

## • 实验研究 Experiment research •

## 不同版本国际放射防护委员会建议组织器官权重因子对心脏介入诊疗所致有效剂量的影响

刘 彬, 白 玫

【摘要】 目的 对比采用国际放射防护委员会(ICRP)60 和 ICRP 103 组织器官权重因子计算冠状动脉血管造影术(CAG)及经皮穿刺腔内冠状动脉成形术(PCI)所致有效辐射剂量的变化。方法 采用在 ART 仿真人体辐照体模(fluka biomedical)躯干部分布放热释光剂量计的方法获得器官剂量,再将器官剂量按照不同版本 ICRP 组织器官权重因子加权求和获得有效剂量。分析有效剂量变化趋势及原因。同时计算有效剂量与剂量面积乘积(DAP)转换系数。结果 ICRP 103 对组织器官权重因子进行调整后带来了有效剂量的增加:CAG (6.88%) 和 PCI (8.46%)。对于 CAG、PCI 诊疗过程,权重因子的变化带来女性有效剂量的变化为 7.25%(8.76%),男性有效剂量的变化为 6.51%(8.17%);有效剂量对 DAP 的转换系数也从 0.10(0.13)变为 0.11(0.14)。结论 ICRP 103 对组织器官权重因子的调整导致了 CAG 和 PCI 诊疗过程所致患者器官剂量的增加,对于有效剂量增加幅度 PCI 略高于 CAG,女性患者略高于男性患者。有效剂量的增加有两方面原因:器官权重因子变化小而器官当量剂量大和器官当量剂量小但器官权重因子变化大。有效剂量和 DAP 之间转换系数的变化表明在介入放射工作中用转换系数估算患者有效剂量时要考虑新版本 ICRP 对组织器官权重因子的调整。

【关键词】 辐射剂量;介入放射学;冠状动脉血管造影术;经皮穿刺腔内冠状动脉成形术

中图分类号:R818.7 文献标志码:B 文章编号:1008-794X(2009)-12-0923-04

**Effective radiation dose in cardiac interventional procedures: the difference between ICRP publication 60 and publication 103** LIU Bin, BAI Mei. Department of Medical Engineering, Xuanwu Hospital, Capital University of Medical Sciences, Beijing 100053, China

【Abstract】 **Objective** to compare the calculated effective radiation dose variations in cardiac interventional procedures of coronary angiography (CAG) and percutaneous transluminal coronary angioplasty (PCI) by using the different tissue weighting factors recommended by ICRP Publication 60 with that recommended by ICRP Publication 103. **Methods** Measurements of organ doses were carried out with an anthropomorphic phantom equipped with thermoluminescent dosimetry. The effective radiation doses were separately calculated using the tissue weighting factors provided by ICRP 60 and provided by ICRP 103, and the results obtained from ICRP 60 were compared with that obtained from ICRP 103. Conversion factors of effective radiation dose to dose area product (DAP) were also calculated according to different publication. **Results** The variations in the effective dose were 6.88% for CAG and 8.46% for PCI. The effective dose variations in CAG and PCI were 7.25% and 8.76% for female and were 6.51% and 8.17% for male, respectively. The effective conversion factors of DAP were 0.10 ~ 0.11 and 0.13 ~ 0.14 for CAG and PCI, respectively, according to ICRP 60 and 103. **Conclusion** The variation of conversion factors of effective dose indicates that in making estimation of effective radiation dose by using the widely accepted conversion factors, the adjustment of organ weighting factors recommended by ICRP 103 should be considered. (J Intervent Radiol, 2009, 18; 923-926)

【Key words】 radiation dose; interventional radiology; coronary angiography; percutaneous transluminal coronary angioplasty

介入放射学借助于多学科交叉融合,这些年发

作者单位:100053 北京宣武医院医学工程科  
通信作者:白 玫

展尤为迅速,介入诊疗数量不断增加。由于介入诊疗过程通常需要依赖于医学影像实时导引才能实现,除了核磁共振和超声等非电离辐射成像导引手

段外,通常较多的是借助于 X 射线等电离辐射成像方法导引。加之大多数介入治疗过程复杂,持续时间长,患者和医师不可避免要受到一定程度的辐射伤害<sup>[1-3]</sup>。目前被人们公认的辐射效应主要有两类:随机性效应和确定性效应<sup>[4-5]</sup>。有效剂量是将组织及器官的当量剂量乘以其危险度有关的权重因子再求和,单位为希伏特(Sv)。由于考虑了不同组织器官对射线的敏感性,有效剂量与生物体辐射效应直接相关,被认为是监控辐射随机性效应最为恰当的剂量表征量。

