Systems and Their Major Components
- 斉藤義美, 松本邦博, 梅田和広, 他: 心臓カテーテル法施行時における従事者用散乱X線防護具. 九州循環器撮影研究会誌, 8, (1997).
- 堤 直葉: 医療従事者の放射線被曝と防護を考える. INNERVISION, 20-22, (1996).
- 草間朋子: あなたと患者のための放射線防護Q&A. 82-90, 医療科学社. (1997).

3. IVRの被曝線量と低減対策—腹部領域—

Symposium

才田壽一
奈良県立医科大学附属病院

1. はじめに

近年、血管撮影におけるIVR(interventional radiology)は、患者に対する治療効果が非常に大きく、デジタル画像技術の進歩に支えられ目覚ましく発達してきた。装置もIVRをメインターゲットとしたIVR-TV装置¹⁾が開発されるなど、IVRへの関心は日ごとに高まっている。しかし、FDA(Food and Drug Administration)のインターネットホームページ²⁾において、IVR時の長時間にわたる透視などによって起こった患者の皮膚障害が大きく取り上げられ、患者被曝が大きく問題視されている。また、検査に携わるわれわれにとっては、無駄な被曝をいかに低減していくかが最大の関心事である。今回のシンポジウムでは、腹部領域を中心に当院における被曝の現状とその低減対

策について、われわれの開発した術者被曝防護具の紹介も含め報告する。

2. 腹部系のIVRにおける被曝の現状

2-1 検査、治療内容の変遷

従来より血管撮影といえばカットフィルム撮影が主流であったが、IVR検査の増加に伴いIVRに最も重要な即時性の面で有利なDSAが多用されるようになった。現在、当院ではほとんどDSAに置き換わっており、平成9年5月に設置されたIVR-TV装置(島津製C-vision α^1 : 以下、C-vision)は、C型アームによる回転DSA・下肢ステッピングDSA等が可能であることから、この装置の導入後はvascular・non-vascularを問わずDSA機能の充実した本装置がフル活用されるよ