

国际放射防护委员会 (ICRP) 年度报告
国际放射防护委员会 (ICRP) 第105号出版物

医学中的放射防护

Radiological Protection in Medicine

主译 岳保荣 韩艳清
审校 尉可道



人民军医出版社

PEOPLE'S MILITARY MEDICAL PRESS

国际放射防护委员会(ICRP)年度报告

国际放射防护委员会(ICRP)105号出版物

医学中的放射防护

Radiological Protection in Medicine

译者 岳保荣 韩艳清

审校 尉可道



人民军医出版社

PEOPLE'S MILITARY MEDICAL PRESS

北京

图书在版编目(CIP)数据

医学中的放射防护/国际放射防护委员会编著;岳保荣,韩艳清译. —北京:人民军医出版社,2015.5

ISBN 978-7-5091-8350-2

I. ①医… II. ①国…②岳…③韩… III. ①放射医学—辐射防护 IV. ①R14

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 075340 号

Radiological Protection in Medicine,

Authorized translation from the English language edition copyright.

©2009 Translated by kind permission from ICRP, All rights reserved.

著作权合同登记号:图字 军-2014-235 号

策划编辑:高爱英 文字编辑:刘海芳 高磊 责任审读:王三荣

出版发行:人民军医出版社

经销:新华书店

通信地址:北京市 100036 信箱 188 分箱

邮编:100036

质量反馈电话:(010)51927290;(010)51927283

邮购电话:(010)51927252

策划编辑电话:(010)51927300—8172

网址:[www. pmmp. com. cn](http://www.pmmp.com.cn)

印、装:京南印刷厂

开本:850mm×1168mm 1/32

印张:2.375 字数:47千字

版、印次:2015年5月第1版第1次印刷

印数:0001—3500

定价:15.00元

版权所有 侵权必究

购买本社图书,凡有缺、倒、脱页者,本社负责调换

前 言

多年来,国际放射防护委员会(ICRP)(以下简称委员会)在医用放射防护与安全方面已发布了许多报告,第73号出版物是这方面的一个综合总结。

近年来,委员会也注意到了一些存在困难的特殊情况,而且试图针对这些情况提出的报告,以解决他们每天工作遇到的问题,并通过各种努力,使得这些报告能够广泛传播实施。

当2007年建议书在草案形成过程中,委员会就决定作为建议书的支持导则批准编写关于在医学中放射防护和安全的一个新的综合总结,而且作为第73号出版物的修正和升级版本。

为了这样一种特别目的,委员会没有按照惯例形成任务组,取而代之的是第三委员会作为一个任务组担当全部工作,没有吸纳第三委员会以外的任何成员。任务组的全体成员由核心组成员和通信组成员组成:

C. Cousins M. Rosenstein (任务组主席) E. Vano

在本报告准备期间,第三委员会其他委员作为本报告的通信成员,他们是:

J. -M. Cosset	I. Gusev	Y. Li
J. Liniecki	P. Ortiz Lo'pez	S. Mattsson
L. V. Pinillos-Ashton	M. M. Rehani	H. Ringertz
C. Sharp(-2006)	Y. Yonekura	

C. Cousins 是第三委员会的主席,J. -M. Cosset 是副主席,E. Vano是秘书。

本报告于2007年10月经ICRP委员投票(邮寄)批准。

医学中的放射防护

ICRP 105 号出版物

2007 年 10 月 ICRP 主委会批准

摘要

本报告是为了支持委员会 2007 年关于患者(包括慰问者、陪护人员和生物医学研究中的志愿者)的医疗照射而编写的建议书,它阐述了委员会 2007 年建议书对这些个人适当应用的基本原则(正当性、防护的最优化和剂量限值的应用)。