组织器官的权重因子是由国际放射防护委员会(ICRP)建议的。最新版本 ICRP 103 对老版本 ICRP 60 中建议的组织器官权重因子进行了调整<sup>[6-7]</sup>。总的调整趋势是在强调某些器官对计算有效剂量重要性的同时也削弱了另外一些器官的作用。其中乳腺、性腺和其他器官的权重因子变化较大。性腺的权重因子有了较大幅度的下降,从 0.2 降低到了 0.08;乳腺和剩余器官的权重因子有了较大幅度的升高,从 0.05 提高到了 0.12。另外大脑和唾液腺也被纳入主要器官中。ICRP 103 新加入了一些剩余器官,包括胆囊、心脏、淋巴结、口腔黏膜和前列腺。图 1 给出了 ICRP 60 和 ICRP 103 对主要器官给出的权重因子。这次调整将对有效剂量的计算和辐射风险的评估产生影响。本项研究旨在采用体模实验的方法,对比采用 ICRP 60 和 ICRP 103 器官组织权重因子计算冠状动脉血管造影术(CAG)及经皮穿刺腔内冠状动脉成形术(PCI)所致有效剂量的变化。

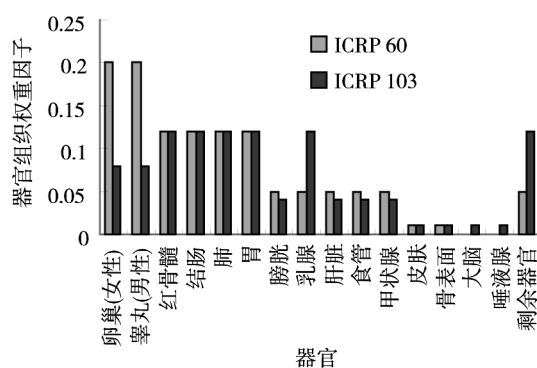


图 1 ICRP 60 与 ICRP 130 主要组织器官权重因子对比

## 1 材料与方法

### 1.1 曝光参数的确定

实验曝光参数由临床心脏介入诊疗过程的统计值确定。在首都医科大学所属的宣武医院介入放射学中心,采用等距抽样的方法选取 CAG 和 PCI 病例各 20 例,其中女 7 例,男 13 例,年龄平均 51 岁;

患者入选样本条件为体重为  $(70 \pm 10)$  kg。血管造影设备为西门子 AXIOM Artis 的 C 形臂 DSA 机,运用自动曝光模式。进行现场调查监测以积累基本数据,记录患者在诊疗过程中每个投照角度下所受 X 射线照射的剂量面积乘积(dose area product, DAP)。统计常用投照角度的平均累积 DAP 值作为体模实验的曝光条件。体模实验选取曝光参数的总原则是:体模实验累积 DAP 要与统计病例平均 DAP 相等,每个投照角度 DAP 的分配要以统计样本常用角度下平均 DAP 为参考。

### 1.2 有效剂量的测量

实验研究所使用的人体模型为 ART 仿真人体辐照体模(fluke biomedical)头部和躯干部分,该体模由组织等效材料制成,整个体模被切割成多层并可方便组合,体模各层在相应器官、组织的位置内布有插孔,可放置热释光剂量计 TLD 以方便器官剂量的测量。每个器官空间均匀布放测量点,每个测量点布放 3 个 TLD 剂量计以减小误差。器官布点数目为:卵巢(3)、睾丸(3)、红骨髓(28)、结肠(7)、肺(10)、胃(4)、膀胱(3)、乳腺(4)、肝脏(5)、食管(5)、甲状腺(4)、皮肤(267)、骨表面(28)、大脑(4)、唾液腺(2)、肾脏(4)、胰腺(2)、脾脏(2)、胸腺(2)、肌肉(57)、子宫/宫颈(2)、小肠(4)、大肠(7)、肾上腺(2)、淋巴结(20)、口腔黏膜(2)和前列腺(2)。红骨髓和骨表面剂量则由头骨、下颚骨、锁骨、肩胛骨等不同骨骼部分的剂量乘以不同系数加权后获得。红骨髓的加权系数为红骨髓活性成分在各个骨骼中的质量比重,骨表面的加权系数为矿化骨在各个骨骼中的质量比重。由于体模不包括四肢部分,在计算红骨髓和矿化骨器官剂量时,将四肢骨骼的权重平摊到其他骨骼中去,这会给有效剂量的计算带来一定的误差,但由于四肢骨骼在计算红骨髓和矿化骨时的权重系数很小,这个误差也比较小。本次实验采用的男性体模,对于女性有效剂量的测量是采用在外挂乳房附件、卵巢和子宫相应位置布放剂量计的方法测得。

获得器官剂量后,分别采用 ICRP 60 和 ICRP 103 给出的器官组织权重因子进行加权求和,以得到有效剂量,见公式 1。最终得到的有效剂量是男性有效剂量和女性有效剂量的平均值。同时计算有效剂量转换系数,即有效剂量和 DAP 的比值,分析转换系数的变化。

