

課題研究 2

循環器撮影（IVR）における被曝線量の全国調査

弘前大学医学部附属病院	木村 均
秋田成人病センター	土佐 鉄雄
岩手医科大学附属病院	村上 龍也
東北大学医学部附属病院	立花 茂
N T T 東北病院	大久 敏広
山形大学医学部附属病院	佐藤 俊光
福島県立医科大学附属病院	久保田 浩之
弘前大学医学部附属病院	神 寿宏
新潟大学医学部附属病院	吉村 秀太郎

1. はじめに

近年、循環器領域においては使用するデバイスの発展進歩と共に、新しい手技も考案されIVRの適用となる症例が増えてきている。IVRでは、診断カテーテル検査に比較し長時間の透視、多数回の撮影となることが多く、被曝線量の増大を招きこれに起因する障害も報告されている。これをうけIVR時の被曝管理や線量測定については、多くの施設で精力的に行われ被曝防護技術の開発に貢献している。しかし、検査中に使用できる適切な線量計も限られている事や、また撮影法の相違等により容易に施設間での比較ができないのが現状と思われる^{1)~5)}。

我々は被曝線量低減対策を目的とし平成9、10年度の課題研究にて『被検者被曝線量の実用的な測定方法』について検討を行い、結果を『被曝低減へのアプローチ』として東北循環器撮影研究会より発刊した。また東北循環器撮影研究会のホームページ中にも冊子として掲載中である。更に測定機器を使用する事なく被曝線量を求める方法として、X線条件等より計算による算出法である『全国循環器撮影研究会皮膚線量推定プログラム』を提唱し配布を行った。これにより測定器を持たない施設においても、被曝線量の算出と施設間での被曝線量の比較検討が可能となった⁶⁾。

全国的な調査では、測定器を多くの施設に配布または巡回し測定するのは不可能である。そこで

今回 IVR 時の撮影条件等について全国にアンケート調査を行い、このプログラムより被曝線量を求め循環器撮影における IVR 時での被曝線量として報告することとした。

調査に先立ち当院を例に IVR の現状について検討をした。当院における IVR の件数の変化を Fig-1 に示す。血管撮影に占める IVR の割合は年々増加し、平成 13 年度には 50% を越えた。これは IVR の社会的な認知、適用となる症例の増加、保険適応範囲の拡大、さらに新しいデバイスの開発、新しい手技の考案等によるものと考えられる。

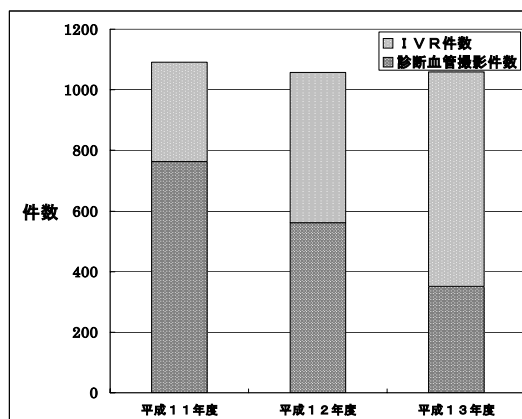


Fig-1 血管撮影件数

当院の過去3年間の変化について件数、内容を Fig-2 に示す。肝臓では 185 件から 251 件へと HCC への塞栓術件数が増加した。骨盤腔への抗

ガン剤の動注では 24 件から 118 件へと増加が著しかった。保険適用となつてからはステント留置件数が 49 件から 183 件へと飛躍的にのびた。

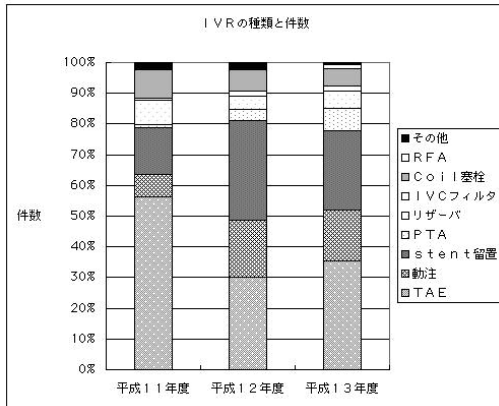


Fig-2 IVRの変化

当院の肝臓における診断カテーテルと IVR 時の透視時間と撮影総フレーム数の比較を Fig-3、Fig-4 に示す。IVR では診断カテーテルに比較し目的とする部位へのカテーテルの選択的挿入、薬物注中時のカテーテル先の監視などにより透視時間が長時間となる事が多く、また選択的にカテーテルを進め造影を繰り返すため撮影総フレーム数も多くなっている。

