

IVRにおける術者負担の少ない防護用具の開発（第2報）

-試作機（前回）の見直しと改良型防護用具の開発-

奈良県立医科大学附属病院 才田 壽一

吉岡孝之 清水幸三

財団法人厚生会仙台厚生病院 荒井 剛

労働福祉事業団東北労災病院 高橋 健

山形大学医学部附属病院 佐藤 俊光

済生会吹田病院 吉岡 大輔

1. はじめに

近年、血管造影領域において、IVRは、非常に大きな比率を占めるようになってきている。術者は高度な手技が要求され、おのずと治療時間が長くなり、このことによる術者の許容量を超えた被ばくが問題化している。その対策としては、一般的に用いられる0.25mmPb程度の放射線防護衣による防護では不十分であることが多く、鉛当量の大きな防護衣を着用するか、他の有効な防護用具の併用が必須である。我々は従来から、装置に取り付ける防護用具を開発してきており^{1)・4)}、現在では、IVR装置に標準的に設置されるようになってきた。しかし、これらの防護用具は、単独使用による防護に限界があり、補助的な防護用具を使用した場合であっても、必ず放射線防護衣を着用しているのが現状である。しかもその上に清潔のガウンを着るため、総じてIVR後の術者は汗だけで、その暑さに関する術者負担は非常に大きい。

そこで本課題研究では、術者負担の少ない防護用具の開発、最終的に術者が放射線防護衣を全く

着用しなくともIVR検査が可能なシステムの研究開発を行った。

まず先の第18回全国循環器撮影研究会で報告⁵⁾したように、新しい考えのもとに試作機を作成し、班員の各施設で試用することで、問題点の抽出を行った。今回、その問題となった部分の見直しおよび改良を行い、改良型の防護用具を開発したので報告する。

2. 市販の装置取付防護用具とその問題点

fig.1に、当院で使用している心血管撮影装置の一例と、その装置に取り付ける補助的な防護用具（市販品）を示す。これらの防護用具は、0.5mmPb当量の防護能力があるにも拘わらず、現実的には単独使用ができない。その理由として、以下の問題点がある。



fig.1 市販の装置取付防護用具とその問題点

1) 被検者側方に設置する防護用具の大きさが限られており、術者を十分に防護できない。また図に示すように隙間が生じることで、防護不十分の場合がある。

2) 天井懸垂型の頭頸部防護板は、セパレート式であり、長時間の IVR 時には、極力用いるようにしているが、通常のルーチン検査では、アームと干渉しやすく邪魔になりやすいため、常用できない。

3) 全ての防護用具を組み合わせ設置した場合であっても、被検者からの散乱線分布を十分に考慮した防護用具の設置方法を取っていなかったり、頭頸部防護板が I.I. と干渉する場合など、最適な位置に設置できない場合がある。また、手技の関係上、術者は、防護範囲外に立たざるを得ない場合があり、術者が被検者に背を向けて作業する場合など、全く防護できていない場合が生じる。

3 . 術者負担の少ない防護用具（初期型試作機）の開発

術者負担を最も少なくするには、術者が放射線防護衣を着用しないで IVR が行えることである。そのためには、術者の周りに防護衝立のような遮蔽物を配置すれば良い。しかし、一般的な防護衝立では IVR は行えないのは明白である。そこで、術者の周りを十分防護でき、しかも IVR 等の作業が容易に行えるよう新しい防護用具を考案・開発した。

fig.2 に、その当初考案した術者負担の少ない防護用具の基本構造を示す。

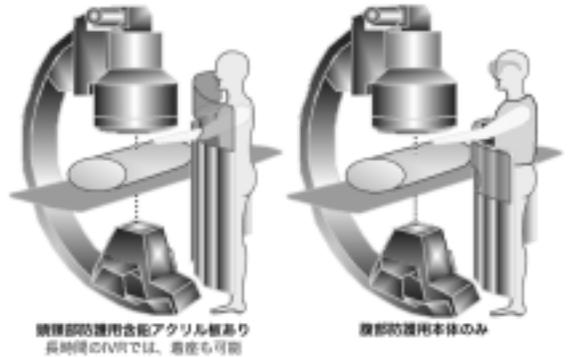


fig.2 術者負担の少ない防護用具の基本構造（初期型試作機）

また、fig.3 に実際の試作機を示す。手持ちの廃品等を流用し作成した。腹部防護用の本体（0.5mmPb 当量）は、直径 70cm のアーチ型の防護衝立とし、術者を囲む様に配置することで術者が安心して作業ができるようにしている。

