

## 介入放射工作者受照剂量及其防护措施的探讨

许晓虹 匡云谷

(浙江省卫生防疫站, 杭州 310009)

中图分类号: R146 X591 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2000)01-031-02

介入放射学将单纯的放射诊断技术与影像方法引导下的导管治疗技术于一体, 为疾病诊断和治疗开拓了新的途径, 使用范围逐步扩大, 但因介入放射工作时间长, 身体各部位会受到不同程度的剂量照射, 为了保障工作人员的健康与安全, 促进介入放射事业的健康发展, 必须充分重视介入放射的辐射防护, 为此我们对省内部份医院的介入放射工作状况开展了调查工作。

## 1 材料和方法

1.1 选择省内 13 户各级各类医疗单位的 14 台用于介入放射诊断或治疗的 X 射线机。其中包括二台东芝 800mA 和东芝 500mA、岛津 500mA、800mA、100mA 上海 500mA 等共七台带影像增强器的普通 X 射线机, 以及岛津 1250mA、奇异 (GE) 1250mA、东芝 1250mA、西门子 1250mA、2000mA、西门子 CORSKOP 和菲利普 H500C 等数字减影血管造影机 (DSA) 七台。上述 X 射线机中的上海 500mA 和岛津 1000mA 以及全部 DSA 的 X 球管均装置于诊视床下, 其余机型的球管均装置于诊视床上。在各家医院按照规范进行介入放射诊断治疗时, 用 FJ-347A 型 X 剂量仪检测主要操作者所在位置的头、胸、

腹、手等部位的 X 射线空气比释动能率。

1.2 对上述部份 X 射线机, 采用专门配置的有机铅玻璃防护屏, 铅玻璃与铅胶帘混合防护屏以及用铅胶帘或围裙简单防护进行介入操作时, 用 FJ-347A 型 X 剂量仪按上节 1.1 所述方法检测 X 射线空气比释动能率, 并与未加防护措施时的比释动能率进行比较。

## 2 调查结果

2.1 选择用于介入放射工作的床上球管 X 射线机 5 台, 床下球管 X 射线机 9 台, 在无防护条件下, 当其进行介入诊断治疗时, 用 FJ-347A 型 X 剂量仪测定主要操作者所在位置的头、胸、腹、手等相应部位处的 X 射线空气比释动能率, 如表 1 所列: 床上球管机操作者头、胸、腹、手等依次为:  $727.5 \pm 343.1 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ ,  $625.0 \pm 332.7 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ ,  $316.3 \pm 236.8 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ ,  $442.5 \pm 321.3 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ 。而床下球管机操作者各相应部位处则依次为:  $185.0 \pm 141.4 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ ,  $214.4 \pm 192.3 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ ,  $166.2 \pm 187.4 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ ,  $141.9 \pm 100.4 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ , 两者相应部位空气比释动能率比值分别为 3.93、2.91、1.90、3.12。

表 1 介入放射工作操作位 X 空气比释动能率

X 射线机球管 组装体位置	受照部位空气比释动能率 ( $\times 10^{-6} \text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ )			
	头部	胸部	腹部	手部
诊视床上部	$727.5 \pm 343.1$ (300~1010)	$625.0 \pm 332.7$ (150~850)	$316.3 \pm 236.8$ (55~550)	$442.5 \pm 321.3$ (20~800)
诊视床下部	$185.0 \pm 144.4$ (20~450)	$214.4 \pm 192.3$ (40~600)	$166.2 \pm 187.4$ (20~600)	$141.9 \pm 100.4$ (35~190)
床上球管位的空气比释动能率	3.93	2.91	1.90	3.12
床下球管位的空气比释动能率				

2.2 对部份 X 射线机在取用最大照野和相当管电压、管电流、使用水模模拟介入诊治时, 用 FJ-347A 型 X 剂量仪测定操作者所在位置相应部位的 X 空气比释动能率, 并与使用不同屏蔽防护用品测得结果相比如表 2 所示; 使用有机铅玻璃防护屏 (0.5mmPb) 时, 对东芝 800mA 床上球管机和西门子 CORKOP 床下球管机操作者相应部位 (除手部) 的 X 射线剂量减弱率分别为 97.9%~99.1% 和 85.9%~97.8%。采用铅玻璃 (1mmPb) 与铅胶帘 (0.5mmPb) 混合防护屏对菲力普 H5000C 床下球管机操作者相应部位 (除手部) 的减弱率则为 96.5%~99.0%。单纯使用铅围裙性腺部位减弱率可达 96.5%。将岛津 500mA 床上球管机的球管组装体及输出口周边用铅胶帘 (0.25mmPb) 覆盖, 则操作者相应部位 (除手部) 的 X 射线剂量减弱率为 41.7%~72.5%。

## 3 讨论

3.1 根据测定结果显示介入放射工作在不采取任何附加防护措施时, 操作者各部位所受剂量均明显高于国家标准规定的卧位透视时的剂量限值。不同部位所受剂量有一定差异, 在使用床上球管机型时, 操作者各部位剂量按头、胸、手、腹部依次降低, 而当使用床下球管机时, 操作者所受剂量则按胸、头、腹、手部位依次下降。结果还显示操作者在使用床上球管

