

曝を下げる事が可能である。また、木野村は散乱分布、プロテクタ、付加フィルタ、オーバチューブ式透視台、線量測定の見点からIVRにおける術者との意志の疎通が重要であると述べた。まずは自らの施設でできることから実行することが被曝低減への絶対条件であると結論づけた。

指定発言者の土屋は「IVR用X線装置の安全に対する個別要求事項規格」の概要説明が行われた。積極的にIEC国際委員会に参加し、原案段階から日本の意見を反映させて行くことが重要であると解説した。そのためにはメーカーとユーザが協力して、防護手段の開発や被曝低減の活動が必要であると結んだ。

討論では横田(滋賀医大)は被曝線量測定の低エネルギー側の評価の難しいことを指摘した。また、メーカーに対し、被曝低減のためにIVR専用機能のモードを搭載し、透視条件が自動的に設定されるよう要望がだされた。土屋はどこまで線量を下げることができるかユーザと一緒に検討していきたいと述べた。市田(大阪市大)からはDSAでの線量をIVで30%、IAで50%下げ

て問題ないとの意見が出された。

今回の発表は各部位での医療被曝について、現状と具体的な低減策について述べられた。近年被曝による障害が問題となっているが、障害を減らすためにもどのような条件で、どの程度の被曝があったか被曝線量の明記が是非必要と考える。放射線被曝による障害も数時間で現われるものもあれば、数年後に現われるケースも報告されているので患者の追跡調査が必要と考える。その他にもデジタル画像の特長を生かした、被曝低減への研究とno radiologyでのIVRの開発が進むものと考えている。

今後もIVRはますます適応範囲も広がり、IVRがもたらす医療の貢献は計り知れないほど大きくなる。その反面、医療被曝は絶えずつきまとうものであり、低減には現状を把握し、低減策を講じるためにも、医師、技師、メーカーが一体となって取り組んで行かなければならない。

本シンポジウムの機会を与えていただきました川上学会長ならびに畑川大会会長に感謝する。

1. 脳血管内手術の現況と被曝低減

Symposium

佐藤州彦
東北大学医学部附属病院

1. はじめに

血管撮影が、診断を目的としたものからIVRを目的としたものへと比重が移行していく中で、多くの成果が得られていると同時に、IVRによる患者や術者の被曝といったことも大きな問題として取り上げられるようになってきている。その中で脳神経外科領域においても脳血管内手術と呼ばれるIVRが施行されており、慎重かつ高度な手技を必要とし、透視が長時間に及ぶことも多く、被検者に一次的な脱毛が生じているということも耳にする。そこで今回のシンポジウムでは、脳血管内手術の現況と被曝低減について考えてみた。

2. 脳血管内手術の現況

まず脳神経外科領域におけるIVRは、頸動脈海綿静脈洞瘻(CCF)への塞栓術に始まり、動脈瘤や動静脈奇形に対する塞栓、腫瘍への塞栓、動注、さらには虚血性脳血管障害へのPTA(経皮的血管形成術)や血栓溶解剤の動注療法など、血管撮影装置やカテーテル、塞栓材料といった器材の進歩により適応範囲がますます広がっている¹⁾。

3. 被検者の被曝

まず、脳血管内手術で実際にどの程度の被検者被曝

があるかを確かめるために、調査を行った。内容は診断目的17件、IVR17件で、IVRはおもにcoilやPVacによる塞栓術で、方法は被検者の後頭部または側頭部にTLD(LiF:フッ化リチウム)素子を貼り付け、被検者皮膚線量を測定する形をとった。

結果はいずれも平均値で透視時間は診断15.7min(6.5~33min)、IVR63.4min(11.5~83.3min)、DSA撮影フレーム数は診断378.9フレーム(107~1296フレーム)、IVR984.7フレーム(216~1953フレーム)、被曝線量は診断409.9mGy(43.6~1346.4mGy)、IVR2654.4mGy(436.1~5167.5mGy)だった(Fig.1, 2)。

4. 被曝低減策

4-1 被曝低減と画像

次に具体的に被検者の被曝を減らす方法として、パルスレートやI.I.の電子的拡大(入力視野サイズ変更)、SID(X線管球-I.I.間距離)等の変化による被曝と画像について考えてみた。画像に関しては九州循環器撮影研究会作製の血管撮影用QCファントムとテストチャートを用いて評価した²⁾。

パルス透視のフレームレートを減らすと比例関係で被検者皮膚面線量も術者位置散乱線量も減少する。しかし、ピアノ線、フィルム片の視認性もともに低下する。

入力視野サイズを変化(電子的拡大)させると被検者皮膚面線量, 術者位置散乱線量ともに大幅に増加する. 視認性はピアノ線は変化なく, フィルム片は若干低下する. しかし, テストチャートの分解能は大幅に上昇する (Fig.3, Table).