$$E = \sum W_T \cdot H_T \quad (\text{公式 1})$$

E 为有效剂量,WT 为 ICRP 建议的 T 组织或器

官权重因子,HT 为 T 组织或器官的当量剂量。

## 2 结果

ICRP103 对组织器官权重因子的调整带来了 CAG 和 PCI 所致有效剂量的增加:CAG (6.88%)和 PCI (8.46%),见图 2。对于 CAG 诊疗过程,女性有效剂量从 2.37 mSv 上升到 2.54 mSv,增加 7.25%;男性有效剂量从 2.39 上升到 2.54 mSv,增加了 6.51%。对于 PCI 诊疗过程,女性有效剂量从 7.26 mSv 上升到 7.89 mSv,增加 8.76%;男性有效剂量从 7.28 上升到 7.88 mSv,增加了 8.17%。图 3 反映了两种介入诊疗过程中男性、女性器官加权剂量(当量剂量乘以权重因子)的变化。对 CAG 诊疗过程而言,器官加权剂量增加较为明显的器官包括:乳腺、肾脏、胰腺、脾脏、肌肉、肾上腺、胆囊、心脏和淋巴结,器官加权剂量减低较为明显的器官包括:肝脏、食管和甲状腺。对 PCI 诊疗过程而言,器官加权剂量增加减小趋势基本与 CAG 相同,同时女性的性腺的加权器官剂量也有所减低。分别基于 ICRP 60 和 ICRP103 计算所得有效剂量与 DAP 的转换系数如表 1 所示。

表 1 不同版本 ICRP 组织器官权重因子计算所得有效剂量与 DAP 的转换系数 (mSv·mGy<sup>-1</sup>·cm<sup>-1</sup>)

版本	CAG	PCI
ICRP 60	0.10	0.13
ICRP 103	0.11	0.14

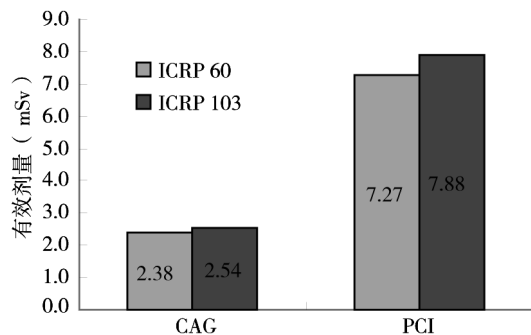
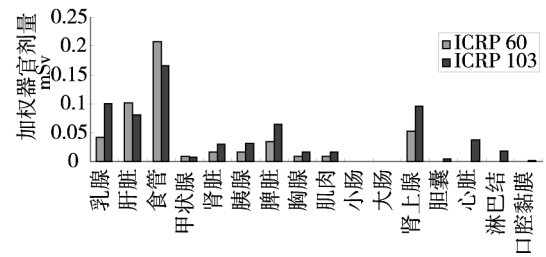


图 2 ICRP 103 相对于 ICRP 60 对组织器官权重因子的调整对 CAG 及 PCI 所致有效剂量的影响

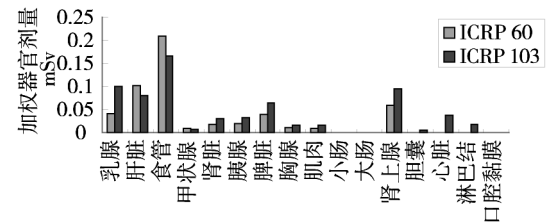
## 3 讨论

不同版本 ICRP 给出的组织器官权重因子使得 CAG 和 PCI 诊疗过程所致有效剂量有所提高。有效剂量增加幅度 PCI 略高于 CAG。有效剂量的增的主要原因为:ICRP 103 提高了一部分器官的权重因子。对于肾脏、胰腺、脾脏、胸腺、肌肉和肾上腺,这部分剩余器官权重因子仅提高了 0.0042,提高幅度



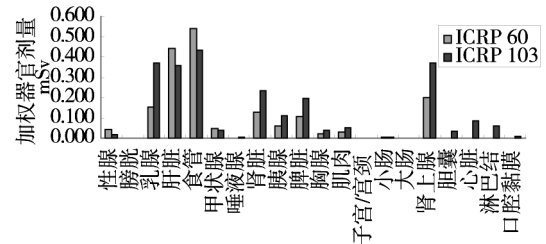
CAG诊疗过程

ICRP60与ICRP103加权器官剂量不同之器官对比(女性)



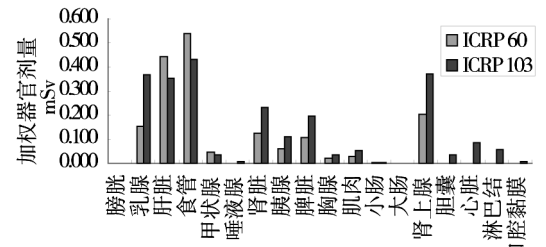
CAG诊疗过程

ICRP60与ICRP103加权器官剂量不同之器官对比(男性)



PCI诊疗过程

ICRP60与ICRP103加权器官剂量不同之器官对比(女性)



PCI诊疗过程

ICRP60与ICRP103加权器官剂量不同之器官对比(男性)

图 3 CAG 和 PCI 中采用不同版本 ICRP 组织器官权重因子计算男性、女性加权器官剂量的变化趋势。器官加权剂量为器官当量剂量乘以该器官的权重因子

并不大。但在 CAG 和 PCI 诊疗过程中,由于射线距离这些器官较近,器官的当量剂量比较高,因此加权器官剂量比较高,对有效剂量的增加有比较大的影响。对于乳腺权重因子提高了 0.07,本身当量剂量也比较大,因此加权器官剂量增加较大。作为 ICRP 103 新增加的剩余器官,心脏、胆囊、淋巴结和口腔黏膜都获得了 0.0092 的权重因子,因此对有效剂量的增加起一定作用。对于肝脏、食管和甲状腺,ICRP 103 将这些器官的权重因子从 0.05 降低到了 0.04,降低幅度只有 0.01,因此这些加权器官剂量减

