

○松本 博樹、人見 剛、大島 康、内田 敏敦、金田 俊章、松田 英治、柳元 真一  
川崎医科大学附属病院 中央放射線部

【目的】頸動脈ステント留置術(carotid artery stenting: CAS)は、頸動脈狭窄症に対するIVRとして2008年に保険適応となり急速に普及して来た。CASは、Bi-Plane DSA装置にて施行され、側面X線管の近傍でIVRを行う術者の被ばくが懸念された。

今回我々は、ファントム実験によりCASにおける空中線量分布図の作成と術者の被ばく線量の推定を行った。

【方法】CASにおける術者の被ばくを把握するために、Rand Phantom、正面X線管、側面X線管を臨床に即して配置し、電離箱線量計(RAMTEC1000D, A6型800cc)を使用して透視による空中線量率の測定を行い、空中線量分布図を作成した。この時、測定点は右頸動脈を中心として150×250cmの範囲、50cm間隔のグリッド状、各交点で高さ80、120、160cmの3面とした。

次に術者の位置での被ばく線量の推定を行うためにX線防護プロテクター(0.25mmPb)をプローブの前面に配置して、透視とDSA撮影での空中線量を測定した。この時、測定点は高さ80、100、120、140、160cm、後方に50、100、150cmとした。空気吸収線量から実用量への換算は、Hp(10)個人線量当量換算係数(ICRP Publication. 74)を用いて行い、CAS1検査あたりの術者の被ばく線量を平均透視時間23分、平均DSA撮影回数31回(30frame/1sequence)として算出し、肝TACEにおける術者の被ばく線量と比較し検討した。照射条件は、Table 1に示す。

	Li視野サイズ (inch)	管電圧(kV)	管電流(mA)	パルス幅(msec)	付加フィルタ	
Front X-ray tube	透視	7	80	15	4.9	0.03mmTa
	DSA撮影	7	70	160	85	1.5mmAl
Lateral X-ray tube	透視	9	63	15	1.5	0.03mmTa
	DSA撮影	9	88	125	18	1.5mmAl

Table 1 照射条件

【結果・考察】CASにおけるBi-Plane透視による空中線量分布図をFig.1に示す。術者の位置ではすべての高さにおいて15μGy/min以上の高線量率域が広がった。一方、被検者足方へ50cmの位置ではすべての高さにおいて1μGy/min程度となり、わずか50cmの差で被ばく線量は大きく減少した。また被検者の頭側では、術者の位置と同程度の15μGy/min以上の高線量率域であった。側面X線管の背部では1μGy/minの程度であった。

Table 2にCASと肝TACEでの1検査あたりの被

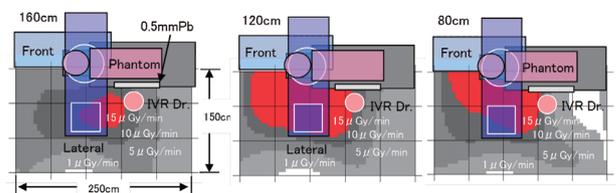
ばく線量の推定値を示す。

CAS1検査あたりの等価線量は、頭頸部(160cm)の高さで4.2mSv、胸部(120cm)の高さで0.8mSvであり、肝TACEと同程度であった。

腹部(80cm)の高さでは0.6mSv、であり、肝TACEと比較して6倍の値となった。これは、CASではBi-Plane DSA装置が使用されるため、側面X線管からの散乱線によるものであると考えられた。

CASでの実効線量は1.1mSvと推定され、肝TACEの1.3倍であった。

Fig.1 CASにおける空中線量分布図



被ばく部位	等価線量 (mSv/1件)	
	CAS	肝TACE
頭頸部(160cm)	4.2	4.4
胸部 (120cm)	0.8	0.7
腹部 (80cm)	0.6	0.1
体幹部 (不均等被ばく)	実効線量 (mSv/1件)	
	1.1	0.8