このように被曝線量が増大する IVR の被曝管理には、従来各施設に於いて種々の線量計を活用してきたと思われる。しかし患者に直接装着し診療上問題なく使用可能な測定器はあまりない。近年小型軽量安価ということで SDM が利用されてきている。プローブの透視不透過性、方向依存性、線束がはずれた場合は測定できないなどの弊害があるが、リアルタイムで測定が出来るうえ、ラドカルに比較し性能面では遜色のない値を我々の測定では示した。プローブを絞り前面にとりつける面積線量計は皮膚面での照射線量が、求まるがこの値をそのまま使用するには若干問題がある。また、当院の例であるがプローブ本体がアルミ換算 0.7 ミリのフィルタとなっている。装置の定格に余裕のない場合は使用を考えざるを得ない。欧米では装着が義務付けられているが価格等を考えると日本での普及率はまだ低いと思われる⁷⁾。

アンケート調査にあたり、被曝低減寄与率が高い撮影機器のフィルタについて検討を加えてみた。シーメンス、フィリップス、GE のフィルタのコントロールを表-1 に示す。シーメンスは撮影時

に被写体厚でフィルタのコントロールを行い、フィリップスは透視時にフィルタを変化させている事がわかった。線量計算を行う際、フィルタの材質と厚さにより線量が変わるためこれらの変化要因は重要な意味を持つ⁸⁾。

以上のことをふまえてアンケートの内容を検討した。

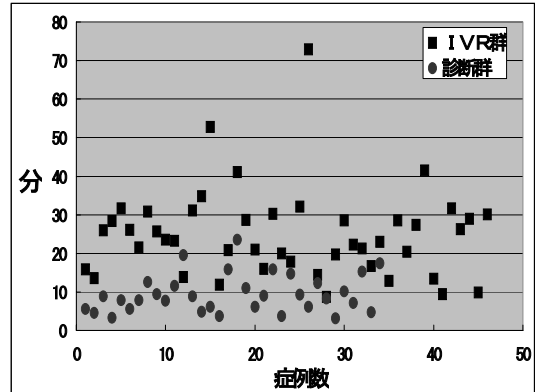


Fig-3 IVRと診断群の透視時間(肝臓)

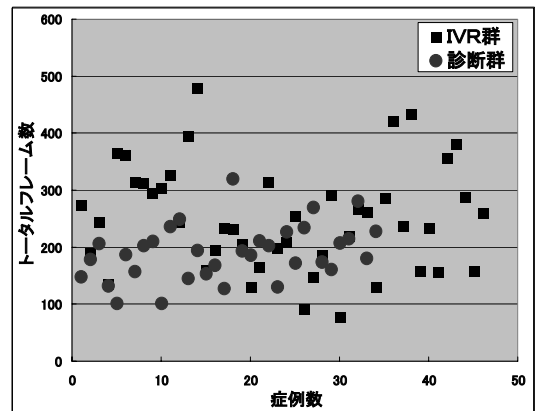


Fig-4 IVRと診断群のトータルフレーム数(肝臓)

表-1 フィルタのコントロール

	透 視	撮 影
シーメンス	0.1mmCu 固定	水 0~10cm 0.2mmCu 10~22cm 0.1mmCu 22cm以上 はずれる
フィリップス	normal 0.4mmCu+0.1mmAl high rad. 0.1mmCu+0.1mmAl low rad. 0.9mmCu+0.1mmAl	フィルタは無し
GE	1.3mmAl 固定	

2. 透視

従来、被曝線量は透視条件の平均などより求める事が多い。しかし被写体厚、X線管の角度、I.I.サイズ、SSD等により変化する条件の平均は捕らえがたい。また、先に示した如く装置メーカーによりフィルタの制御が複雑に行われている装置もあり平均値よりの計算は妥当性に欠けると考えられた。しかし、全被曝線量に占める透視線量の割合が少ないときは、誤差を無視できる事も考えられる。そこで当院における診断とIVR時の透視線量の割合を面積線量計を用い各部位ごとに測定をした。

当院の血管撮影装置、GE社 Advantx ACTには、それぞれ3種類の透視、線量モードがある。透視モードIDFとConvモードは秒間60フレームで、DX-FLUOROモードは30フレームである。線量モードはそれぞれにHIGH、MED、LOWの3種類の線量を変えたモードがある。それらの線量測定結果をFig-6に示す。メーカーが推奨する透視モードはIDFモードであるがDX-FLUOROと比較し約20%ほど高線量である。透視及び線量モードの組み合わせについてファントムと検査中の画像で検討した結果、DX-FLUOROとMEDを使用する事にした。しかし、メーカー推奨の組み合わせと比較し約20%線量が低下している分、画質の低下は避けられない。そこで透視線量の増減に関与しないノイズフィルタとエッジ強調の使用について検討をした。ノイズフィルタとは、パルス透視像のフレームを加算する事によりノイズを低減し画質を改善する機能である。そこで、フレームの加算枚数を増加させ、線量不足から生ずるノイズを低減させた。しかし、加算枚数の増加は動きによる残像を生じる原因となる。エッジ強調は画像にクッキリ感を生じさせ見目上の解像度の向上を促すが、ノイズも強調されてしまうため強調の程度には注意が必要である⁹⁾。