拡大表示では同視野サイズ(ほぼ同じ大きさに表示される)となる7inchと9inch 1.3倍拡大表示, 4.5inchと9inch 2.0倍拡大表示ともに皮膚面線量, 術者位置散乱線量それぞれ7inch, 4.5inchの60%程度に抑えられ, 視認性につ

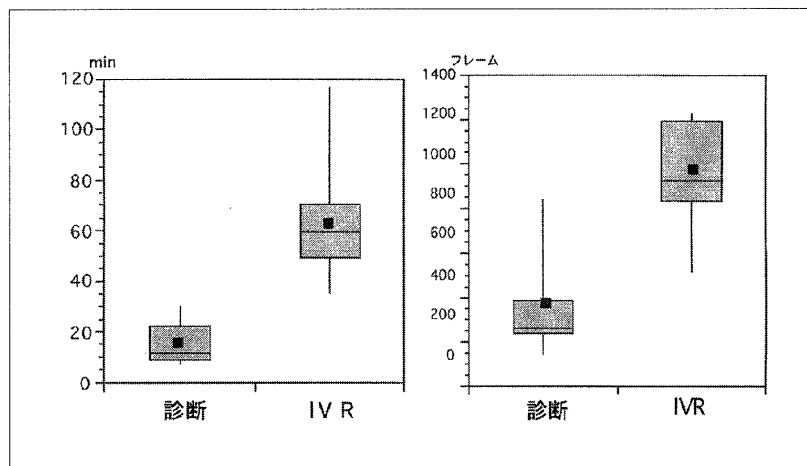


Fig. 1 診断とIVRでの透视時間とDSA撮影フレーム数.

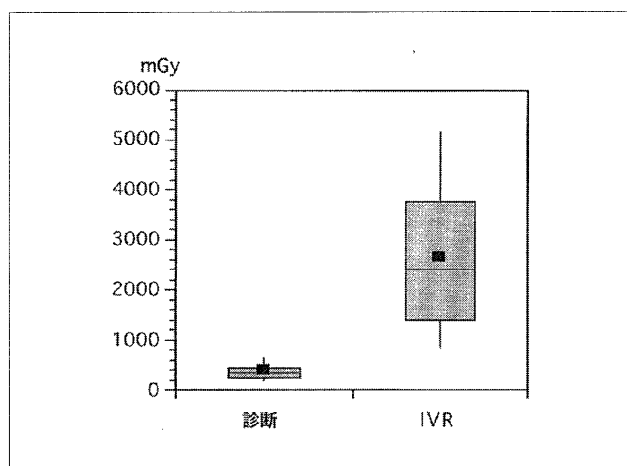


Fig. 2 診断とIVRでの被曝線量.

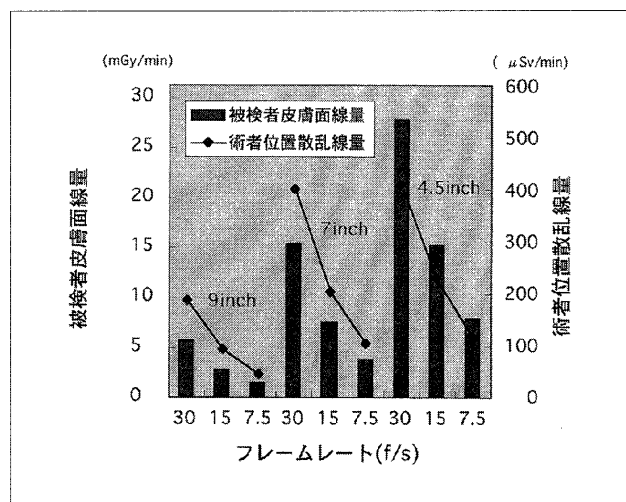


Fig. 3 透视フレームレート・I.I.サイズと被曝線量.