机所受剂量明显高于使用床下球管机时所受剂量, 如按头、胸、腹、手等各部份相比较, 前者均分别为后者的 3.93、2.91、1.90 和 3.12 倍, 因此进行介入放射诊断或治疗宜用床下球管机型为好。使用不同 X 射线机, 选用不同照射条件, 如管压、管电流, 照射野不同或者由于介入诊断, 治疗不同脏器, 不同操作方法, 离球管不同距离等因素多会对操作者受照剂量带来影响。故而在介入放射工作开始前, 应对上述诸多因素按照最优化原则则选用最佳条件, 尽可能地降低受照剂量。

3.2 调查结果表明采取各种屏蔽防护措施, 能有效降低操作者受照剂量, 如采用有机铅玻璃防护屏对床下球管机操作者各部位剂量减弱为 85.9%~97.8%, 而对床上球管机操作者各部位剂量减弱率为 97.9%~99.1%, 更优于前者, 这种防护屏为整块宽 60cm、高 75cm 浅茶色盾形有机铅玻璃 (0.5mmPb), 防护屏通过多节连杆固定在房间顶板, 可由屏上把手按要求自由调节任何位置。混合型防护屏对床下球管机操作者的剂量减弱率为 96.5%~99.0%, 它是由上部一块面积为  $30\text{cm} \times 40\text{cm}$  用金属框固定的铅玻璃 (1mmPb), 下端连接面积为  $30\text{cm} \times 40\text{cm}$  的条带状铅橡胶帘 (0.5mmPb) 组成, 亦由多节连杆固定于房顶, 可以自由调节任何位置。此外, 因其上部采用无色透明铅玻璃, 铅当量较高, 防护效果较茶色有机铅玻璃屏更好, 视觉效果亦佳, 且因其下端铅胶帘柔软, 可以弯曲, 更有利于紧靠床侧, 近台操作。这二种防护屏用于介入放射工作, 防护

作者简介: 许晓虹 (1954~), 江苏苏州市人, 技师, 主要从事放射卫生防护。

表2 介入放射工作防护用品的防护效果

X 射线机型	照射条件	防护用品	受照部位空气比释动能率( $\times 10^{-6}\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$ )					
			头部	甲状腺	胸部	腹部	性腺	手部
东芝 800mA (床上球管)	76kV 1. 2mA	无防护	2500	3000	3500	3500	2000	3200
		有机 铅玻璃防护屏(0. 5 mmPb)	26. 5	25. 7	44. 4	46. 1	41. 0	3200
		* 防护剂量减弱率(%)	98. 9	99. 1	98. 7	98. 7	97. 9	0
西门子 CORSKOP (床下球管)	66kV 1. 25mA	无防护	180	190	200	250	270	200
		有机 铅玻璃防护屏(0. 5 mmPb)	4	5	5	33	38	200
		防护剂量减弱率(%)	97. 8	97. 4	97. 5	86. 8	85. 9	0
菲力普 H500C (床下球管)	78kV 7. 9mA	无防护	2000	2000	2000	2000	3000	2000
		* * 混合防护屏	30	26	20	70	30	2000
		防护剂量减弱率(%)	98. 5	98. 7	99. 0	96. 5	99. 0	0
岛津 500mA (床上球管)	82kV 1. 2mA	铅围裙	—	—	—	—	105	—
		防护剂量减弱率(%)	—	—	—	—	96. 5	—
		无防护	600	800	700	480	100	800
		铅胶帘(0. 5mmPb)	350	220	250	220	50	
		防护剂量减弱率(%)	41. 7	72. 5	64. 3	54. 2	50. 0	

\* 本表内所列防护剂量减弱率的意义如下式所示:

\* \* 混合防护屏由铅玻璃(1mmPb)与铅胶帘(0. 5mmPb)组成。

剂量减弱率=  $\frac{\text{无防护时剂量}-\text{采用防护后剂量}}{\text{无防护时剂量}}\times 100\%$

效果显著, 操作亦较方便, 但均由德国制造进口, 价格昂贵, 难以推广使用。若采用简易防护措施, 如用 0. 25mm 铅当量的铅胶帘覆盖于床上球管机的 X 射线球管组装体及输出部位, 可使操作者相当部位的受照剂量减弱 41. 7% ~ 72. 5%, 亦能达到一定防护效果。因此, 根据各自单位用于介入诊断治疗的 X 射线机及其工作场所的实际情况, 采用各种简便防护设备用以降低操作者受照剂量是可以做到的。根据检测还显示铅胶围裙用于介入放射工作可减弱受照剂量 96. 5%, 因此操作者在从事介入放射工作时穿戴铅围裙至关重要, 必不可少。

参考文献:

[ 1 ] 陈星荣, 等. 介入放射学[ M ]. 第 1 版. 上海: 上海医科大学出版社, 1989 年, 1 ~ 3.