少并不改变整体有效剂量增加的趋势。ICRP 103 对于性腺的权重因子降低幅度较大,从 0.2 降低到 0.08,但 CAG 和 PCI 诊疗过程射线集中部分距离性腺太远。除在 PCI 诊疗过程中女性卵巢剂量为 0.2 mSv 以外,CAG 和 PCI 中男性睾丸和 CAG 中女性卵巢的剂量当量均近似为零。因此,ICRP 103 对性腺的权重因子的调整对于 CAG 和 PCI 诊疗过程并无太大影响。

在 CAG 和 PCI 模拟诊疗过程的体模实验中,基于 ICRP 60 的男性有效剂量略大于女性有效剂量,其原因为:ICRP 60 建议的剩余器官中有女性特有的器官子宫/宫颈,因此对于女性其余剩余器官的权重系数为 0.005,对于男性为 0.0056,由于 CAG 与 PCI 诊疗过程中子宫和宫颈的器官当量剂量较低,因此,男性其余剩余器官获得的稍高的权重因子使得男性有效剂量略高。而在 ICRP 103 中,由于在剩余器官中加入了前列腺,使得剩余器官中男性、女性各自拥有的一个特有器官,因此剩余器官的权重因子均为 0.0092,不会使男性其余器官的加权剂量略大。而由于在 PCI 诊疗过程中女性卵巢和子宫都有一定的当量剂量,因此基于 ICRP 103,对于 PCI 诊疗过程来说女性的有效剂量略大于男性。在 CAG 诊疗过程中女性卵巢和子宫当量剂量均接近为零,因此基于 ICRP 103,对于 CAG 诊疗过程来说女性与男性的有效剂量相等。

由于在实施介入诊疗过程中患者有效剂量无法直接测量,通常会对于某种特定的诊疗过程使用被广泛接受的有效剂量与 DAP 的转换系数来估算有效剂量。本次实验结果显示,使用新版本 ICRP 权重因子计算的有效剂量与 DAP 的转换系数略有提

高。如果对于剂量较小的介入诊疗过程,用基于老版本得到的转换系数计算有效剂量绝对误差并不大,但对于是诊疗过程比较复杂,持续时间较长的诊疗过程,有效剂量的绝对误差就会比较大。因此,笔者建议根据新版本建议的组织器官权重因子从新确定转换系数,以更好的为介入放射学的剂量优化工作服务。

#### [参考文献]

- [1] International Commission on Radiological Protection. Avoidance of radiation injuries from medical interventional procedures [J]. ICRP Publication 85, Ann ICRP 2000, 30: 7 - 67.
- [2] Koenig TR, Wolff D, Mettler FA, et al. Skin injuries from fluoroscopically guided procedures: part 1, characteristics of radiation injury[J]. AJR, 2001, 177: 3 - 11.
- [3] 郑钧正. 加强医疗照射防护的重点工作[J]. 中华放射医学与防护杂志, 2005, 25: 105 - 106.
- [4] Miller DL, Balter S, Wagner LK, et al. Quality improvement guidelines for recording patient radiation dose in the medical record[J]. J Vasc Interv Radiol, 2004, 15: 423 - 429.
- [5] Miller DL, Balter S, Cole PE, et al. Radiation doses in interventional radiology procedures: the RAD-IR study part II: skin dose[J]. J Vasc Interv Radiol, 2003; 14: 977 - 990.
- [6] International Commission on Radiological Protection. 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 60 [M]. Ann. ICRP 21 (1-3) (Oxford: Pergamon Press) (1991).
- [7] International Commission on Radiological Protection. 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103 [M]. Ann. ICRP 21 (2-4) (Oxford: Pergamon Press) (2007).

(收稿日期:2009-06-19)



## 有效剂量的影响

作者: 刘彬, 白玫, LIU Bin, BAI Mei  
作者单位: 北京宣武医院医学工程科, 100053  
刊名: 介入放射学杂志 ISTIC PKU  
英文刊名: JOURNAL OF INTERVENTIONAL RADIOLOGY  
年, 卷(期): 2009, 18(12)  
被引用次数: 0次

## 参考文献(7条)

1. [Internation Commission on Radiological Protection Avoidance of radiation injuries from medical interventional procedures](#) [期刊论文] -
2. [Koeing TR, Wolff D, Mettler FA Skin injuries form fluoroscopically guided procadures: part 1, characteristics of radiation injury](#) [期刊论文] - [American Journal of Roentgenology](#) 2001
3. 郑钧正 加强医疗照射防护的重点工作 [期刊论文] - [中华放射医学与防护杂志](#) 2005
4. [Miller DL, Balter S, Wagner LK Quality improvement guidelines for recording patient radiation dose. in the medical record](#) [期刊论文] - [Journal of Vascular and Interventional Radiology](#) 2004
5. [Miller DL, Balter S, Cole PE Radiation doses in interventional radiology procedures: the RAD-IR study part II: skin dose](#) [期刊论文] - [Journal of Vascular and Interventional Radiology](#) 2003
6. [International Commission on Radiological Protection 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection](#) [期刊论文] - [Oxford: pergamon Press](#) 1991
7. [International Commission on Radiological Protection 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection](#) [期刊论文] - [Oxford: pergamon Press](#) 2007