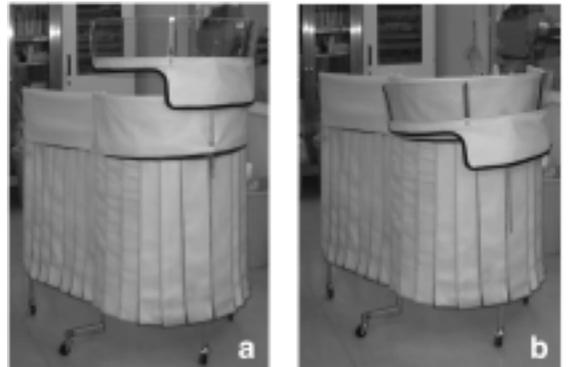


fig.3 術者負担の少ない防護用具（初期型試作機）

また、その一端に接続した一枚の平板型の防護衝立を取り付けることで、術者が少々移動しても防護できるようにした。また術者が二人並んだ場合にも対応できる。腹部防護用の本体は、高い方が防護効果も高いが、作業に支障を来す場合がある。そこで、被検者が寝台に横たわった場合の最上位をカバーできる高さを確保し、しかも術者が両手を出しても支障のない高さとした。尚、手が当たる部分はソフト素材とし、また伸縮性を持たせることで、ある程度の術者の身長差および手技に

対応している。また、頭頸部防護用として本体アーチ部分に合わせたアーチ状含鉛アクリル板部分（0.3mmPb 当量）を組み合わせ、使用できるようにした（fig.3,a）。頭頸部用防護の含鉛アクリル板を立ち上げた状態では、基本的に術者自身の防護衣着用は必要なく、術者負担は大幅に軽減される。また、長時間のIVRでは、椅子を組み合わせて用いることでより楽に検査が可能である。作業内容によっては頭頸部用防護が邪魔になり、作業効率の低下が懸念されるが、含鉛アクリル板をfig.3,bのごとく下ろすことで対応する。この場合も術者は、基本的に生殖腺防護を敢えてする必要はなく、防護めがねと甲状腺防護具、場合によってはセパレート型の防護衣の上着のみで良い。

4. 術者負担の少ない防護用具（初期型試作機）の使用感と問題点

この新しい防護用具の試作機を奈良医大、仙台厚生病院、東北労災病院、山形大学の各施設にて試用評価した。fig.4に臨床使用例を示す。



fig.4 臨床使用例（初期型試作機）

防護能力としては、術者が0.5mmPb当量の防護衣を着用し検査を行っているのと同様であり、ポケット線量計（アロカマイドーズミニ）を用いた測定結果からも、おおむね満足のいく結果が得られた。特に奈良医大では、セパレート型の腹部防護衣（腰巻き型）を着用しないでIVRに使用したところ、腰への負担が無く、しかも涼しく快適であり、その評価は非常に高かった。

しかし、問題点として、

- 1) 腹部用防護用具は、バネによる伸縮だけでは不十分であり、術者の身長に合わせた高さ調節機構が必要。
- 2) 頭頸部防護用のアクリル板の退避操作を清潔状態でできない。
- 3) 装置コントローラと干渉し、スイッチを押してしまうことがある。
- 4) 覆布の取り付け方が面倒でしかも大きな覆布が必要。
- 5) アクリル板に滅菌キャップが着けにくく、また視界がまいちでうっとうしい。
・・・といった改善点の意見を得た。

5. 試作防護用具の見直しと改良型防護用具の開発

初期型の試作防護用具の問題点を見直し、改良型防護用具を開発した。fig.5にその基本構造、fig.6に今回新たに開発した改良型防護用具を示す。また、以下に検討内容を示す。

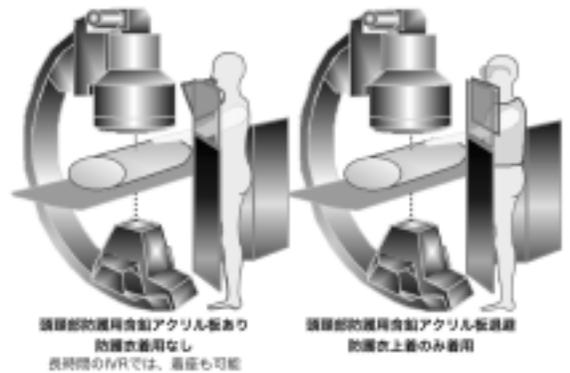


fig.5 術者負担の少ない防護用具の基本構造（改良型）

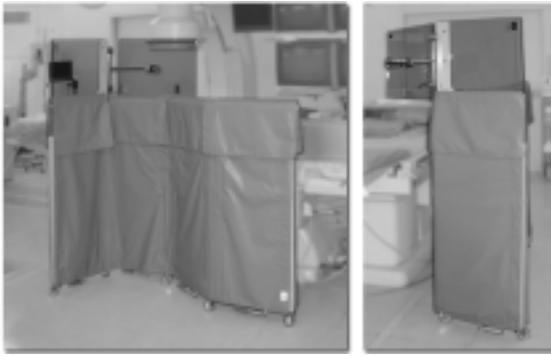


fig.6 術者負担の少ない防護用具 (改良型)