关于患者的医疗照射,应用剂量限值或剂量约束是不适当的,因为这样的限值的应用常常使得弊大于利。通常,患者同时伴有慢性的或严重的疾病,甚至危及生命的一些医学情况,此时考虑的医疗问题比之辐射的照射更加紧迫。然而,需强调的是医学程序的正当性和放射防护的最优化。在诊断和介入程序中,对程序的正当性(对于一项程序的特定目的和每个患者程序判断)和对医学任务相称患者剂量的控制,为避免不必要的或无效益的辐射照射必须采取适当的措施。设备的一些性能对患者剂量控制带来了方便,在相应国家、地区和当地的诊断参考水平可能是患者剂量控制最有效的方法。在放射治疗中,避免事故发生是一项重要的任务。关于安慰者、陪护人员和生物医学研究中的志愿

者,规定剂量约束值是适当的。

在过去十多年间,委员会已出版大量文献资料,对电离辐射在医学应用中的放射防护和安全提供了详细的建议。每一个出版物都阐述了对每一类型辐射源和该源在该医学科目中的应用所规定的一个专门论题,采用与相关医学专科医师和相关辅助人员直接沟通的方式编写而成的。本报告把这些出版物中一些建议组合成一体。

编者的话

基础与原理

利用这本节,对每一个新的报告在发行之际加以评论,同时本书提供一个良好的机会来着重讲一讲委员会时下所关注的一些热点话题和新闻。在讲完涉及这个报告的一些内容之后,我在下面将重新讲述委员会对氡放射性核素评论的一些内容。

医疗照射是独特的。这个报告是为支持委员会 2007 年建议书(ICRP,2007)的一份“基础文件”之一。虽然 2007 年建议书中有关生物学和物理学方面的详细阐述构成基础文件而以报告中的附录 A 和附录 B 的形式出版的,但是我们认为这份总结性报告作为一个独立的文件是比较好的,特别是对于那些直接担心医用辐射而且要求获得有关医疗照射防护政策详细信息的读者都是有帮助的。

该报告中的主要论题是对患者的医疗照射有一些独特的考虑和这些独特考虑是如何影响对辐射防护基本原则的应用。剂量限值根本不适用于医疗照射,为了某一特定医学目的,使用适当剂量水平的电离辐射是利大于弊的一种基本手段。

患者放射防护的正当性不同于其他一些辐射应用的正当性,通常在医学应用中同一个人在某一种医学程序中既可享受到利益又可遭受到风险(可能还存在另外一些特殊情况考虑,如:与患者剂量相关联的工作人员伴随职业性照射或者有时可能存在患者和工作人员之间做到一种相互平衡;又如某些 X 射线普查计划可能会对群体获得好处,而不是对每一个被普查的个人会产生利益。但是通常情况下,风险和利益会出现在同一个人身上)。因

此,在每天的医学实践中存在一个很重要的事实:对于一种方法或一种医学程序被认为是正当的,但是未必意味着把它们应用到某一特定患者也是正当的。

患者放射防护最优化也是独特的。首先,对于放射治疗完全不同于任何其他情况;某个人接受剂量是有目的性的,对于每一项放射治疗的行为都具有潜在杀死肿瘤细胞的性质。在这种情况下,最优化已成为一项必须做的工作,包括对周围组织给予尽可能低的剂量和(或)使其尽可能降低有害效应,但又不会损失预先已确定的和有目的的对靶体积施予的致死剂量和效应。

在诊断程序中对患者的防护最优化,一方面,同一个人既得到利益,也承受着一定风险;另一方面,过分对患者个人剂量限制可能会对这个程序的医学目的产生相反效果。因此,在这种情况下,辐射源相关的个人剂量约束是不适用的。相反,对于一项特定医学程序的诊断参考水平(DRLs)(仅使用于一组相似患者而不使用于个人)的使用能保证在一些相同程序的放射科室之间患者剂量不会有太大的偏离,除非这种偏离是已知的、恰当的和有可接受理由的。诊断参考水平与委员会的惯用实用防护政策的平衡方式截然不同,这些防护政策是依据集体剂量评价,而对于个人使用剂量约束进行道义上的安全评价。而在医学中的放射防护政策是辐射照射与医学目的要相互平衡。