Table 2 CAS、肝TACEでの1検査あたりの被ばく線量の推定値

### 【まとめ】

1. CASにおける術者の位置での空中線量率は、全ての高さにおいて15μGy/min以上の高線量率域であった。
2. CASでの頭頸部から胸部にかけての被ばく線量は、肝TACEと比較して同程度の高値であった。また腹部の等価線量は、側面X線管からの散乱線により肝TACEと比較して高値であった。
3. CASでの実効線量は、1.1mSvと推定され、肝TACEの1.3倍であった。

頸動脈ステント留置術(CAS)における術者の被ばくは大きく、術者の防護対策が重要である。

ICRP Statement on Tissue Reactions (April, 2011)では、眼の水晶体の等価線量限度を5年間の平均で年20mSvにするべきであるとしていることから、今後CAS、肝TACE共に水晶体に対する術者の防護対策が必須となると考えられる。

## 血管内カテーテル術における Xper-CT・High-resolution Xper-CT の初期使用経験

○濱淵 憲典、大野 貴史、廣瀬 泰久、久米 利明、片岡 道夫、楠目 雅彦、福井 直樹  
高知県・高知市病院企業団立高知医療センター

【はじめに】当院では、主に脳神経外科領域での使用を目的として、2012年3月に血管撮影装置 PHILIPS 社製 Allura Xper FD20/20を導入した。

この装置は、FPD (Flat panel detector) 搭載血管撮像装置であり、FOV が19インチと十分な広さを持ったコンビーム CT (以下 Xper-CT) と空間分解能・コントラスト分解能を重視した High-resolution コンビーム CT (以下 HR Xper-CT) の撮像が可能となっている。

【目的】Allura Xper FD20/20 導入により、手技の幅が広がり、当院で行っていなかった手技も可能となった。そこで、導入から今年8月までに行った Xper-CT・HR Xper-CT を使用した症例について報告する。

【結果】導入から8月末までに脳血管内カテーテル術の実施症例数が180症例で、Xper-CT・HR Xper-CT 撮像症例は18症例、うち脳動脈瘤塞栓術 (EnterpriseVRD) で用いたものが5症例、頸動脈ステント留置術 (CAS) で用いたものが4症例、手技前後の follow-up 目的で用いたものが6症例、その他の目的で撮像したものが3症例であった。