## 相似文献(10条)

1. 期刊论文 白玫, 刘彬, 郑钧正, 彭明辰, BAI Mei, LIU Bin, ZHENG Jun-zheng, PENG Ming-chen 两种介入放射学(CA和PTCA)所致患者辐射剂量研究 - [中国医学影像技术](#) 2007, 23(12)  
目的 以首都医科大学宣武医院的介入放射学中心为现场, 着重选取介入放射学中较常实施的冠状动脉血管造形术(CA)和经皮穿刺腔内冠状动脉成形术(PTCA), 对这两种医疗实践所致患者的辐射剂量进行调查监测和评价, 探索临床介入放射学实践中较为恰当的监控方法。方法 现场调查监测两种介入放射学实践所致患者的面积剂量乘积(DAP)和介入参考点的累积剂量(CD)等, 样本积累了CA患者84例, PTCA患者51例; 采用基于蒙特卡罗技术的PCXMC软件, 根据现场在线监测的DAP和CD值数据, 估算患者器官或组织的吸收剂量和全身有效剂量水平。运用热释光(TLD)剂量测量方法进行人体模型模拟实验研究, 测量体内主要器官的吸收剂量, 并与软件估算的结果进行比较。结果 根据DAP和CD值采用软件估算得到的器官吸收剂量值与TLD测量的器官吸收剂量相比较, 经配对t检验, 检验结果 $P>0.05$ 。对于PTCA, 所监测的DAP范围为16423 mGy·cm<sup>2</sup>至161973 mGy·cm<sup>2</sup>, 介入参考点处的累积剂量CD值为287 mGy至2883 mGy, 有效剂量为2.3 mSv至20.1 mSv。对于CA, 所监测的DAP范围为7611 mGy·cm<sup>2</sup>至60538 mGy·cm<sup>2</sup>, CD范围为120.0 mGy至1016.0 mGy, 有效剂量为1.1 mSv至6.9 mSv。所得CA患者有效剂量与DAP值的转换系数为0.114 mSv·Gy<sup>-1</sup>·cm<sup>-2</sup>至0.139 mSv·Gy<sup>-1</sup>·cm<sup>-2</sup>; PTCA患者有效剂量与DAP值的转换系数为0.124 mSv·Gy<sup>-1</sup>·cm<sup>-2</sup>至0.142 mSv·Gy<sup>-1</sup>·cm<sup>-2</sup>。依据软件估算得到的介入患者各器官平均剂量水平和在线监测的CD值, 还建立两种介入放射学实践所致患者器官剂量与CD值的转换系数。结论 采用在线监测的DAP和CD值作为介入放射学实践所致患者辐射剂量的表征量, 可以比较方便快捷地估算出患者有关器官的吸收剂量和全身有效剂量, 为介入放射学实践及时提供患者受照的辐射剂量学信息, 有利于指导和加强介入放射学中患者所受医疗照射的防护, 有效防范患者可能受到的潜在电离辐射危险。并且提供了建立相应医疗照射指导水平的表征量和参考水平。
2. 期刊论文 徐国千, 涂戔, 肖锋, 万骏, 刘犁, 周菊英, 刘一之, Xu Guoqian, Tu Yu, Xiao Feng, Wan Jun, Liu Li, Zhou Juying, Liu Yizhi 介入放射学诊疗中患者所受辐射剂量调查研究 - [辐射防护](#) 2006, 26(3)  
本文调查了在某医院接受介入放射学诊疗的405例患者的人口统计学和辐射剂量数据信息。研究发现, 同一介入操作的不同患者在剂量数据上有较大的差异; 除个别部位外, 同一部位的不同介入操作类型之间在剂量和相关数据上有显著性差异; 而不同部位介入操作间在剂量和相关数据上多数具有显著性差异。20%的患者(79/405), 主要是脑血管、肝脏、盆腔介入操作等的累积剂量CD(cumulative dose)超过1Gy。各种栓塞操作、经颈静脉肝内门体静脉分流术和经皮经肝胆管引流术等是和患者的高辐射剂量相联系的。CD和剂量-面积乘积DAP(dose-area-product)的总体相关性较好( $r=0.92$ ,  $p<0.01$ ); 摄影CD与摄影DAP、透视CD与透视DAP均显示较好的相关性( $r$ 分别为0.95、0.88,  $p$ 均 $<0.01$ )。由摄影帧数和透视时间分别估算摄影CD(或DAP)与透视CD(或DAP), 再将两者结合预测总CD(或总DAP)比较精确。
3. 期刊论文 王金龙, 凌锋, 李亚春, 宋庆斌, 黄居义 100例脊髓血管畸形介入检查或治疗的辐射剂量分析 - [中国医学影像技术](#) 2003, 19(9)  
目的 测量在脊髓血管畸形的介入放射学检查及治疗过程中患者及介入医生所受到的X线辐射剂量; 分析影响X线辐射剂量的因素及其减低剂量的途径和方法。方法 应用热释光测量法对我中心近期100例脊髓血管畸形进行介入放射学检查和(或)介入治疗辐射剂量测量。结果 全脊髓血管造影患者皮肤剂量范围0.009~2.032Gy, 介入医生所受剂量范围0.225~1.601mGy; 进行栓塞治疗时患者皮肤剂量范围2.131~9.874Gy, 介入医生所受剂量范围0.307~2.462mGy。结论 全脊髓血管造影是诊断脊髓血管畸形的金标准, 并为手术或介入治疗提供重要依据。介入栓塞治疗是治疗脊髓血管畸形的重要而有效的方法之一, 但是患者及介入医生所受的X线辐射剂量很大, 个别患者可出现急性放射性皮肤红斑、脱发等症状。因此应该采取有效的防护措施来减低X线辐射剂量。
4. 期刊论文 宋福祥, 刘智慧, SONG Fu-xiang, LIU Zhi-hui 放射性介入操作中患者和工作人员辐射剂量及健康危险 - [医学综述](#) 2008, 14(24)  
介入放射学在过去20多年来迅速的发展, 其在临床上的应用日益广泛, 给患者带来了巨大的利益。与此同时, 由介入诊断治疗操作中所导致的辐射剂量已引起人们越来越多的关注, 尤其是考虑到该项操作的频率不断增加和日趋复杂化, 而患者接受的剂量可能大到能引起患者的皮肤和眼晶体损伤, 而工作人员也可受照剂量高到诱发机体产生一系列生物学效应, 因而辐射防护问题已引起了国内外的重视。本文的研究主要集中于两个方面: 目前放射性介入操作中的剂量水平、操作人员和患者的辐射危险。
5. 期刊论文 刘伯山, 张玉香, 邹英华, LIU Bo-shan, ZHANG Yu-xiang, ZOU Ying-hua 腹部介入放射学所致患者辐射剂量分析 - [中国医学影像技术](#) 2007, 23(12)  
目的 通过对腹部不同介入治疗过程中患者所受辐射剂量大小的分析, 探讨影响辐射剂量的主要因素。方法 对156例接受腹部介入操作患者的临床和技术资料进行回顾性分析, 按手术类别分为8组, 记录每组患者在接受过程中所受透视、摄影剂量面积乘积值和透视时间, 并对各组结果进行统计学的描述性分析。结果 8组的透视和摄影DAP值范围分别为10.9~398.0 Gy·cm<sup>2</sup>、10.8~865.3 Gy·cm<sup>2</sup>, 透视时间范围是1.9~55.6 min。肝癌栓塞化疗、肾动脉支架、肾癌栓塞、肝血管瘤栓塞、子宫栓塞化疗、脾动脉栓塞组的DAP(dose-area product, DAP)值(77.3~217.7 Gy·cm<sup>2</sup>)较高; 肝癌栓塞化疗、肾动脉支架、肾癌栓塞、肝血管瘤栓塞、PTBD组透视时间(12.7~18.6 min)较长。结论 不同类别腹部介入操作, 患者所受辐射剂量差异较大, 介入操作过程中, 应采用合理措施, 在达到预期诊断和治疗的前提下, 使患者所受辐射剂量合理降低。