[ 2 ] 刘凤君, 牟灿兴, 朱剑雯. 医用诊断 X 射线心血管造影工作人员和受检者受照剂量调查[ J ]. 中国辐射卫生, 1993, 2 (3): 130.

[ 3 ] 袁志强, 林秀华, 刘晓虹. 介入治疗的 X 射线防护监测与评价研究[ J ]. 中华放射医学与防护杂志, 1998, 18(2): 117.

[ 4 ] 朱世平, 等. 介入治疗的 X 射线防护[ J ]. 中华放射医学与防护杂志, 1996 16(3): 199.

收稿日期: 1999— 07— 21

(上接 30 页)

2. 2 包头与其它地区稀土产品放射性水平的比较 不同地区的稀土产品总  $\alpha$ 、总  $\beta$  放射性水平列于表 2。

由表 2 可见, 产品放射性水平比较: 氯化稀土为包头 < 江西 < 四川; 富镧氯化稀土和碳酸稀土为包头 < 四川; 氯化镧为

表 2 不同地区稀土产品总  $\alpha$ 、总  $\beta$  放射性水平( $\times 10^2\text{Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$ )

包头 < 江西 < 四川 < 广东; 碳酸镧为江西 < 包头 < 广东。其中包头地区产品放射性水平最低的原因: 一为原矿放射性水平相对较低, 二为出口的需要, 各稀土厂均采用先进工艺使其降低了放射性水平。

名称	产地	样品数 n	总 $\alpha$		总 $\beta$	
			范围	$\bar{x} \pm s$	范围	$\bar{x} \pm s$
氯化稀土	包头	23	0. 57 ~ 14. 10	4. 59 $\pm$ 3. 38	0. 24 ~ 7. 69	1. 77 $\pm$ 1. 57
	江西	3	6. 90 ~ 9. 70	8. 25 $\pm$ 1. 15	1. 99 ~ 4. 40	3. 40 $\pm$ 1. 02
	四川	2	12. 40 ~ 14. 10	13. 27 $\pm$ 0. 87	9. 62 ~ 11. 20	10. 41 $\pm$ 0. 79
富镧氯化稀土	包头	18	1. 81 ~ 15. 90	4. 42 $\pm$ 1. 93	0. 98 ~ 4. 10	1. 94 $\pm$ 0. 90
	四川	2	12. 90 ~ 15. 70	14. 30 $\pm$ 1. 40	5. 47 ~ 6. 55	6. 01 $\pm$ 0. 54
碳酸稀土	包头	8	1. 06 ~ 11. 60	7. 35 $\pm$ 3. 61	0. 14 ~ 3. 98	1. 68 $\pm$ 1. 05
	四川	4	12. 90 ~ 17. 60	15. 15 $\pm$ 2. 12	2. 37 ~ 4. 44	3. 22 $\pm$ 0. 81
氯化镧	包头	3	1. 81 ~ 5. 35	3. 65 $\pm$ 1. 45	1. 62 ~ 2. 79	2. 05 $\pm$ 0. 53
	江西	4	13. 60 ~ 36. 90	24. 58 $\pm$ 8. 28	1. 48 ~ 4. 83	3. 08 $\pm$ 1. 27
	四川	6	24. 50 ~ 77. 10	51. 45 $\pm$ 18. 13	1. 48 ~ 26. 40	11. 49 $\pm$ 8. 28
	广东	5	137. 00 ~ 488. 00	275. 80 $\pm$ 117. 20	17. 30 ~ 69. 20	39. 50 $\pm$ 16. 78
碳酸镧	包头	3	24. 00 ~ 47. 30	36. 77 $\pm$ 9. 64	6. 49 ~ 12. 60	10. 50 $\pm$ 2. 83
	江西	3	11. 00 ~ 15. 40	13. 17 $\pm$ 1. 80	1. 41 ~ 2. 91	2. 30 $\pm$ 0. 65
	广东	3	47. 30 ~ 76. 10	61. 00 $\pm$ 11. 80	16. 10 ~ 26. 40	22. 13 $\pm$ 4. 39

3 结论

综上所述, 包头地区稀土产品总  $\alpha$ 、总  $\beta$  放射性水平较其他地区低。其中, 在混合稀土化合物中, 又以氧化稀土类最低, 氢氧化稀土类最高; 单一稀土氧化物数量级均为  $10^2$ ; 稀土金属及合金中除混合稀土金属外, 数量级均为  $10^3$  或  $10^4$ 。而不同地区稀土产品放射性水平总的趋势为包头 < 江西 < 四川 < 广东, 符

合总的规律, 即离子吸附型矿 < 氟碳铈镧矿 < 独居石。

参考文献:

[ 1 ] 赵淑权, 江俭玲, 陈正国, 等. 用半导体  $\gamma$  谱仪分析稀土产品中放射性核素的含量[ J ]. 原子能科学技术, 1992, 26: 24 ~ 26

收稿日期: 1999— 06— 28