次に、Xper-CT・HR Xper-CT 撮像を行った症例を提示する。

くも膜下出血の Follow-up 撮像で、Xper-CT 撮像を行った症例を Fig. I に示す。

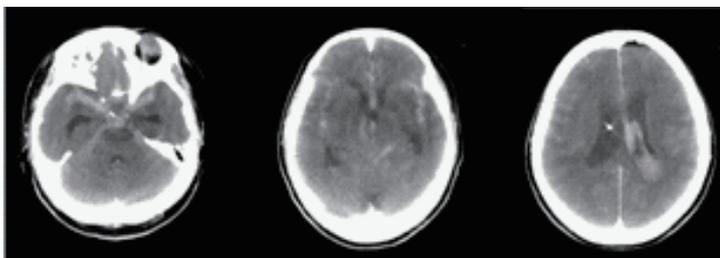


Fig.I 出血確認撮像

Fig. II に CAS 後、Xper-CT 撮像を行った症例を示す。

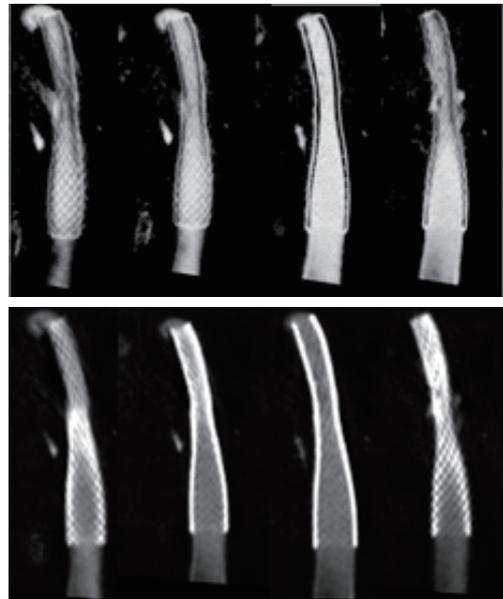


Fig.II CAS 後ステント撮像

Fig. III に EnterpriseVRD 支援下コイル塞栓術後、HR Xper-CT 撮像を行った症例を示す。

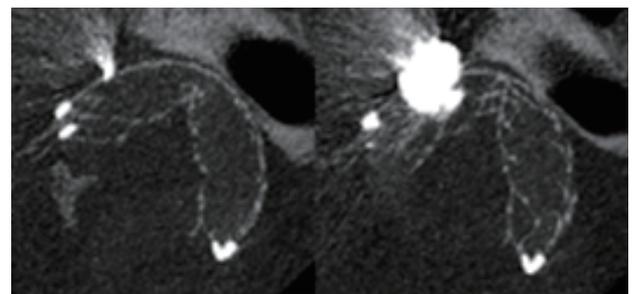


Fig.III EnterpriseVRD 撮像

【まとめ】Xper-CT・HR Xper-CT の画質は手技に有用で現場を十分にサポートできた。特に瘤など出血の危険性が高い症例などでは迅速に診断が可能な画質が得られる。HR Xper-CT では三次元的に目的部位に対するステントやコイルなどの状態が把握でき、手技の正確性・安全性の向上につながる。

【結語】Xper-CT・HR Xper-CT 撮像することで施術のサポートができ、手技の正確性・安全性の向上につながる。

○野田 典孝、石橋 徹、今田 直幸、寺西 奈都子、是竹 里美、横田 瑞穂、間可 健太、吉浦 貴之

医療法人あかね会 土谷総合病院 診療技術部 放射線室

### 【背景】

経皮的冠動脈インターベンション (Percutaneous Coronary Intervention) において、冠動脈を評価する血管内画像診断装置は、治療に必要な血管径・病変長・プラーク量・プラーク分布などの情報を得ることが可能である。近年臨床使用されるようになった OCT (Optical Coherence Tomography) は、血管内画像診断装置の一つで、IVUS (Intravascular Ultrasound) と比較し解像度が高く、ステント圧着不良の評価が可能であるとされる。

### 【目的】

OCT 施行時にフラッシュ液とプルバック設定が異なることによる血管径の計測精度の変化、およびフラッシュ液に用いる造影剤の濃度が異なることによる血管径の計測精度の変化について検討する。

### 【使用機器】

ILUMIEN FD-OCT Imaging System (ST. JUDE MEDICAL)、模擬血管 (内腔径 3.00 mm)

### 【方法】

フラッシュ液は、生理食塩水、低分子デキストラン (LMWD)、造影剤 (イオパミドール)、プルバック設定は、saline、saline-contrast (1:1)、contrast 設定を用い、計9種類の組み合わせで行った。また、造影剤濃度は、生理食塩水で20%ずつ希釈したものを用い、プルバック設定は contrast に固定して行った。

### 【結果】

contrast-生食、contrast-LMWD でプルバックした場合、2.86 mm (-4.8%)、2.85 mm (-4.9%) となり、実際の模擬血管径より過小評価となった。逆に、saline-造影剤の場合、3.17 mm (5.7%) となり過大評価となった。(Fig.1)

また、造影剤濃度を変えてプルバックした場合、濃度が低くなるにつれ計測値も小さくなり過小評価となった。(Fig.2)