## 6. 期刊论文 [肖锋, 涂戣, 徐国千, 周菊英, 刘一之, Xiao Feng, Tu Yu, Xu Guoqian, Zhou Juying, Liu Yizhi 脑血管介入放射学操作中患者受照剂量的研究—辐射防护](#)2008, 28 (3)

采用穿透电离室型剂量测量系统, 对在某医院行脑血管介入放射学操作的130例患者所受的 辐射剂量进行了测量. 结果表明, 造影组的剂量面积乘积和累积剂量分别为(17 937±15 8 74) cGy·cm<sup>2</sup>和(759±958) mGy, 栓塞组的剂量面积乘积和累积剂量分别为(28 119 ±17 828) cGy·cm<sup>2</sup>和(1 335±717) mGy, 栓塞组明显高于造影组. 在所研究的130例患者中, 约有4. 6%的患者累积剂量超过2 Gy, 主要是脑血管栓塞术患者, 提示要加强对这些患者的防护.

## 7. 期刊论文 [白玫, 刘彬, 王晓峰, 彭明辰, Bai Mei, Liu Bin, Wang Xiaofeng, Peng Mingchen 介入放射学辐射剂量参考水平的调查—首都医科大学学报](#)2005, 26 (6)

以辐射防护最优化理论为指导, 以施行较多且所致辐射剂量较大的经皮穿刺腔内冠状动脉成形术(PTCA)及冠状动脉血管造影术(CA)为典型手术, 对介入放射学剂量参考水平进行了测量并进行了相关统计分析.