Table 各条件での透视画像の視認性.

	I.I.サイズ (inch)	拡大率 or FID	フレームレート f/s	ピアノ線	フィルム片	テストチャート (LP/mm)
電子的拡大	9		30	6	8	1.5
			15	5	7	
			7.5	4	6	
	7		30	5	7	2.0
			15	5	7	
			7.5	4	6	
	4.5		30	6	6	3.4
			15	5	6	
			7.5	4	6	
拡大表示	9	× 1.3	30	6	7	1.5
	9	× 2.0	30	5	6	2.2
幾何学的拡大	9	90cm	30	6	8	1.5
	9	95cm	30	6	8	
	9	100cm	30	5	7	1.8
	9	105cm	30	5	7	
	9	110cm	30	6	7	2.0

いてもそれほど変わりなく、被曝低減の有用な手段の一つであると思われる。ただし、テストチャートの分解能は差が出る (Fig.4)。

SIDを変化させ幾何学的拡大を行うと、フォーカス

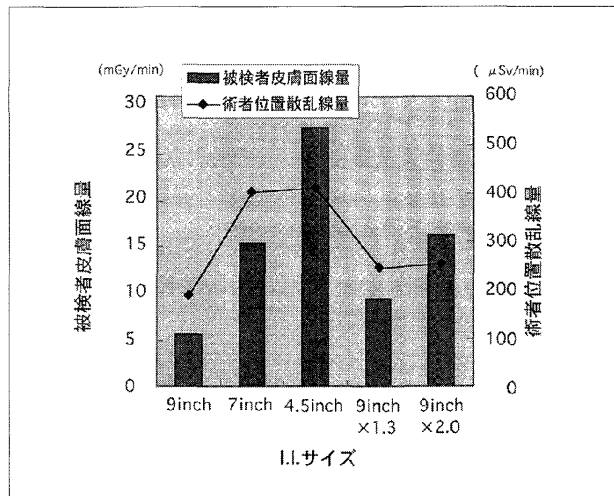


Fig. 4 拡大表示と被曝線量。

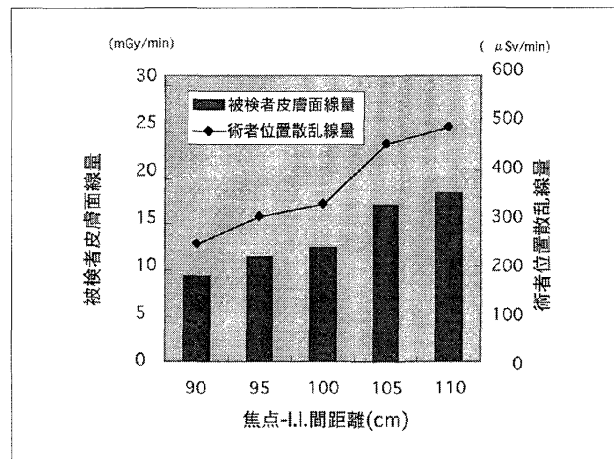


Fig. 5 SIDと被曝線量。

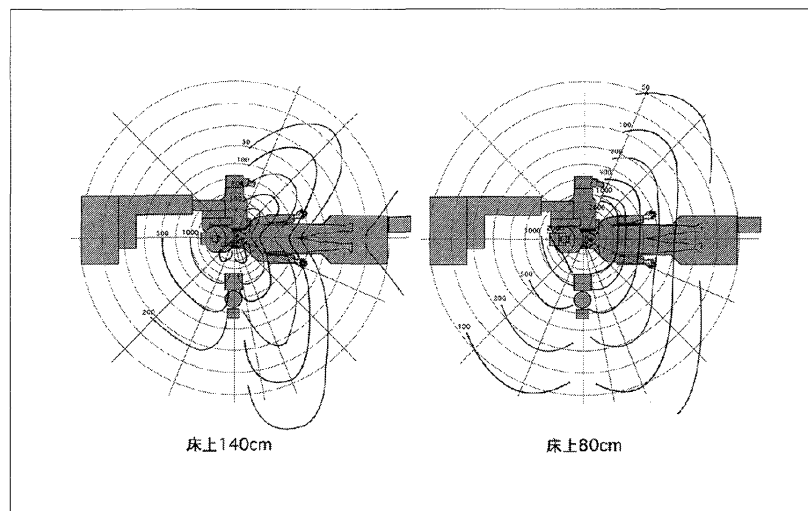


Fig. 6 水平面散乱線分布 (正面管球)。

サイズが0.3mmであったこともあり画像の視認性に低下はほとんどみられない。しかし、距離が離れ透視条件が増し被検者皮膚面線量、術者位置散乱線量ともに増加する。SIDを90cmから110cmにすると皮膚面線量、術者位置での散乱線それぞれ2.0倍に増加する (Fig.5)。