fig.7 に初期型および改良型の本体基本形状の比較を示す。図に示すように、初期型では、アーチ型の防護衝立と、一枚の平板型の防護衝立の組み合わせとしたが、操作卓が邪魔になりやすく、そのため患者さんが遠くなり作業に支障を来す場合があった。そこで改良型では、L字型の防護衝立を基本とし、これに2枚の平板型の防護衝立を連ねて接続することで、自由に屈曲できる多関節構造とした。このようにすることで、被検者に密着し易く、自由なレイアウトがとれる。

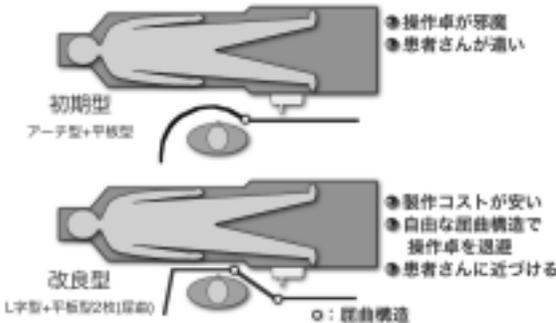
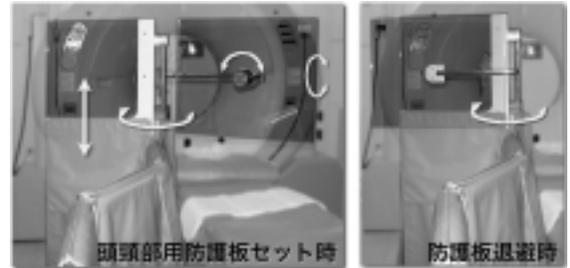


fig.7 初期型および改良型の本体基本形状の比較

2) 防護能力については、装置取付防護用具 (0.5mmPb) に放射線防護衣 (0.25mmPb) を着用した場合、0.75mmPb 当量である。防護衣を着用しないで使用することから、安全を考え、本体の防護能力を 1.0mmPb 当量とした。

3) 頭頸部防護用のアクリル板については、完全に退避出来るようにすると上半身 (頭頸部) の防護効果が極端に薄れるため、作業性を考慮し

た上で、常に取り付ける方向で検討した。その結果、防護を効果的にするために、腹部防護用本体 L 字部分の上部を 2 枚の 40cm 角の防護板で覆う構造とした。端側は、本体の上下機構に固定とし、その一端から伸びたアームにより、中央部のもう一枚の防護板を固定することで、頭頸部防護板の上下、回転、自由な角度付け調整および収納が可能となった。(fig.8)



- 頭頸部防護板の調整機構
- 頭頸部防護板全体の高さが、ガススプリングで自在に調整可能
- 自由な角度調整
- 収納 (頭頸部防護板が邪魔になる場合、退避可能)

fig.8 改良型防護用具頭頸部防護板の調整機構

4) 頭頸部防護板がセパレート式となったことで、防護板の位置調整が容易になり、また滅菌キャップも取り付け易くなった。

5) 高さ調整機構

頭頸部防護板全体および本体の防護衝立部それぞれについて、ガススプリングを用いたフットスイッチによる高さ調整機構を追加したことで、清潔操作でも自在に調整が可能となった。

6. 改良型防護用具の使用感および効果

fig.9 に臨床使用例を示す。



fig.9 改良型防護用具の臨床使用例 (腹部血管撮影)

また、fig.10~12は、IVR（腹部 HCC TAE）後の術者の発汗状態を示す。fig.10 は放射線防護衣の上着のみ着用して IVR を行った。防護衣を着用した上半身は発汗が多いが、術者の腰部負担が軽減され、下腹部発汗量が大幅に減少し快適であった。この時のポケット線量計による測定結果は、図に示すように術者腹部表面は $0\mu\text{Sv}$ 、術者頸部表面は $1\mu\text{Sv}$ と十分に減弱できている。