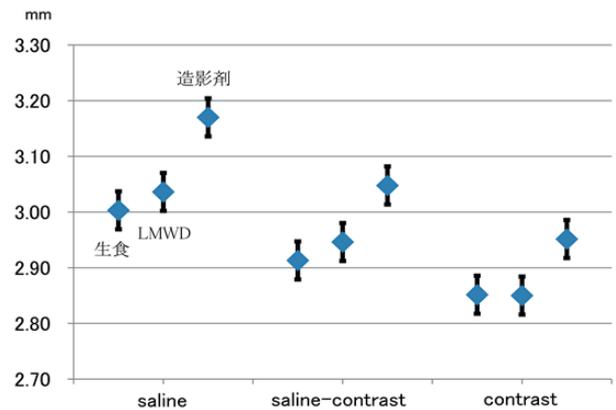


Fig.1 フラッシュ液とプルバック設定の違いによる血管径の変化

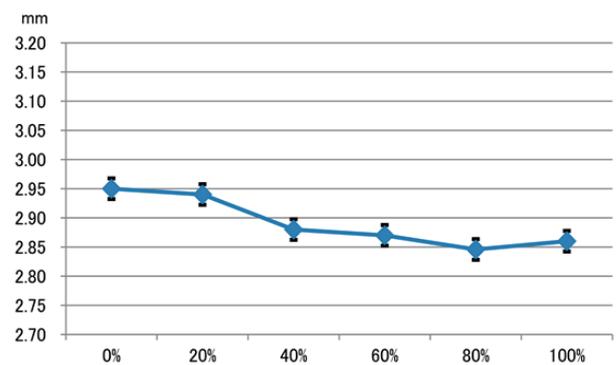


Fig.2 造影剤濃度の違いによる血管径の変化

### 【考察】

OCT で画像取得に用いられる近赤外線は、粒子にあたることによって散乱や屈折などの相互作用を起こす。その影響は、粒子の大きさや濃度によって異なる。そのため、本研究で用いた各フラッシュ液の粒子径および造影剤濃度が異なることによって、計測値に差が出たと考えられる。

### 【結論】

フラッシュ液とプルバック設定の組み合わせ、およびフラッシュ液に用いられる造影剤濃度の違いによって、血管径の計測値に差が出ることが明らかとなった。OCT の精度を維持するため、適切な条件での正確な測定を行うことが重要である。

## 循環器領域におけるインチサイズが患者被ばく線量に及ぼす影響について

○石橋 徹、今田 直幸、寺西 奈都子、是竹 里美、山下 由香利、横田 瑞穂、吉浦 貴之、問可 健太

医療法人あかね会 土谷総合病院 診療技術部 放射線室

**【背景】** 当院では、これまで照射野サイズ6インチを用いて、心臓カテーテル検査 (Coronary Angio Graphy : 以下CAG) や経皮的冠動脈インターベンション (Percutaneous coronary intervention : 以下PCI) を行ってきた。そのため、冠動脈全体が照射野内に入らず、術者の panning 操作の煩雑さや Wire による穿孔症例もいくつか経験した。そこで、2012年4月より、冠動脈全体を照射野内に収めることを目的とし、照射野サイズを6インチから8インチ変更しCAG, PCIを行うこととした。

**【目的】** 照射野サイズを6インチから8インチに変更することで、患者の被ばく線量低減にどの程度関与したかを臨床データを基に検討した。また使用した臨床データは当院の倫理委員会にて承認を得ている。

**【方法】** FPD 搭載血管撮影装置 (Allura Xper FD10/10 : フィリップス社製) を用いてインチサイズ変更前の6インチ382例 (以下6インチ群) と、インチサイズ変更後の8インチ393例 (以下8インチ群) を対象に、両群の比較を以下の3項目について行った。

- 1) 透視時間の比較 (CAG/PCI)
- 2) 被ばく線量の比較 (CAG/PCI)
- 3) 透視時間と被ばく線量の関係の比較

### 【結果】

#### 1) 透視時間の比較結果 (CAG/PCI)

CAGでは6インチで(平均±標準偏差)6.3±4.7min、8インチでは6.9±4.0min (P = 0.16) となった。PCIでは20.3±13.8min、8インチでは21.1±13.0min (P = 0.57) となった。