在该报告中详细地讨论了这些不同的考虑,此外,该报告还包括对委员会近期出版的一系列关于医学放射防护中当前存在一些问题的专题报告提供建议的评论。

虽然对当前氚放射性核素的辐射权重因数 W_R 值认为是足够的。但是综上所述,已暗示对一些防护量和辐射权重因数与组织权重因数的计算和应用在医学范围仍需要仔细地考虑。当然,这些防护量在所有的照射情况中都是一些基本的思考问题,这也是有时进行热烈辩论的原因。最近对于氚的 β 辐射的相对生物效能(RBE)和氚在常规放射防护中采用的辐射权重因数 W_R 仍

是讨论较多的问题。简而言之,在某些情况下,至少有些证据表明,氡相对于 γ 射线的 RBE 值为 2,这对于在低剂量下诱发癌症可能是适用的,与之相反,这就引起一个疑问,为什么委员会仍然推荐对氡的 W_R 为 1 呢?

实际上,这个答案对于计划照射情况,适当的防护水平是由被约束的最优化决定的,其剂量结果是相关剂量限值的一小部分。在对氡辐射的 RBE 估算中存在许多不确定性,使用参考人定义有效剂量或用参考模体估算有效剂量为基础的假设中具有许多随意的简化处理。因此,在当量剂量和有效剂量的计算中增加了复杂性可能不会对辐射防护有所改善,反而提示这种计算中的精确度得不到保证。

为了更加全面理解这个话题,可以参阅由 Harrison 和 Day (2008)在放射防护杂志上发表的一篇关于内照射发射体的剂量和风险的估算使用的方法学的文章。在这个杂志上对同一个话题由 Cox(主委员会副主席)、Menzel(第二委员会主席)和 Preston(第一委员会主席)三人在一篇特邀社论中阐述了委员会的立场。这两篇文章都可以在下述网页上免费下载, www.iop.org/EJ/Journal/JRP, 将这两篇文章作为指定推荐材料,对于制定涉及与内照射发射体方面,特别是有关氡发射体方面的放射防护政策的人员阅读是有帮助的。

Jack Valentin

参 考 文 献

- [1] Cox, R. ,Menzel, H. -G. ,Preston, J. ,2008. Internal dosimetry and tritium-the ICRP position. J. Radiol. Prot. 28,131-135.
- [2] Harrison, J. D. ,Day, P. ,2008. Radiation doses and risks from internal emitters. J. Radiol. Prot. 28,137-159.
- [3] ICRP,2007. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, ICRP Publication 103. Ann. ICRP 37 (2-4).

目 录

1	背景	1
1.1	参考文献	3
2	电离辐射在医学中的应用	5
2.1	参考文献	6
3	放射防护生物学基础简述	8
3.1	确定性效应(组织反应)	8
3.2	随机性效应(癌症和遗传效应)	8
3.3	宫内照射的效应	10
3.4	参考文献	11
4	剂量学的量	12
4.1	参考文献	14
5	2007年建议书中的放射防护框架	15
5.1	源相关的原则	15
5.2	个人相关的原则	16
5.3	参考文献	17
6	医学中患者放射防护的一些独特方面	18
6.1	谨慎思考的照射	18
6.2	自愿照射	18
6.3	无症状人员医学筛查	19
6.4	放射治疗	19
6.5	辐射剂量控制	19
6.6	患者人群的人口统计资料	20
6.7	医学中使用辐射所致危害的范围	20