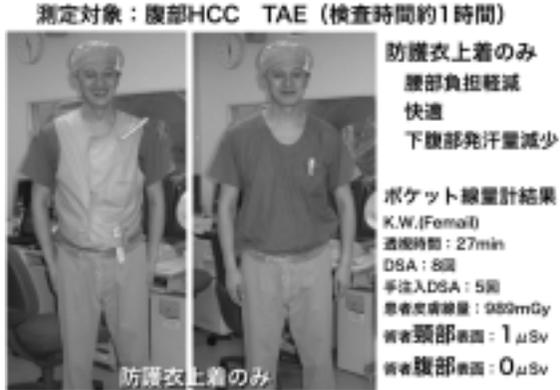


fig.10 IVR（腹部 HCC TAE）後の術者の発汗状態 防護衣上着のみ

fig.11 は放射線防護衣を全く着用しないで IVR を行っている様子を示す。



fig.11 IVR（腹部 HCC TAE）使用例 防護衣着用なし

fig.12 は放射線防護衣を全く着用しない場合の IVR（腹部 HCC TAE）後の術者の発汗状態を示す。放射線防護衣を着用していないため、一時間程度の IVR 後も発汗がほとんど無く、術者負担が大幅に軽減され、すこぶる快適との評価を得た。この時のポケット線量計による測定結果は、図に示す

ように術者腹部表面は $0\mu\text{Sv}$ 、術者頸部表面は $3\mu\text{Sv}$ となり、防護効果も非常に大きい。



fig.12 放射線防護衣を全く着用しない場合の IVR 後の術者の発汗状態

fig.13 に、防護衣着用の有無による発汗の比較を示す。改良型防護用具の効果は明らかで、術者の評価は非常に高かった。



fig.13 防護衣着用の有無による発汗の比較

7. まとめ

新たな発想のもと、術者が放射線防護衣を全く着用しなくとも IVR 検査が可能な放射線防護システムの研究開発を行った。

腹部防護用の本体は、 1.0mmPb 当量とすることで、防護効果もより大きい。

本体の基本構造は、L字型の防護衝立に、2枚の平板型の防護衝立を組み合わせた多関節構造とすることで、被検者に密着し易く、自由なレイアウトが可能である。

頭頸部防護用の含鉛アクリル板は、40cm角を2枚組み合わせた構造とし、自由に回転、位置調整および退避できる構造とした。

本体および頭頸部防護板の高さおよび位置調整機構により、手技および被検者に合わせた最適な設置調整が可能となった。

術者頭頸部位置の被ばくが僅かに残っているが、本体と頭頸部防護板の隙間をできるだけ無くす様工夫することで、さらなる防護効果が期待できる。

以上により、術者は、防護衣（腹部側）を着用しなくても安心して作業が可能で、臨床上非常に有用であった。

この防護用具は、現在、腹部領域を中心に使用しているが、基本的に他の検査にもそのまま応用することが可能である。今回の結果を十分考慮し、さらに発展させることで、より有効な防護用具の開発につなげたい。

謝辞

今回の課題研究に際しまして、ご推薦・ご協力をいただきました安永会長、東北循環器の江口会長、共同研究者の方々およびその関連施設の関係各位に感謝致します。

参考文献

- 1) 才田壽一，吉岡孝之，奥西孝弘，宇都文昭，他：新しい血管撮影用放射線防護具の開発．日放技学誌，53（1），1-7，（1997）．
- 2) 才田壽一：IVRにおける患者・術者被曝と低減対策－術者被曝防護－．小児放射線技術，25，31-37，（2000）．
- 3) 才田壽一，他：新しい術者顔面用放射線防護具の開発．日放技近畿部会雑誌，Vol.7，No.2，2001年9月号，29-34，（2001）．
- 4) 才田壽一：IVRにおける術者防護と低減策－技術的な立場から－．臨床放射線，Vol.47，No.8，983-993，（2002）．
- 5) 才田壽一，吉岡孝之，清水幸三，荒井剛，他：IVRにおける術者負担の少ない防護用具

の開発（第一報）－現有の防護用具の見直しと新しい防護用具の開発－．全国循環器撮影研究会誌，Vol.17，19-23，（2005）．

図表の説明

- fig.1 市販の装置取付防護用具とその問題点
 fig.2 術者負担の少ない防護用具の基本構造（初期型試作機）
 fig.3 術者負担の少ない防護用具（初期型試作機）
 fig.4 臨床使用例（初期型試作機）
 fig.5 術者負担の少ない防護用具の基本構造（改良型）
 fig.6 術者負担の少ない防護用具（改良型）
 fig.7 初期型および改良型の本体基本形状の比較
 fig.8 改良型防護用具頭頸部防護板の調整機構
 fig.9 改良型防護用具の臨床使用例（腹部血管撮影）
 fig.10 IVR（腹部 HCC TAE）後の術者の発汗状態 防護衣上着のみ
 fig.11 IVR（腹部 HCC TAE）使用例 防護衣着用なし
 fig.12 放射線防護衣を全く着用しない場合のIVR後の術者の発汗状態
 fig.13 防護衣着用の有無による発汗の比較