#### 2) 被ばく線量の比較結果 (CAG/PCI)

CAGでは6インチで467.8±217.6mGy、8インチでは434.6±202.3mGy (P = 0.08) となった。PCIでは1281.9±954.6mGy、8インチでは1207.5±704.9mGy (P = 0.42) となった。

#### 3) 透視時間と被ばく線量の関係の比較結果

透視時間と被ばく線量の関係は両群ともに相関傾向を示した。また高線量領域になるにつれ両群間の差が大きくなる傾向にあった (Fig.1)。また、短い透視時

間で高い被ばく線量の症例や、長い透視時間で低い被ばく線量の症例など見受けられた。

**【考察】** 透視時間において、両群間に有意な差は認められなかった。これは、照射野サイズの変更が術者の手技時間に影響を与えることはなく、Wire等の視認性に問題がなかったことがいえる。被ばく線量において、8インチ群が6インチ群より若干低下傾向を示したが有意な差は認められなかった。これは、当院のPCIでの平均被ばく線量は1200mGy程度と低線量領域であるためと推察される。また、FPD搭載装置においては、II.搭載装置と比較してインチサイズの影響は少ないものと考えられる。

次に、透視時間及び被ばく線量が増加すると両群の差は大きくなる傾向を示した。これは、慢性完全閉塞病変へのPCIなど長時間要する症例においては、照射野サイズの変更が患者の被ばく線量低減に関与すると思われる。また、臨床では、短時間高線量症例、長時間低線量症例も存在したことから、撮影角度による撮影条件の上昇や、ガイディングカテーテルなどのエンゲージ困難、Wireの通過困難症例など、病変形態や病変数によっても異なると推察されることより今後、さらなる詳細な検証が必要と考える。

**【結語】** 照射野サイズを6インチから8インチに変更することで、有意に患者の被ばく線量を低減する効果は認められないものの、高線量領域では8インチ群を使用したほうがよい。

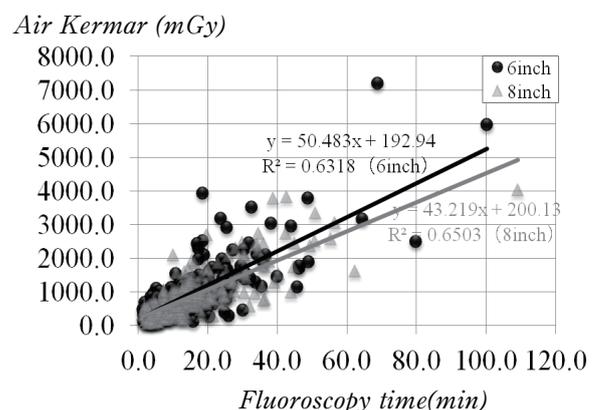


Fig.1 透視時間と被ばく線量の関係

○三木 正行<sup>1)</sup>、浪越 紳仁<sup>1)</sup>、本井 尚樹<sup>2)</sup>

1) 香川県立中央病院 放射線部、2) PHILIPS

【背景】 当院の腹部 IVR は、通常、呼吸停止下で DSA 撮影している。しかし息止めが不十分である場合、画像のボケや Mask 像のずれが Workflow の低下をきたすことがある。今回 Pulse width を極端に短くした Program を作成し、自然呼吸下において空間分解能の高い DSA 画像が確認できたので、基礎実験、臨床画像を加えて報告する。

【使用機器】 PHILIPS Allura Xper FD20

【目的】 本装置の Pulse width の初期設定値は 160msec であり、限界値は 35msec である。今回はその間に 75msec、および 100msec の 4段階の Program を作成し、最適な Pulse width を調べた。

【方法】 Pulse width を 4段階に変化させたときの照射線量、および Profile 特性・MTF、SD 値の変化を調べた。なお今回 SD 値は水 Phantom、Profile 特性・MTF 計測は Testchart (Type 6)、解析ソフトは ImageJ を使用。