4-2 散乱線防護

次に術者の場合も付加フィルタやパルスレートを下げたり、拡大表示を有効利用したりすることにより被曝が低減されるが、加えて術者位置での散乱線は照射野を絞ることにより結構な低減効果が得られる。そして術者において最も効果的なこととして、防護エプロン、防護メガネ、ネックガード等の着用はもちろんのこと、防護板等の遮蔽体の使用があげられる。防護板等の使用により大幅な低減が可能となるので、この遮蔽体を有効に使用するために、まず散乱線の分布を知り、どの方向への散乱線が強いのか、どこをどのようにシールドすれば散乱線を抑えられるかを考えてみた。測定はランドファントムを用い、頭部bi-planeにて電離箱サーベイメータを使用して行った。

水平面の散乱線分布は正面管球ではカテーテルテーブルの上と下では下側が多く、右手 (術者側) と左手では右手の方が多くなる。またカテーテルテーブルやファントムの自己吸収によりテーブル長軸方向で低い値をとる。側面管球では右手と左手では、右手術者方向では吸収体が少なく高くなる (Fig.6, 7)。

垂直面の散乱線分布 (照射野中心から術者方向に向けた縦断面) は、正面管球ではカテーテルテーブル、ファントムのレベルで大幅に減少しており、テーブル上方 (術者上半身) に比べてテーブル下方 (術者下半身) での散乱線の増加が目立つ。これに対し側面管球では逆に若干上方が多い分布を示した (Fig.8)。

そこで正面、側面管球それぞれについて遮蔽体を設置してその効果を確かめてみた。遮蔽体は在り合わせのものを使用したのでPb当量は同一ではない。人体ファントム胸部上に0.5mmPbの含鉛アクリル (W 50cm×H 35cm)、カテーテルテーブル下に0.6mmPbの含鉛ゴム (W 68cm×H 68cm)、カテーテルテーブル横に0.25mmPbの含鉛ゴム (W 60cm×H 45cm)、カテーテルテーブル上ファントム右横に0.25mmPbの含鉛ゴム (W 60cm×H 15cm) をそれぞれ設置すると、カテーテルテー

ブル上部の術者の頸部と胸部にのみ散乱線の強い区域がせめられ、シールドなしでの分布と比較してかなりの効果が得られることが確かめられた(Fig.9)。

脳神経外科領域では心臓領域ほど多方向からのプロジェクションはなく、テーブル下側をシールドすることは、それ程問題なく、かつ十分な効果が得られる。上側も照射野中心から術者位置までの距離が、他部位に比べて長くとれるのでシールドの清潔性を保ち、なるべく被検者に近づけ、かつ術者側に設置できれば相応の効果が得られる。この場合、清潔性と手技の妨げにならないようにすることがポイントとなる。

5. まとめ

脳血管内手術の現況と低減策について考えてみた。

実際、脳血管内手術時の被検者の被曝は相当なものであり、透視時間などから見て術者の被曝についても結構な値を示すことが予想される。

被曝を減らすには被検者に関しては、装置に依存する部分が多いが、透視のバルスレートや撮影フレーム数の減少、拡大表示機能、付加フィルタといった方法を有効に利用し、また適切な入力視野サイズを使用し、I.I.はできるだけ被検者に近づけて使用したいもので、これらは直接、術者の被曝低減へとつながる。

術者については、照射野を少しでも絞ることにより散乱線が減少することをぜひ頭に入れておきたい。また、最も有効な手段である防護板等の使用により大幅な被曝低減が図られる。シールドはいかに散乱線の発生源と術者の間を遮るかにあり、手技に支障のない程度に、なるべく術者の近くをシールドすること