## 8. 学位论文 [刘伟 介入放射学辐射剂量水平与防护设施的研究](#) 2008

介入放射学(interventional radiology)自七十年代末在发达国家兴起后, 由于其技术先进, 发展很快, 现已可对多种疾病进行诊断或治疗. 在我国, 不少县级以上医院也先后开展介入放射学工作. 由于在操作中需放射工作者长时间在床边通过电视显示器进行跟踪, 因此易受到较多的散射线照射, 患者也将接受较高剂量, 对此应引起足够注意. 为了弄清介入放射学的辐射剂量水平和放射工作者防护现状, 我们开展本项目研究, 以期通过研制防护设施及提出合理应用等措施降低工作人员和患者剂量, 以保护他们健康.

### 一、介入放射学诊疗中患者剂量研究

1、介入放射学诊疗中人体模型内吸收剂量测试, 采用国产中国标准人体模型, 在ICRP规定的器官或组织中布放自制LiF(Mg, Cu, P)热释光剂量元件. 在床上球管机和床下球管机两种不同情况下, 选择各自曝光常规条件, 对头部、胸部和腹部三个部位介入放射学诊疗时人体模型器官或组织的吸收剂量进行测试并估算全身有效剂量. 计算出全身有效剂量与人体模型体表照射量的比值. 其中后者的床上球管机头、胸、腹部分别为0.233、3.84、2.10Sv/C·kg<sup>-1</sup>; 床下球管机头、胸、腹部分别为0.0415、0.211、0.333Sv/C·kg<sup>-1</sup>. 由此值结合患者体表照射量可很方便地估算患者全身有效剂量.

2、介入放射学诊疗病人体表照射量. 本研究调查的介入放射学诊疗例数: 床上球管机头部介入诊疗68例、胸部92例、腹部85例; 床下球管机头部72例、胸部84例、腹部76例, 其中诊断约占30%. 病人体表照射量仍采用在射野内布放热释光剂量元件方法. 结果表明, 床上球管机头、胸、腹部体表照射量(中位值)为8.90×10<sup>-4</sup>C·kg<sup>-1</sup>、5.52×10<sup>-4</sup>C·kg<sup>-1</sup>和24.16×10<sup>-4</sup>C·kg<sup>-1</sup>; 床下球管机头、胸、腹部为13.6×10<sup>-4</sup>C·kg<sup>-1</sup>、53.97×10<sup>-4</sup>C·kg<sup>-1</sup>和24.46×10<sup>-4</sup>C·kg<sup>-1</sup>. 分别比常规X射线诊断造成的患者体表照射量高[3]1.7~8.1倍和2.7~21.8倍.

3、介入放射学诊疗病人有效剂量. 根据患者体表照射量和由人体模型得到的有效剂量与体表照射比值得出病人全身有效剂量. 床上球管机: 胸部(3.24mSv)>腹部(2.43mSv)>头部(0.27mSv); 床下球管机: 腹部(3.56mSv)>胸部(2.42mSv)>头部(0.50mSv). 相同部位有效剂量中位值并无很大差异, 但胸、腹部明显高于头部. 其数值与胸、腹部X射线CT检查患者有效剂量(中位值)3.25~3.64mSv[4]相近, 比普通X射线诊断检查要高1~3倍.

### 二、介入放射学工作人员剂量研究

1、介入放射学工作人员剂量测试. 对46名介入放射学工作者(包括助手)进行为期三个月监测, 将热释光剂量元件分别佩戴在铅围裙内、外的左胸位置, 铅围裙外腹部位置、铅围裙外、铅胶帽外前额和左上臂上. 详细记录操作曝光条件、曝光时间、毫安秒总量及手术名称. 结果表明, 每次操作时工作人员体表受照剂量, 上半身部位: 床上球管机>专用机(C形臂加DSA)>床下球管机; 腹部以专用机为大. 铅围裙可使躯干部位受照剂量减少90%以上.

2、介入放射学操作位置空气比释动能率测试. 对不同机器床边操作位置不同高度空气比释动能率进行现场仪器测试. 其结果与热释光剂量元件测试结果基本一致. 可见, 改进防护降低操作位置剂量水平将对减少工作人员有效剂量起重要作用.

### 3、介入放射学工作者有效剂量估算

利用佩戴在工作者身体不同位置的热释光剂量元件提供的数据, 根据有关文献[2, 5, 6, 7, 8]提供的原则和部分试验数据, 结合床上球管机和床下球管机两种不同辐射场, 在国内首次采用分部相加法进行有效剂量估算.

分部相加法是将铅围裙内左胸体表剂量作为防护时躯干剂量或用防护效果0.9反推无防护时的躯干剂量, 有可能高估. 另包括头、颈及四肢在有无防护的不同情况下的剂量. 分别对不同情况估算不同防护状态下的全身有效剂量.

介入放射学工作者年有效剂量结果是: 佩戴个人防护用品为0.051~0.872mSv; 未使用肘套为0.110~1.874mSv; 未使用任何防护用品为0.342~5.37mSv. 这是根据年工作量平均100次的估算. 比较直观反映介入放射学工作者剂量还可利用平均每次操作的有效剂量. 其结果是, 佩戴个人防护用品为0.148~9.64μSv; 未使用肘套为0.320~20.721μSv; 未使用任何防护用品为0.992~59.24μSv. 不同类型X射线机操作的工作人员有效剂量高低与体表受照剂量大小是一致的, 即床上球管机>C形臂加DSA>传统床下球管机.

