

腹部血管系検査における防護衣防護能力の評価

金沢大学医学部保健学科 越田吉郎、宮地利明
金沢大学大学院医学系研究科 能登公也

【目的】 腹部血管造影検査時には、放射線業務従事者が照射野内での直接放射線のみならず、検査テーブル・患者・イメージインテンシファイア・照射野限定システム(可動絞り)などからの迷放射線により被曝を受ける危険性はかなり高いことが報告されている。日本工業規格 JISZ4831 で防護衣は鉛当量 0.25mm 以上で均一な鉛当量を有するものと規格されている。一般的には 0.25、0.35、0.5mm 厚の防護衣が使用されている。しかし防護衣は 3kg 程度、重いものでは 6kg もあり、検査時間の延長とともに着用はかなりの負担になるものと考えられる。そこで、術者の各位置での迷放射線の強度分布・鉛減弱率を解析することで、負担と防護のトレードオフを考え、この規格の妥当性を考えた。

【方法】 シミュレーションには低エネルギー対応モンテカルロコード electron gamma shower resion4 (EGS4) : KEK improved(Low-Energy Photon-Scattering Expansion : LSCAT)を使用した。Lahey Fortran をコンパイラとした PC/AT 互換機(Windows)で計算した。3 次元作成ジオメトリに 10keV から 110keV までの単色光子を 1keV 間隔で入射した。1keV ごとの光子ヒストリー数は 10^6 である。術者位置での強度分布は焦点位置を 0 cm とし上方 100 cm まで、ファントム有無、遮蔽用鉛有無について計算した。床からの距離としなかったのは、個々の装置間で差があるからである。

次に総ろ過 2.5mmAl に、さらに付加フィルタ 0.1mmCu、0.2mmCu、0.4mmCu を装着し焦点位置からの線量強度を計算した。このとき、イメージインテンシファイアの入力蛍光面である CsI への線量吸収が付加フィルタ無のときと同等となる光子数でそれぞれ比較した。評価は空気カーマで行った。

【結果】 迷放射線強度分布が大きかったのは、ファントム有の場合入射方向に対して 130° 前後方向で、遮蔽用の鉛シートをテーブルから垂らすと迷放射線が減少した。ファントム無のときはイメージインテンシファイアの少し下方であった。迷放射線の鉛による減弱率を検討すると管球焦点からの位置によって異なった。上方に位置するほど線質は僅かに高くなるが線量強度は少なくなる。鉛による最適な遮蔽能力を検討すると、線質はわずかに低い線量強度が大きい 30cm ~ 50cm 位置の遮蔽を重点的にし、100cm 位置の遮蔽能力はそれほど高くする必要がなかった。追加の付加フィルタを装着すると、各位置によって線量強度が増加する位置(40cm、100cm)と減少する位置(10cm、70cm)があった。

以上のことより、防護衣 0.25mmPb 着用において 40cm(生殖腺)位置での 80kV の線量強度を 1.00 としたときの、各位置における管電圧 50kV、80kV、110kV における線量強度比を Table 1 に示す。

鉛厚 (mm)	40cm(生殖腺)位置			70cm(下胸部・腹部)			100cm(頸部・上胸部)		
	50kV	80kV	110kV	50kV	80kV	110kV	50kV	80kV	110kV
0.05	2.63	5.5	5.64	1.42	3.45	4.33	0.44	1.02	1.46
0.10	0.82	3.41	3.51	0.53	2.18	3.02	0.18	0.67	1.07
0.15	0.30	2.19	2.41	0.22	1.45	2.21	0.08	0.46	0.81
0.20	0.12	1.46	1.72	0.09	1.00	1.67	0.04	0.32	0.62
0.25	0.04	1.00	1.26	0.05	0.71	1.30	0.02	0.24	0.57
0.30	0.02	0.70	0.94	0.02	0.52	1.02	0.01	0.17	0.49
0.35	0.01	0.50	0.72	0.01	0.38	0.81	<0.01	0.13	0.32

Table 1

【結論】 管電圧 80kV で検査を行った場合、生殖腺位置の高さ 40cm において厚 0.25mmPb のときの遮へい能力を基準とすると、各部位の鉛厚を軽減することによって防護前掛全体の重量%は約 67% (2/3)に軽量化できる可能性がある。110kV では 80kV に比べ強度は約 1.5 倍であるが線量率の増加は約 0.01mGy/min 程度であるので管理レベルから検討しても軽量化が可能であった。

ICRP1990 年勧告では防護の介入は害よりも利益が大きく、種類、規模、期間が最適であることが求められる。X 線防護エプロンの部分的軽量化の可能性が確認できた。ただし、その軽量化の程度は年間の検査時間、条件で変える必要がある。