6.8	参考文献	21
7	术语“实践”的讨论	22
7.1	参考文献	22
8	医学放射实践的正当性	23
8.1	一种确定的放射学程序的正当性(第二层次)	24
8.2	个体患者某种放射学程序的正当性(第三层次)	25
9	医疗照射中患者防护的最优化	26
9.1	一般途径	26
9.2	诊断参考水平和剂量约束的应用	26
9.3	医疗照射的控制	27
10	诊断参考水平	29
10.1	诊断参考水平(第 60 号和第 73 号出版物)	29
10.2	诊断参考水平(支持导则 2)	31
10.3	参考文献	33
11	个人剂量限值	34
12	预防放射治疗中的事故	35
12.1	参考文献	36
13	含有放射性物质的事件和事故的处理	37
13.1	参考文献	38
14	教育和培训	39
15	管理制度	40
16	除患者以外的其他人员的实用防护方法	41
16.1	职业照射	41
16.2	公众照射	42
16.3	生物医学研究中志愿者的照射	42
16.4	患者慰问者和陪护者的照射	43
16.5	参考文献	44
附录 A	医学中放射防护的一些评价汇总	45
A.1	妊娠与医疗照射(第 84 号出版物)	46

A. 2	介入程序(透视引导)(第 85 号出版物)·····	47
A. 3	放射治疗中的事故照射(第 86 号出版物)·····	48
A. 4	计算机体层摄影(第 87 号出版物)·····	50
A. 5	执业医师指南(支持导则 2)·····	51
A. 6	数字放射学(第 93 号出版物)·····	51
A. 7	非密封放射性核素(治疗后的患者出院)(第 94 号 出版物)·····	53
A. 8	高剂量率近距离治疗(事故)(第 97 号出版物)·····	54
A. 9	用永久性放射源近距离治疗前列腺癌(辐射安全) (第 98 号出版物)·····	55
A. 10	多排探测器计算机体层摄影(第 102 号出版物)·····	57
A. 11	参考文献·····	58

1 背 景

(1)第 73 号出版物(ICRP,1996)名称为“医学中的放射防护与安全”,它是在 1990 年建议书(ICRP 1991a)的基础上扩展了在医学中的应用。现在这个文件是由 ICRP 第三委员会准备的,他们扩充了第 73 号出版物的内容,以加强 ICRP 2007 建议书(ICRP,2007d)关于患者的医疗照射,包括患者的慰问者、陪护人员以及生物学研究中的志愿者。

(2)十多年来,委员会已经出版了许多文件,这些文件由第三委员会准备,对电离辐射在医学中应用的放射防护与安全提供了详细的建议。每一个出版物都有一个明确的主题,即对应一个特定的医学领域中所应用的放射源类型,而且,与相关的医学专业医师和其他一些临床人员直接沟通。这些出版物(按年代顺序)分别是:

- 第 84 号出版物:妊娠与医疗照射(ICRP,2000a)。
- 第 85 号出版物:避免医用介入程序的放射损伤(ICRP,2000b)。
- 第 86 号出版物:放射治疗患者照射事故预防(ICRP,2000c)。
- 第 87 号出版物:计算机体层摄影中患者剂量控制(ICRP,2000d)。
- 支持性导则 2:辐射与你的患者:执业医师指南(ICRP,2001)。
- 支持性导则 2:医学成像诊断参考水平:回顾与附加建议

(ICRP, 2001)。

- 第 93 号出版物:数字放射学(ICRP, 2003a)。
- 第 94 号出版物:非密封源治疗后患者的出院考虑(ICRP, 2004)。
- 第 97 号出版物:高剂量率近距离放射治疗事故的预防(ICRP, 2005a)。
- 第 98 号出版物:永久置入放射源近距离治疗前列腺癌的辐射安全(ICRP, 2005b)。
- 第 102 号出版物:多排探测器计算机体层摄影患者剂量控制(ICRP, 2007c)。

(3)1999 年,委员会出版了第 80 号出版物,名称为“注射放射性药物患者的辐射剂量”(ICRP, 1999b);第二委员会和第三委员会联合提出了之前没有出版过的新的 10 种放射性药物的生物动力学和剂量学资料,而且,也更新了委员会过去这方面出版物的类似资料。