これらの検討により決定されたモードを使用し測定した結果、透視線量の割合は肝臓の診断では33%、IVRでは44%になった。骨盤部では、診断では17.4%で、IVRの動注群は63.9%、塞栓術群は43%、PTA群は55.4%となり、診断群に比較し有意な差があった。なかには、約80%を越える症例もあった。Fig-7、Fig-8にそれを示す。低線量モードで透視を使用しているにもかかわらず、全線量に対する透視線量の割合は少なくない

事がわかった。メーカーの標準仕様では更にその比は高くなる事が予想される。

以上の事より、全線量に対する透視線量の割合は多いことが理解された。算出にあたり妥当性を持つ値で透視による被曝線量を求めるには、体動等により絶えず変化する透視条件を時系列で記録を行う必要があるが多大の困難を伴う。そこで、I.I.のインチ数変化時等、透視の条件が大幅に変動した際に経過時間として記録する事とした。

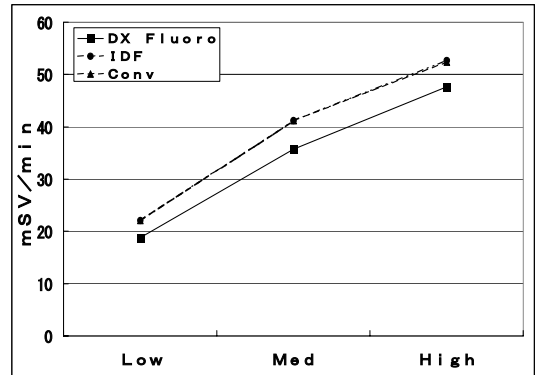


Fig-6 透視の線量比較

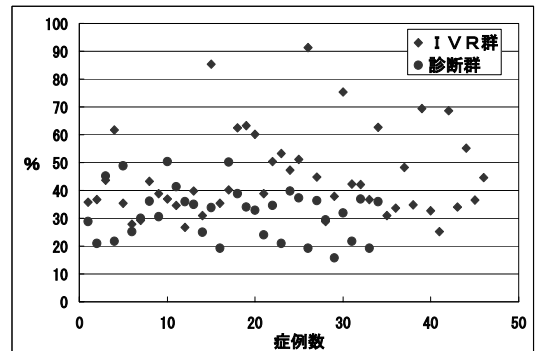


Fig-7 IVRと診断カテーテルの透視の割合比較 (肝臓)

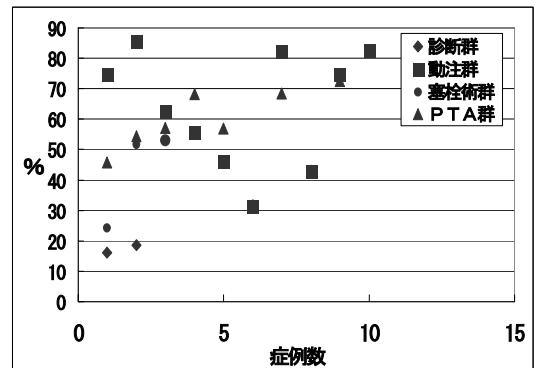


Fig-8 IVRと診断カテーテルの透視の割合比較 (骨盤部)

3. 撮影

透視に比較し撮影は条件をログ上に記録している場合が多く、比較的容易に条件の取り出しが出来る。これを取り出し先のプログラムを用い計算を行い撮影分の被曝線量として求める事とした。

4. アンケートの対象部位、症例

アンケートは全国的に行われていると思われる部位、手技を対象とした。頭部に於いては動脈瘤へのコイル塞栓、血栓溶解術、腫瘍への薬物注入、その他、腹部では、肝臓の TAE、TIPS、リザーバ留置、血流改変術、門脈塞栓、その他とし、骨盤部では、PTA、ステント留置その他とした。

アンケート締め切りを 7 月 31 日とし全国循環器撮影研究会支持母体の各研究会にて現在アンケート中である。

参考文献

- 1) 東北循環器撮影研究会 被曝低減検討班 : Special Report No2 被検者および術者の被曝線量調査,1997
- 2) Thomas B.Shope : Radiation-induces Skin Injuries from Fluoroscopy.RadioGraphics,1195-1199,16(5),1996
- 3) Thomas B.Shope:Radiation-induces Skin Injuries from Fluoroscopy. URL:www.fda.gov//cdrh/rsnaii.html
- 4) 佐藤俊光,他:血管撮影装置の線量調査.日放技学誌 54(5),663-669,1998
- 5) 江口陽一,他:血管撮影での被検者の線量調査.日放技学誌 54(7),900-907,1998
- 6) 森剛彦,他: X線診断領域における患者の皮膚入射線量簡易換算式 NDD 法,(社)茨城県放射線技師会,(社)茨城県放射線技術学会茨城支部被曝低減委員会,1996
- 7) 東北循環器撮影研究会:被曝低減へのアプローチ 20-26,1998
- 8) 江口陽一,他:付加フィルタによる被曝低減と画質改善効果へのアプローチ 第2報 タンタルフィルタの特性.日放技学誌 53(1),157,1997
- 9) 江口陽一,他:低レートパルス透視の視覚評価.日放技学誌 52(9),1083,1996