【結果】

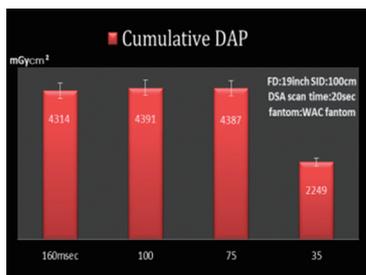


Fig.1

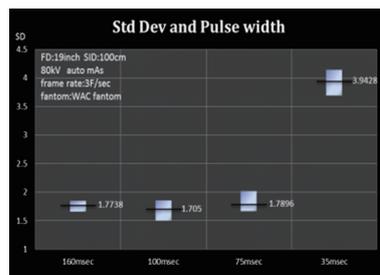


Fig.2

照射線量は、160msec から 75msec まで短くしてもあまり変わらなかったが、35msec まで短くすると極端に線量が下がった。これは今回の Program では、160msec から 75msec までの Pulse width は、必ず 1frame あたりの最大線量が 2000nGy 入るように設定しているのに対し、35msec は 1frame あたりの最大線量を同じ 2000nGy にすることが装置の設定上でできず、1000nGy の設定になってしまうからである。(Fig.1)

SD 値変化でも、同様の理由で 160msec から 75msec まで短くしてもあまり変わらないが、35msec まで短くすると極端に悪くなった。(Fig.2)

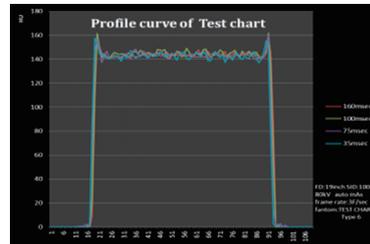


Fig.3

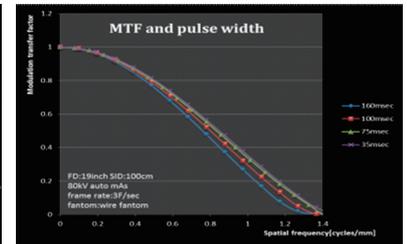
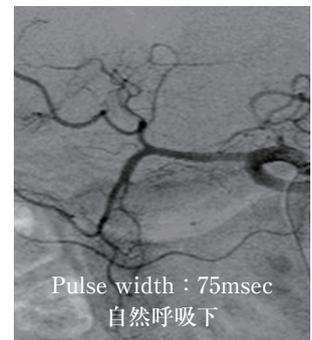
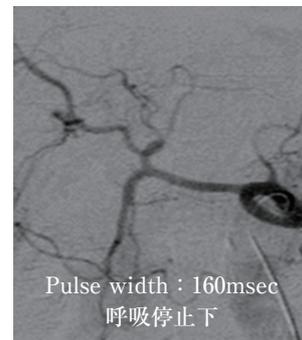


Fig.4

Testchart をそれぞれの Pulse width で撮影し、Profile curve をみると、立ち上がり部分において、35msec と 75msec のほうが傾きが強い結果となった。(Fig.3)

MTF の比較では、Pulse width が短いほど高い MTF を示し、35msec と 75msec がよく似た解析となった。(Fig.4)

以上の SD 値変化、Profile curve、MTF の基礎実験から、最適な Pulse width は 75msec であると考えられた。



臨床症例においては、Short pulse DSA により、細かい血管まで Contrast 分解能の高い画像が得られた。また時間分解能が高いので、自然呼吸下での腹部 DSA においてもボケの少ない精細な画像が得られた。さらに息止めの不十分からくる横隔膜周辺の腫瘍濃染や門脈造影の長い息止めができずに画像が不明瞭に終ることがなくなるメリットがあった。ただし、Remask 処理には多少の時間が必要であった。

【考察】 交通外傷例も含め腹部 IVR において、特に息止めが十分にできない場合は自然呼吸下での Short pulse DSA は有用である。また今回の基礎実験、臨床画像より最適な Pulse width は 75msec であると考えられる。

ただし、SN の balance を考慮すると、被写体厚に比例して、Pulse width を長くすることが DSA 画像の最適化に繋がるといえる。