(4)第三委员会准备现在的这个文件包括内容:

- 回顾了第 73 号出版物包含的主要论点。
- 增加了第 73 号出版物出版以来发表的一些文件(见上述所列),以及对这些文件提供的一些建议的评价。
- 考虑了委员会 2007 建议书的草案相关内容。

(5)委员会采取任务组(Task Groups)和工作组(Working Parties)的方式解决特殊领域的问题。任务组由委员会指定去完成一项明确的任務,任务组的多数组员通常是委员会以外的专家。工作组由各分委员会组建,经主委会批准,分委员会提出一些想法,有时候分委员会领导任务组。工作组的成员通常限于委员会的委员。目前,第三委员会正在准备如下几个类似的文件:

- 心脏病医师实施透视引导介入程序的放射防护(任务组)。
- 放射治疗中二次癌症风险的评价与控制(与 ICRU 组成联合任务组)。

- 注射放射性药物患者的辐射剂量(与第二委员会组成联合任务组)。

- 儿童的防护:包括使用电离辐射诊断技术(工作组)。
- 放射性药剂师手部剂量(工作组)。
- 诊断和透视引导介入程序的放射防护培训(工作组)。
- 意外照射或职业照射人员的医学检查和随访(工作组)。
- 使用电离辐射对无症状人员进行的医学普查(工作组)。

(6)上述这些文件完成后 ICRP 第三委员会关于医学中放射防护的一些补充建议将会出版。

(7)在现在的报告中,“照射”术语指的是电离辐射照射的行为。“剂量”或“辐射剂量”的术语在文中不指明某一个特别的辐射剂量的量,当上下文需要指出某一个特别量的时候,则使用这个量的名称,如吸收剂量、当量剂量和有效剂量。

1.1 参考文献

- [1] ICRP,1991a. 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 60. Ann. ICRP 21(1-3).
- [2] ICRP,1996. Radiological protection and safety in medicine. ICRP Publication 73. Ann. ICRP 26(2).
- [3] ICRP,1999b. Radiation dose to patients from radiopharmaceuticals. Addendum to ICRP Publication 53. Also includes Addendum 1 to ICRP Publication 72. ICRP Publication 80. Ann. ICRP 28(3).
- [4] ICRP,2000a. Pregnancy and medical radiation. ICRP Publication 84. Ann. ICRP 30(1).
- [5] ICRP,2000b. Avoidance of radiation injuries from medical interventional procedures. ICRP Publication 85. Ann. ICRP 30(2).
- [6] ICRP,2000c. Prevention of accidental exposures to patients undergoing radiation therapy. ICRP Publication 86. Ann. ICRP 30(3).
- [7] ICRP,2000d. Managing patient dose in computed tomography. ICRP

Publication 87, Ann. ICRP 30(4).

- [8] ICRP, 2001. Radiation and your patient; a guide for medical practitioners. Also includes; Diagnostic reference levels in medical imaging-review and additional advice. ICRP Supporting Guidance 2, Ann. ICRP 31(4).
- [9] ICRP, 2003a. Managing patient dose in digital radiology. ICRP Publication 93, Ann. ICRP 34(1).
- [10] ICRP, 2004. Release of patients after therapy with unsealed radionuclides, ICRP Publication 94, Ann. ICRP 34(2).
- [11] ICRP, 2005a. Prevention of high-dose-rate brachytherapy accidents. ICRP Publication 97, Ann. ICRP 35(2).
- [12] ICRP, 2005b. Radiation safety aspects of brachytherapy for prostate cancer using permanently implanted sources. ICRP Publication 98, Ann. ICRP 35(3).
- [13] ICRP, 2007c. Managing patient dose in multi-detector computed tomography. ICRP Publication 102, Ann. ICRP 37(1).
- [14] ICRP, 2007d. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, ICRP Publication 103, Ann. ICRP 37 (2-4).