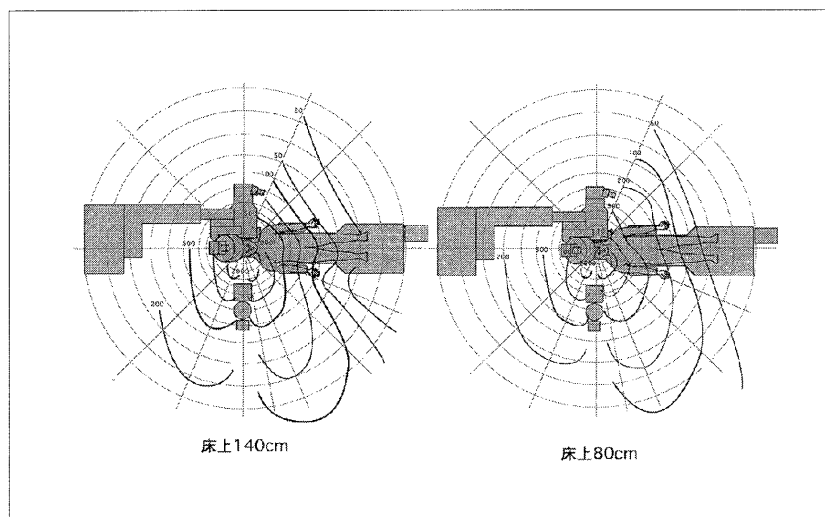


Fig. 7 水平面散乱線分布(側面管球)。

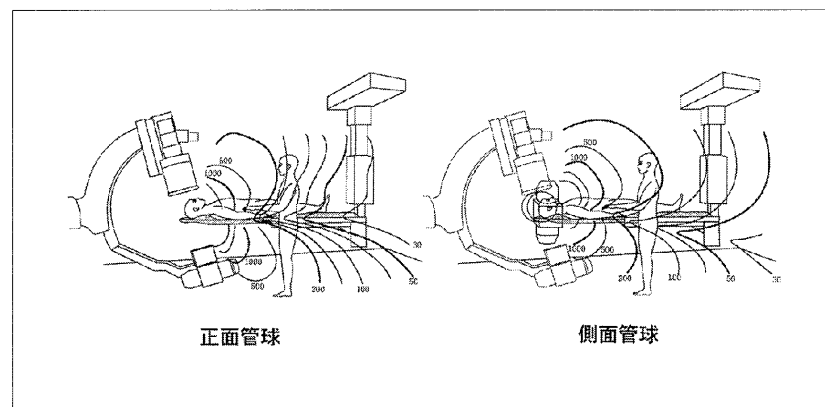


Fig. 8 垂直面散乱線分布(シールドなし)。

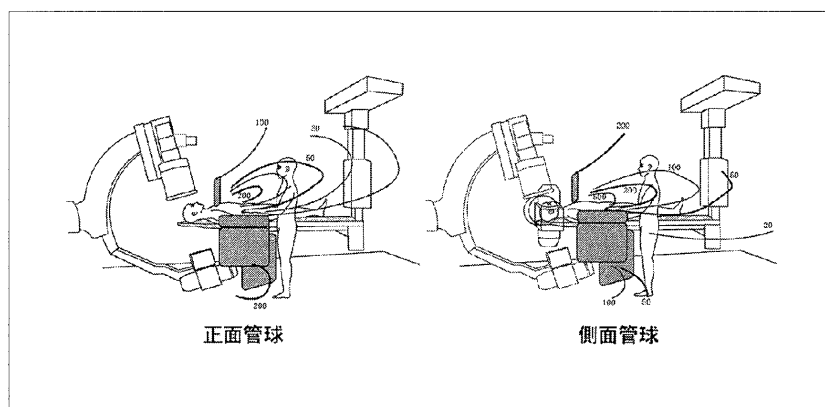


Fig. 9 垂直面散乱線分布(シールドあり)。

が効果的であり、既製のものとられず、ありあわせのものでもそれなりの効果があるので、ぜひ工夫して被曝低減に努めたい。

参考文献

- 1) 入江恵子, 滝 和郎, 菊池晴彦, 他: Vascular IVR 頭頸部. カレントセラピー, 14(12), 73-78, (1996).
- 2) 村上誠一, 小田鉈弘, 新開英秀, 他: 血管撮影用QCファントムの使用経験. 全循研誌, (10), 34-39, (1998).