如果从外照射个人监测角度考虑, 介入放射学工作者的个人年剂量可能有相当一部分会超过50mSv·a<sup>-1</sup>剂量限值, 这可以从附件二的表2中未使用防护用品时左胸部位的单次操作剂量2.1~280μGy来判断. 用分部相加法估算的有效剂量更确切反映介入放射学工作者实际受照剂量, 是对个人剂量监测的重要补充, 这项工作是在首次在国内进行.

### 三、介入放射学辐射场分布及防护设施研究

1、辐射场分布与介入放射学工作者剂量有密切关系. 针对床上球管机和床下球管机这两类设备, 用仪器现场测试与病人(人体模型)不同距离, 不同角度, 距地面1米高平面上的空气比释动能率的分布. 测试点以射野中心和床边交点为0, 向右每25cm(+)和向左每25cm(～)为测试点线, 离开床边每隔25cm为一条测试点线, 这两线相交点即为测试点. 选取胸、腹部诊疗曝光条件: 床上球管机85kV, 1.5mA; 床下球管机85kV, 2.5mA. 测试结果见附件三的表1和表2, 其分布有一定相似性, 但床上球管机在各测试点的剂量平均高于床下球管机约30%.

在距中心25~75cm区域的空气比释动能年为0.15~2.8mGy/h平均值为1.17mGy/h, 此值均超过普通X射线机铅位透视0.13mGy/h的标准[9]. 因此加强介入放射学放射防护是十分必要的.

### 2、介入放射学防护设施研制

介入放射学防护设施研究的目的是制作一种组合式防护设施, 既适用床上球管机又适用床下球管机, 在具体应用时, 可根据X射线机特点, 适当加或减的方法. 这些防护设施将使操作者受照剂量明显减少. 同时, 个人防护用品(铅胶围裙、铅胶围脖、铅胶帽及铅手套)在操作时必须佩戴.

本研究采取的主要防护设施有:

- (1) 可移动式床侧立地防护屏, 高80cm~85cm, 防护厚度2mmPb, 床下球管机使用.
- (2) 悬吊铅胶帘: 规格2000mm×1000mm, 防护厚度2mmPb. 可随天轨移动并可360度旋转. 主要是阻挡来自主射线的散射线.
- (3) 悬吊铅玻璃: 规格350mm×450mm, 防护厚度2mmPb. 可随天轨移动并可360度旋转. 主要减少操作者头颈部受照剂量, 对床上球管机尤为重要.
- (4) 防护手术手套, 防护厚度为0.03mmPb, 外可再戴外科乳胶手套.

防护设施防护效果评价: 床下球管机操作者胸部以下部位防护效果80%以上, 床上球管机防护效果60%~90%, 胸腹部剂量降低率比床下球管机小. 因此, 必须强调同时要正确使用个人防护用品.

### 四、小结

本研究对介入放射学诊疗中病人剂量水平和工作人员受照剂量进行调查测试, 并利用仿真人模型取得一系列剂量与体表照射量的转换系数, 估算了病人有效剂量和工作人员年有效剂量. 进行辐射场分布测试和防护设施研制, 使操作位置剂量水平大幅度下降.

本研究用分部相加法估算介入放射工作者年有效剂量.

本研究就全面调查测试和估算介入放射学水平状况, 为改进防, 减少受照剂量提供了依据.

## 9. 会议论文 [李开宝, 安品刚 医学辐射新设备和新技术对辐射剂量与防护的挑战](#) 2004

放射诊断和治疗是医学的主流技术之一, 有着广泛的社会需求, 随着我国经济的发展, 新设备和新技术不断涌现. 放射治疗已从传统治疗方式发展到立体定向、调强适形、血管内和术中种植等放射治疗. 这些医学辐射新设备和新技术的应用使我国的放射诊断和治疗水平提高到一个新阶段, 同时也对辐射剂量与防护提出了不少新问题. 本文将对放射治疗、放射诊断与介入放射学和核医学中辐射剂量与防护所面临的主要问题作简要介绍.

## 10. 期刊论文 [肖锋, 徐国千, 涂戣, 周菊英, 刘一之 肝脏介入操作所致患者辐射剂量的初步研究—苏州大学学报\(医学版\)](#) 2005, 25 (3)

目的测量在肝脏介入操作过程中患者所受到的X射线的辐射剂量. 方法应用热释光测量法、非均匀组织等效拟人体模型实验数据结合实际操作条件等方法, 对85例行肝脏介入操作的患者进行辐射剂量测量. 结果肝脏介入操作所致患者最高皮肤剂量范围为179.95~1759.00mGy, 有效剂量为29.22 mSv(男)和29.27mSv(女). 结论肝脏介入治疗患者所受到的X线辐射剂量很大, 应该采取有效的防护措施来降低患者所受到的X线辐射剂量.

本文链接: [http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical\\_jrfsxzz200912012.aspx](http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_jrfsxzz200912012.aspx)

授权使用: qknfy(qknfy), 授权号: 74f5c909-83b5-4778-91d9-9df70176352b

下载时间: 2010年9月20日